



AN OVERVIEW FOR QUALITY EVALUATION IN PRODUCTION AND SERVICE SECTORS: AN APPLICATION IN MANUFACTURING SECTOR

DOI: 10.17261/Pressacademia.2018.875

PAP- V.7-2018(28)-p.170-175

Aysenur Erdil¹, Ahmet Ekerim²

¹Marmara-Anadolu University, Istanbul, Turkey.

erdil.aysenur@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6413-7482

²Yildiz Technical University, Istanbul, Turkey.

ahmetekerim@gmail.com, ORCID: 0000-0003-3858-1077

To cite this document

Erdil, A., Ekerim, A. (2018). An overview for quality evaluation in production and service sectors: an application in manufacturing sector. PressAcademia Procedia (PAP), V.7, p.170-175.

Permament link to this document: <http://doi.org/10.17261/Pressacademia.2018.875>

Copyright: Published by PressAcademia and limited licenced re-use rights only.

ABSTRACT

Purpose- Within the scope of the main objective of this study, poka-yoke application and FMEA applications-previous studies in the literature aiming to search a simple yet effective solution that increase effectiveness and efficiency in the companies were mentioned

Methodology- FMEA, a more practical, flexible and reliable method for preventing risks at every stage of the service or manufacturing sector, has been used in this study. FMEA study-application was implemented-conducted for a door hinge component produced by a refrigerator hardware materials manufacturer.

Findings- In the analysis of the study, the steps of FMEA have been tried to be implemented at the stages of production design, service and process. It was observed that the (RPN) values of the possible faults detected in the system before the HTEA Analysis process were high.

Conclusion- FMEA is a method which reduces the risks of strategic goals and eliminates them from the system, could be used in quality management and literature studies relating this issue were included in the content of this research. According to the HTEA, the measure taken for each failure resulting from the analysis and the second Risk analysis for the failure due to the actions of the countermeasures showed that the RPN values of the failure with high-risk value were lowered.

Keywords: Quality control, failure modes and effect analysis, risk priority number.

JEL Codes: L15, G81, D32, Q50

ÜRETİM VE HİZMET SEKTÖRÜNDE KALİTE DEĞERLENDİRİLMESİNE GENEL BAKIŞ: ÜRETİM SEKTÖRÜNDE HATA TÜRLERİ VE ETKİ ANALİZ UYGULAMASI

ÖZET

Amaç- Bu çalışmanın temel amacı kapsamında, işletmeler bünyesinde etkinliği ve verimliliği arttıracak, basit ancak etkili şekilde çözüm bulmayı amaçlayan HTEA uygulamasına değinilmiştir. Bir buzdolabı donanım malzemeleri üretici firma tarafından üretilen kapı menteşe bileşenine yönelik Hata türü ve etkileri analizi çalışması yapıldı.

Yöntem- Hizmet ya da üretim sektörlerinin her aşamasında risklerin önlenmesine yönelik daha pratik, esnek ve güvenilir yöntem olan HTEA bu çalışma kapsamında kullanılmıştır. Bu süreç kapsamında yapılmış örnek HTEA çalışmalarında ve bu çalışma kapsamındaki uygulamada bulunarak gözlemlenmiştir.

Bulgular- Çalışma sonucunda bir dönemlik iyileşme yüzdesinin teorik olarak %35,23; fiili olarak %33,15 olarak gerçekleştiği görülmüştür. İyileştirme için ayrılacak imkânlar sınırlı olduğu için tüm riskler bir dönem içerisinde düşürülmeyebilir

Sonuç- Tespit edilen hataların değerlerine bağlı olarak Risk Öncelikli Katsayısı (RÖS-RPN) hesaplandı. Bu hesaplanan değerler risk büyüklüğüne göre sıralanıp, RÖS değerinin azaltılmasına yönelik çalışmalarda bulunuldu. HTEA tablosunda getirilen çözüm önerilerine göre hareket edilerek risk oranlarının düştüğü gözlemlendi. Maliyetlerin azaldığı ve kalite düzeyi yükseldi.

Anahtar Kelimeler: Kalite kontrol, hata türleri ve etki analizi, risk öncelik göstergesi, sürdürülebilirlik.

JEL Kodları: L15, G81, D32, Q50

1. GİRİŞ

HTEA ile elde edilen bilgiler tasarımda, üretim sürecinde değişiklikler yapma, kullanılan malzemeyi değiştirme, kalite kontrol ve kalite muayene ölçütlerini tekrar gözden geçirme gibi kararların verilmesinde kullanıldığından, yöntem karar verme aracı olarak da değerlendirilir. HTEA (Hata Türü ve Etkileri Analizi), meydana gelebilecek hataları önceden tahmin ederek önlemeye yönelik güçlü bir teknik olarak bilinir. HTEA, hataların ortaya çıkmasıyla meydana gelebilecek problemlerin son kullanıcıya (müşteriye) olan etkilerini, kullanıcı (müşteri) gözüyle analiz etme prensibine dayanır (Dizdar, 2000; Dizdar ve Kurt, 2002; Eleran, 2004).

Belirtilen mühendislik avantajlarının yanında ayrıca Hata Türleri ve Etkileri Analizi tekniği kullanmanın getirdiği genel anlamdaki avantajlar şu şekilde sıralanabilir (Hough, 2000):

- Şirket imajını artırır. En uygun sistem tasarımını seçmekte kolaylık sağlar.
- Ürün geliştirme zaman ve maliyetini azaltır.
- Hizmet veya ürünlerin kalitesini ve güvenilirliğini artırır.
- Rekabet avantajını artırır. Müşteri tatminini artırır.
- Tasarım geliştirme faaliyetlerinde bir öncelik sağlar. Organizasyon kültürünü artırır.

HTEA çalışmaları (Elliott, 1998); hataları önleyebilecek programlar, planlar hazırlanır. Bakım, operasyon ve kontrol talimatlarında yapılabilecek değişiklikler belirlenir. Tasarım ve özelliklere yönelik ne gibi değişiklikler yapılabileceği, gereksinim duyulan bakım süresi, gerekli duyulan bakım araç-gereci temin etme ve ihtiyaç duyulan testler belirlenir (Elliott, 1998).

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1. Hata Türü ve Etki Analizi'nin Kalite Sistemi İçindeki Yeri

Günümüzde çalışmaların son zamanlarda yaygınlaşan bulanık mantık, çok kriterli karar verme, yapay sinir ağları, simülasyon, vb. yöntemlerle birlikte yapıldığı görülmektedir (Şen, 2001). HTEA analizinin önemli bir parçası olan risk öncelik göstergesinin hesaplanması ve ona göre risk faktörlerinin sıralanması aşamasında çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Süreci veya Fuzzy TOPSIS yöntemlerinin kullanılması örnek olarak verilebilir (Eleran ve diğerleri, 2004; ; Hough, 2000; Klir ve Yuan, 1995; Şen, 2001; Wang, 1997).

Kasa ve Boran (1993), kendi çalışmaları kapsamında FMEA tekniğinin Toplam Kalite Yönetimindeki yerine yönelik araştırmalarda bulundular. Çalışmanın sonuç kısmında, hatanın oluşma nedenlerine girerek ve bu konuların irdelenmesiyle önlenmesine yönelik çözümler üretilmeye gidilmiştir. Kususuzluğu hedeflemenin en akılcı ve pratik çözüm olduğu belirlenmiştir. Bolat (2000), çalışmada HTEA tekniğinin faydaları, avantajları üzerinde durmuştur. İvmelendirici miktatsızlar üzerindeki uygulamaları ise Bellomo ve diğerleri (2000) tarafından yapılmıştır. Yılmaz (2000), Hata Türü Ve Etki Analizi başlıklı çalışmada; bu tekniğin turizm sektörüne de uygulanabileceği ve sonucunda; turistik işletmelerin müşteri tatminini sağlamanın kolaylaşacağı, maliyetlerinin düşeceği, rekabet gücünün artacağı ve imajının güçleneceğini ortaya çıkarmıştır. Düzgüner (2002), yaptığı çalışma kapsamında HTEA'ni ürün geliştirme sürecinde önleyici kalite güvence tekniği olarak ele almıştır. Çalışma kapsamında ABC Beyaz Eşya San. Ve Tic. A.Ş.'de Tasarım HTEA için kontrol listeleri oluşturularak, tekniğin müşteri memnuniyetine katkısı gözlenmiştir. Scipioni ve diğerleri (2002), çalışmada HTEA Formu örneği oluşturmuştur. Pillay ve Wang (2002), genel bir HTEA forumun nasıl olacağına yönelik prosedür geliştirmiştir. Eryürek ve Tanyaş (2003), HTEA analizi tekniği sayesinde maliyet odaklı karar verme yaklaşımı üzerinde çalışmada bulunmuşlardır. Hatanın etkisini, büyüklüğünü ve maliyetini birlikte değerlendiren bir uygulama çalışması sonucunda, klasik HTEA tekniği kapsamında hatanın önlenmesi yönünde boyutu kuvvetlendirilmiş, karar verme aşaması daha objektif hale getirilip maliyet kriteri eklenmiş, karar verme konusunda sisteme bütünsel bakım sayesinde yöntem daha etkin sonuç vermiştir.

Engin ve Kaya (2004), trafik kazalarının önlenmesine yönelik Hata Modu Ve Etkileri Analizi (HTEA) modeli ile ilgili bir çalışmada bulunmuşlar. Çalışmanın sonucunda HTEA tekniği kullanarak trafik kazası oranının düştüğü görülmüştür. Hata Türü ve Etki Analizi, riskleri tahmin ederek hataları önlemeye yönelik güçlü bir analiz tekniğidir. Hatanın ortaya çıkması ile doğacak problemin müşteri tarafından algılanması prensibine dayanmaktadır. Hata Türü ve etki Analizi çalışmada belirlenen bütün hatalar için olasılık, şiddet ve saptanabilirlik tahmini yapılmaktadır (Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 1998; Efil, 2004). HTEA yoluyla risklerin, kritik etkilerini ve aralarındaki bağımlılıkları daha iyi anlamaları konusunda işletmelere yardımcı olabilir. Bu nedenle, Kalite Fonksiyonlarından HTEA teknikleri kapsamında karar verme süreçlerinin iyileştirme, geliştirme yönüne ve riskleri azaltma yeteneğine sahiptir (Besterfield, 1999; Bilgin, 1994; Saajedi, 2004; Vilko ve Hallikas, 2012; Wang, 2004). Hata Türü ve Etkileri Analizi tekniği belirtilen bir akış içerisinde çeşitliliğe sahiptir ve uygulama aşamasında her türlü üretim ve hizmet şeklini içermektedir (Tamer, 2000; Wang ve diğerleri, 2012).

3. VERİ VE YÖNTEM

Bir buzdolabı donanım malzemeleri üretici firma (ABC beyaz eşya şirketi) tarafından üretilen kapı menteşe bileşen malzemesine yönelik hata türü ve etkileri analizi çalışması yapıldı. Bu çalışma kapsamında HTEA analiz akışındaki süreç takip edildi. Süreç sonrası hata önlenerek müşteriyi memnun edici unsur sağlanıp, hedeflenen amaç ve sonuca ulaşıldı. Bu çalışma kapsamında, Buz dolabı kapısındaki kablosuna ait ürün fonksiyon özelliğine incelendiğinde, ABC firmasının ürettiği xyz-frost isimli buzdolabı kapısının üstündeki elektronik yapı ile gövdesinde bulunan elektronik kontrol düzeneği arasında bilgi iletimine imkan sağlayan ara bileşen-elemendir. Müşterinin ihtiyaç ve beklentisine bağlı olarak kapının her iki yönden açılıp-kapanması istenebileceğinden her kapiya iki adet takılır.

Ürün bileşenin ait HTEA analizini gerçekleştirme sürecinde Risk Öncelikli Katsayısının (RÖS) belirlenmesi yönünde ürün bileşenine ait tespit edilen özel hatalara yönelik şiddet derecelendirilmesi (Tablo 1), hatanın-sorunun ortaya çıkma olasılığını (Tablo 2) ve hatanın-sorunun saptanabilirliğini – keşfedilebilirliğini (Tablo 3) gösteren tablolar oluşturuldu.

Tablo 1: Buzdolabı Bileşenine Ait Hata Şiddeti Derecelendirme Tablosu

1	Müşterinin ürünü kullanımı aşamasında, performans konusunda herhangi bir eksiklik ve sorun oluşturmayacak. Müşteri tarafından bu eksiklik görülmiyecek, hissedilmeyecek.
2	Şiddet derecesi düşük, müşteri tarafından bu hatayı görülmiyecek ya da gözardı edilecek.
3	
4	
5	Olumsuz etkiyi performans düzeyinde orta seviyede oluşturacak, müşteri üzerinde kısmen memnuniyetsizlik oluşturacak.
6	
7	Performansı ileri seviyede performans üzerinde etkisini gösterecek, müşteride büyük ihtimalle tatminsizlik-hoşnutsuzluk oluşturacak. Ürün iade durumu olacak.
8	
9	Müşteri memnuniyetsizliği yüksek seviyede oluşacak, ürün iadesi gerçekleşecek ve büyük ihtimalle müşteri yaşanan olaya bağlı tazminat talep edecektir.
10	

Tablo 2: Buzdolabı Bileşenine Ait Hata Olasılık Derecelendirme Tablosu

1	Oluşma olasılığı düşük seviyede
2	İstatistiksel anlamda süreç kontrol altında ancak her an hata-sorun oluşma olasılığı var.
3	
4	
5	Süreç kontrol altına alınmıştır, ancak tespit edilen değerler kontrol limitlerine-sonrularına yakın ve hatanın oluşma-ortaya çıkma olasılığı orta düzeyde.
6	
7	Oluşma olasılığı yüksek düzeydedir.
8	
9	Hatanın oluşma-ortaya çıkma ihtimali çok yüksek seviyededir.
10	Hata her an-her durumda oluşma olasılığı var.

Oluşturulan bu tablolar (Tablo 1, Tablo 2 ve Tablo 3) sayesinde ürün bileşenin üretimi sırasında tespit edilen- ortaya çıkabilir hatalara yönelik uzmanlar ve ilgili bölüm çalışanlar ile oluşturulan HTEA ekibi tarafından analiz edilerek hata listesinin çözümüne yönelik önlemler ve faaliyetlerde bulunuldu. Bu faaliyetler ve önlemler listelenip, gerçekleştirildi ve böylece RÖS değerleri düşürüldü, azaltıldı.

Tablo 3: Buzdolabı Bileşenine Ait Hata Saptama Derecelendirme Tablosu

10	Hatalı olarak ürünün gönderilmesi, müşteriye gönderilme olasılığı çok yüksektir. Ürün kontrol sürecinden geçirilmez ya da kontrol altına alınabilir değildir. Hata-sorun tespit edilebilir durumda değildir, görünmez niteliktedir. Üretim-imalat ve montaj süreçlerinde, hatlarında fark edilemez.
9	Hata gizli bir özelliktedir ve hatalı şekilde müşteriye teslimi-gönderilmesi yüksek olasılığa sahiptir.
8	Ürünün hatalı teslimi-gönderilmesi orta düzeyde olasılığa sahiptir.
7	
6	Ürün/hizmetteki hata-sorunun tespit edilebilir özelliktedir.
5	
4	
3	Ürünün hatalı-sorunlu şekilde teslim edilmesi düşük olasılık düzeyindedir.
2	
1	Hatalı ürün müşteriye teslim edilmez, gitmez. Hata %99.9 ihtimalle keşfedilebilir.

Hataların kendi alt hata bileşenleri olacak şekilde hata ağaç yapısı oluşturuldu. Bu hata modlarının gerçekleşebilme şiddet, olasılık ve hatanın keşfedilebilirlik düzeyleri belirlenip bu değerler HTEA formuna işlendi. Bu işlenen değerlere bağlı olarak Risk Öncelikli Katsayısı (RÖS-RPN) hesaplandı. Bu hesaplanan değerler risk büyüklüğüne göre sıralanıp, RÖS değerinin azaltılmasına yönelik çalışmalarda bulunuldu.

4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

HTEA Analizi işleminden önce sistemde tespit edilen olası mevcut hataların RÖS (RPN) değerlerinin yüksek olduğu görülmüştür. HTEA kuralı gereği yapılan analiz sonucu her bir hataya yönelik alınan tedbir, önlem aksiyonlarına bağlı olarak hatalara yönelik ikinci HTEA ürün, servis, sistem ve süreçlerin geliştirilmesi /iyileştirilmesi faaliyetlerinin ilk aşamalarında kolayca uygulanabilmekte ve faydalı sonuçlar vermektedir. Çalışma her ne kadar üretim yönetimi üzerine kurulsun da diğer eğitim konuları için uygulanabilir bir örnek teşkil etmektedir. Bu tür yöntemlerin üretim yönetiminde kullanılması çalışmanın önemini artmaktadır.

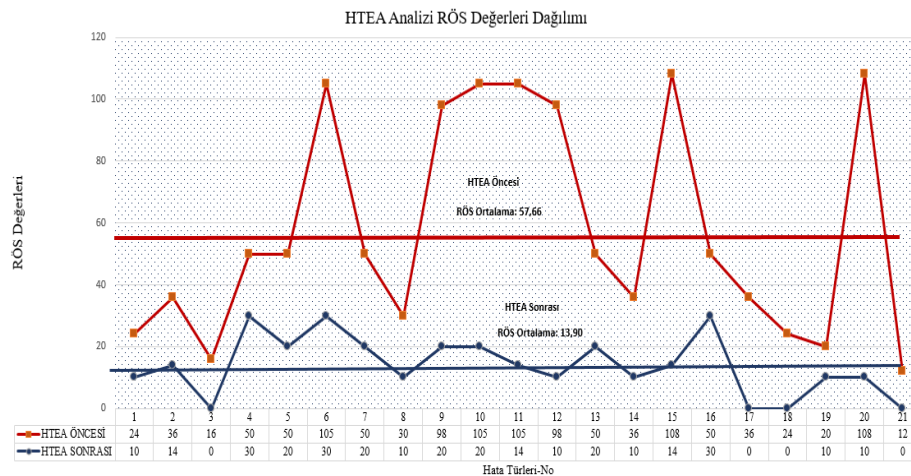
Tablo 4: Buzdolabı Bileşeni için HTEA Analiz Çalışmasının Özetlenmiş Şekli

ANALİZ DEĞERLENDİRMESİNİN ÖZETLENMİŞ ŞEKLİ				
Süreç	Hata Türü No	Olası Hata Türü	Tanımlama	
ÖN HAZIRLIK MONTAJ AŞAMASI (ÖMA)	1	ÖMA1	Sıralama ve yerleştirme	RÖS değeri 24'den 10'a indirilmiştir.
	2	ÖMA2	İş istasyon sabitleme- kilitleme	RÖS değeri 36'dan 14'e indirilmiştir.
	3	ÖMA3	Bandlama	RÖS değeri 16'den 0'a indirilmiştir.
	4	ÖMA4	Yanlış soket işlemi-kullanımı	RÖS değeri 50'den 30'a indirilmiştir.
	5	ÖMA5	Tam sıkılmayan kablo bağı	RÖS değeri 50'den 20'a indirilmiştir.
	6	ÖMA6	Kablo bağlantısının sağlanamaması	RÖS değeri 105'den 30'a indirilmiştir.
	7	ÖMA7	Menteşeye uygunsuz şekilde soketin ters şekilde takılması	RÖS değeri 50'den 20'a indirilmiştir.
	8	ÖMA8	Menteşe soket takılmasının unutulması	RÖS değeri 30'den 10'a indirilmiştir.
ELEKTRİKSEL AKSAMDA TEST SÜRECİ (ETS)	9	ETS1	Geri yönde çıkık oluşması	RÖS değeri 98'den 20'a indirilmiştir. Bu soruna yönelik ilk analizde 105 olan RÖS değeri,yapılan iyileştirmelerle 20'ye düşürülmüştür.
DESANT KABLO KESME ve TERMİNAL BASMA SÜRECİ (DKTBS)	10	DKTBS1	ürün bileşen kablo uzunluğu	RÖS 108 hesaplanmış, alınan öneyici faaliyetlerle 14'e indirilmiştir.
	11	DKTBS2	Krimpleme ve izole etme	RÖS değeri 98'den 10'a indirilmiştir.
	12	DKTBS3	Yanlış işlemsel kablo kesme	RÖS değeri 50'den 20'a indirilmiştir.
	13	DKTBS4	Yanlış istasyon kullanımı	RÖS değeri 36'den 10'a indirilmiştir.
RAST ÇAKMA SÜRECİ (RCS)	14	RCS1	Sıralama ve yerleştirme	RÖS değeri 36'den 10'a indirilmiştir.
	15	RCS2	İzole Baskı	RÖS değeri 108'den 14'e indirilmiştir.
	16	RCS3	hatalı rast işlemi	RÖS değeri 50'den 30'a indirilmiştir.
SARIM İŞLEMİNE YÖNELİK SÜRECİ (SIS)	17	SIS1	Eksik veya fazla malzeme kullanımı	RÖS değeri 36'dan 0'a indirilmiştir.
AMBALAJ AŞAMASI (AS)	18	AS1	Eksik veya fazla malzeme kullanımı	RÖS değeri 24'den 0'a indirilmiştir.
	19	AS2	kodlama sürecinde yanlışlık yapılması	RÖS değeri 20'den 10'a indirilmiştir.
ÇİFTLEME SÜRECİ (CS)	20	CS1	Krimpleme ve izole etme	RÖS 108 hesaplanmış, alınan öneyici faaliyetlerle 10'a indirilmiştir.
	21	CS2	Yanlış istasyon kullanımı	RÖS değeri 12'den 0'a indirilmiştir.

Çalışmada üretim yönetiminin başarısızlığına neden olan hata türleri fonksiyonel olarak gruplanmış ve HTEA yöntemi ile sıralanmıştır. Hata türlerinin tek tek veya grup ağırlıkları dikkate alınarak değerlendirilmesi sonucunda ölçme ve değerlendirme aşamasında oluşan hata türlerinin göreceli ağırlıkları öne çıkmıştır (Tablo 4; Şekil 1).

HTEA Çalışması yapılmadan önce Risk Öncelikli Katsayısı ortalama 42 iken, HTEA çalışması yapıldı, olası hataların önlenmesine yönelik yapılan analiz-işlemler sonrası Risk Öncelikli Katsayısı (RÖS) değeri ortalama 5,6 olmuştur ve hata oranı büyük oranda düşüş göstermiştir (Şekil 1). Çalışma sonucunda bir dönemlik iyileşme yüzdesinin teorik olarak %25,32; fiili olarak %23,15 olarak gerçekleştiği görülmüştür.

Şekil 1: HTEA Öncesi ve Sonrası Kritik Risk Değerleri (RÖS) Grafikselleştirilmesi



İyileştirme için ayrılacak imkânlar sınırlı olduğu için tüm riskler bir dönem içerisinde düşürülmeyebilir. Her dönem yeni belirlenecek önceliklere göre risk önleyici çalışmalar tekrarlanarak sürekli iyileşme sağlanacaktır.

5. SONUÇ

Hataların elimine edilmesine yönelik yapılan HTEA çalışmasında zamana bağlı olarak hatanın etkisinin zamana bağlılığı genel olarak tersi yönde gitmektedir. Zaman kavramını altı evreye ayırdığımızda, ilk üç evrede (Ürün bileşenin sisteme tanımlanması, gelişmesi ve ürünün hazırlanması) ürünün hata etkisini ilk evreden sonraki evrelere geçişte düşüşe geçtiği görülmektedir. Üretim, Test ve Kullanım evrelerinde de zamana bağlı olarak hata etkisi giderek azalır yok edilmeye çalışılmıştır (Başlıgil, 1998; Kim ve diğerleri, 2013). Bunun temel nedeni Hataların ürün maliyetine etkisi ise ilerleyen altı evrede kademe kademe yükselişe geçmiştir.

HTEA tablosunda getirilen çözüm önerilerine göre hareket edilerek risk oranlarının düştüğü gözlemlenmiştir. Maliyeti düşürecek değişimlerin yapılmasını sağlayacak düşüncelerin ortaya çıkması amacıyla yapılan ekip çalışmalarında, ekibin kimlerden oluşacağı ve bu kişilerin nasıl bir statüde (devamlı-geçici) çalışacakları ise, o sanayi dalının ve işletmenin özellikleriyle yöneticilerin kararları doğrultusunda çözümlenecek konulardır.

HTEA riskleri önceliklendirmek için birçok endüstride kullanılan önemli bir araçtır. HTEA'nın yetersiz kaldığı noktalarda bu analizi geliştirmek, daha iyi hale getirmek için birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalardan biride bulanık mantık ile gri teori yöntemini HTEA ile birleştiren yaklaşımdır (Elliott, 1993; Kim ve diğerleri, 2013). Bu yaklaşımın sonuçları aynı çalışma için geleneksel HTEA ile karşılaştırıldığında, aynı çıkma ihtimali olsada, sonuçların daha kesin olacağı konusunda kafalarda daha az soru işareti bırakmaktadır. Yaklaşımın geleneksel HTEA'ya getirdiği en önemli yenilikler daha esnek, kolay ve hızlı olmasıdır. Zamanın çağımızda çok değerli olduğu herkes tarafından bilinen bir gerçektir ve iş dünyasında hızlı ve kesin olmak aranan, istenen bir olgudur. Yeni yaklaşımın HTEA analizi kullanılan yerlerde bu ihtiyaçlara detaylı ve sağlam bir analizle cevap vermesi beklenmektedir. Bu yaklaşımda, risk faktörleri ve uzmanlar içinde ilişkisel önemlilik ağırlıkları belirlenir. Bu durumda sonuçların daha gerçekçi ve kesin olmasına yardımcı olur. Uzmanların değerlendirmelerde bulanık mantık yaklaşımı sayesinde daha esnek, daha özgür olmaları sağlanır. Bu yaklaşımda uzmanlar birbirinden bağımsız olarak karar verebilirler.

REFERENCES

- Abbie, G., Hauser, J. (1993). The voice of the customer. *Marketing Science*,12(1), 1-27.
- Başlıgil, H. (1997-1998). Yayınlanmamış YBS ders notları. Makine Fakültesi, Y.T.Ü., İstanbul, 2004.
- Bellomo, P., Rago, C. M., Spencer, C. M., Wilson, Z. J. (2000). Novel approach to increasing the reliability of accelerator magnets. *IEEE Transaction on Applied Superconductivity*, 10(1), 284 – 287.
- Besterfield, D. H., Besterfield-Michna, C., Besterfield, G., Besterfield-Sacre, M. (1999). *Total quality management*. 2nd Edition, Prentice Hall, New Jersey.
- Bilgin, M. (1994). Tasarımda kalite ve FMEA metodu. İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Bolat, T. (2000). *Toplam kalite yönetimi (Konaklama İşletmelerinde Uygulanması)*. Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., İstanbul, 74.
- Dizdar, E. N., Kurt, M. (2002). İş güvenliği. Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Ders Kitabı, 2002 (111), Kale Ofset, Ankara.
- Dizdar, E. N. (2000). İnsan hatası değerlendirilmesi. *Teknoloji Dergisi*, 3(4), 149-156.
- Düzgüner, E. (2002). Ürün geliştirme sürecinde önleyici kalite güvence: FMEA metodu ve bu metodun bir sanayi işletmesindeki uygulaması, yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Kayseri: Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
- Efil, İ. (2006). *Toplam kalite yönetimi*. Aktüel yayınları, Şubat 2006.
- Eleran, A., Erkan, M., Elitaş, C. (2004). Maliyet muhasebe dersi eğitim sürecinin iyileştirmesinde hata türleri ve etki analizi yönteminin kullanılması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi, İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 63-71.
- Elliott, J. B. (1998). Risk analysis - two tools you can use to assure product safety and reliability. The Validation Consultant, Booth Scientific Inc.
- Engin, O., Kaya, İ. (2004). Trafik kazalarının önlenmesinde hata modu ve etkileri analizi (HMEA) modeli. *Polis Bilimleri Dergisi*, 6(1-2), Cilt: 6, Sayı: 1-2.
- Hough, P. (2000). Failure mode and effect analysis. <http://www.wclass.com/fmea1.htm>, 10.10.2017 .
- Kasa, H., Boran, S. (1993). FMEA ve toplam kalite yönetimi için önemi. YA/EM93 Yöneylem Araştırması Endüstri Mühendisliği 15. Ulusal Kongresi "Küreselleşme Ve Türk Endüstrisi" Bildiriler Kitabı, s. 87.
- Kim, K. O., Yang, Y., Zuo, Ming, J. (2013). A new reliability allocation weight for reducing the occurrence of severe failure effects. *Reliability Engineering and System Security*, 117, 81-88.
- Klir, G. J., Yuan, B. (1995). *Fuzzy sets and fuzzy logic: theory and application*, New Jersey: Prentice-Hall, Springer, Berlin.
- Milli Produktivite Merkezi Yayınları (1998). Verimlilik yönetimi. Uygulamalı El Kitabı, International Labour Office, Ankara.

- Şimşek, M. (2000). Sorularla toplam kalite yönetimi ve kalite güvence sistemleri. 111, Alfa Basım Yayım Ltd. Şti., İstanbul.
- Şen, Z. (2001). Bulanık mantık ve modelleme ilkeleri. Bilge Kültür Sanat, İstanbul.
- Tamer, B. (2000). Toplam kalite yönetimi. Konaklama İşletmelerinde Uygulanması, Beta Basım Yayım Dağıtım A.S., İstanbul.
- Tanyaş, M., Eryürek, Ö. F. (2003). Hata türü ve etkileri analizi yönteminde maliyet odaklı yeni bir karar verme yaklaşımı. İTÜ Dergisi, 2(6):31-40.
- Pillay, A., Wang, J. (2003). Modified failure mode and effects analysis using approximate reasoning. Reliability Engineering and System Safety, 79(1), 69–85.
- Saajedi, A. (2004). Use of advanced in technology in marine risk assessment. Risk Analysis, 20(4), 1011-1033.
- Scipioni, A. U. (et al.) (2002). FMEA methodology desing, implementation and integrationwith HACCP system in a food company. Food Control, 13(8): 495-501
- Vilko, J. P. P., Hallikas, J. M. (2012). Risk assessment in multimodal supply chains. International Journal of Production Economics, 140, 586-595.
- Wang, L. X. (1997). A course in fuzzy systems and control. Englewood Cliffs, Willey, New Jersey: Prentice-Hall.
- Wang, J., Sii, H. S., Yang, J. B., Pillay, A., Yu, D., Liu, J., Maistralis, E., Saajedi, A. (2004). Use of advanced in technology in marine risk assessment. Risk Analysis, 20(4), 1011-1033 .
- Wang, Y., Cheng, G., Hu, H., Wu, W. (2012). Development of risk-based maintenance strategy using FMEA for a continuous catalytic reforming plant. Journal of Loss Prevention in the Process Industries 25, 958-965.
- Yılmaz, B. S. (2000). Hata türü ve etki analizi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2(4), 133-150. İTÜ-TTGV Kalite Ar&Ge Merkezi, <http://www.kageme.itu.edu.tr>.