

## Risk Assessment in an Engineering Faculty with Error Type and Effects Analysis Technique

Mesut ULU<sup>1</sup>, Hasan ŞAHİN<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Bandırma Onyedü Eylül Üniversitesi, Bandırma/ Balıkesir, Türkiye

**Abstract:** Fault type effects analysis (FMEA) is a technique that tries to identify and minimize potential dangers in and around the system. FMEA risk analysis performed by the system control and management is possible in a good way. It is very important to take proactive measures by making risk analysis. The application part of this study was carried out in the engineering faculty of a state university, which has different risks in the education sector. With the risk analysis carried out in the engineering faculty, it is aimed to determine possible dangers and to minimize them, to reduce occupational accidents and occupational diseases. In this study, it is tried to show how risk analysis study is applied with FMEA. In addition, precautionary activities were tried to be determined by focusing on FMEA process, implementation and teamwork in the engineering faculty of a state university.

**Keywords:** Risk analysis, Error types and effects analysis, Process improvement, Occupational health and safety

### Hata Türü Ve Etkileri Analizi Tekniği ile Bir Mühendislik Fakültesinde Risk Değerlendirmesi

**Özet:** Hata türleri etkileri analizi (HTEA) sistem içinde ve çevresinde var olan veya potansiyel tehlikeleri saptayıp minimize etmeye çalışan bir tekniktir. HTEA ile risk analizi yapılarak sistemin iyi bir şekilde kontrolü ve yönetimi mümkündür. Risk analizi yaparak proaktif önlem almak oldukça önemlidir. Bu çalışmanın uygulama kısmı eğitim sektöründe farklı riskleri içinde bulunduran bir devlet üniversitesinin mühendislik fakültesinde gerçekleştirilmiştir. Mühendislik fakültesinde gerçekleştirilen risk analizi ile olası tehlikeler belirlenerek minimize edilmeye, oluşacak iş kazalarını ve meslek hastalıklarının azaltılması amaçlanmıştır. Bu çalışmada, HTEA ile risk analizi çalışması nasıl uygulandığı gösterilmeye çalışılmıştır. Ayrıca bir devlet üniversitenin mühendislik fakültesindeki HTEA sürecini, uygulaması ve ekip çalışması üzerinde durularak önlem faaliyetleri belirlenmeye çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Risk analizi, Hata türleri ve etkileri analizi, Süreç iyileştirme, İş sağlığı ve güvenliği

Reference to this paper should be made as follows (bu makaleye aşağıdaki şekilde atıfta bulunulmalı):

Ulu, M., Şahin, H., 'Risk Assessment in an Engineering Faculty with Error Type and Effects Analysis Technique', Elec Lett Sci Eng , 16(2) , (2020), 63-76

### 1. Giriş

Son iki yüz yılda insan emeğinin ve emek faktörünün nitelik ve değerindeki hızlı değişim ve bu değişimin doğurduğu, sayıları milyonlarla ifade edilen çalışan kesimlerin yaşama ve çalışma koşullarının iyileştirilmesi bir zorunluluk olmuş (Güler, 2014), bu süreçte sektör gözetmeksizin tüm çalışanları ilgilendiren iş sağlığı ve güvenliği kavramı iş yaşamının en temel unsurlarından birisi haline gelmiştir. Çalışılan ortamın sağlıklı ve güvenli olması, çalışanların motivasyonu ve iş performansı ile işletmenin verimliliği açısından oldukça önemlidir. Bunun yanında çalışanlar için sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamının sağlanması Avrupa Birliğine uyum yasaları çerçevesinde de yasal bir zorunluluk haline getirilmiştir.

Günümüzün küreselleşen rekabet şartlarında önleyici yönü ağır basan kalite teknikleri gerçek zamanlı kontrol tekniklerine göre daha ön plana çıkmıştır. Bunun en önemli nedeni, günümüzde tüm tüketiciler tarafından "kalite"nin kazanılmış bir hak olarak ürün üzerinde "olmazsa olmaz" bir konumda algılanmasıdır. Buna bağlı olarak hammadde ve yarı mamul tedariklerinden başlanarak

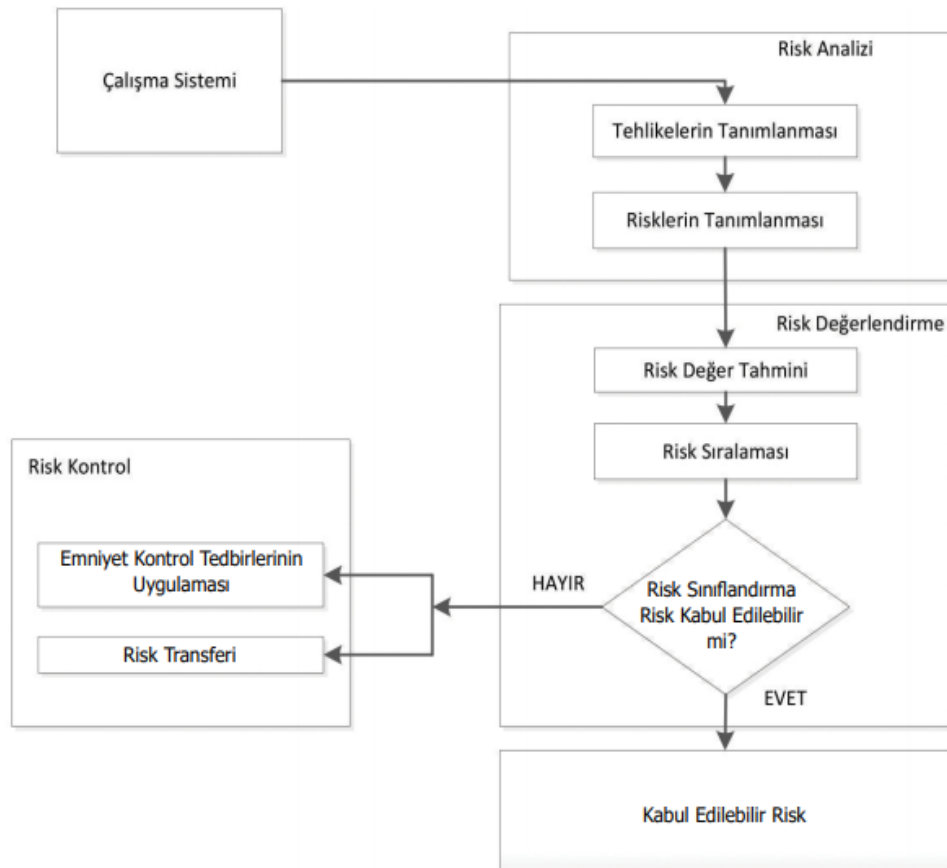
\* Corresponding author; [hasansahindr@gmail.com](mailto:hasansahindr@gmail.com)

ürünün tüketiciye ulaşmasına kadar geçen süreçlerin ve buna bağlı olarak ürünlerin değişik yöntemlerle kontrol edilmesi uzun yıllardır ciddiyle ve yeterince ele alınması gereken konulardır. Buna karşılık önleyici yöntemlerin kullanımı özellikle ülkemizde göreceli olarak geri planda kalmış ve hala firma yönetimlerinde tartışma konusu yapılmaktadır. Bu tartışmaların arka planında, önleyici yöntemlerin, katlanılan maliyetlere karşın sağladıkları yararlar ve kısmen de yeterlilikleri yatmaktadır.

Çalışanlara en yüksek düzeyde sağlıklı ortam oluşturmak, çalışma koşullarının olumsuz etkilerinden onları korumak, iş ve işçi arasında en iyi uyumu sağlamak ve işyerindeki riskleri tamamen ortadan kaldırmak ya da zararları en aza indirebilmek iş güvenliğinin amaçları olarak bilinmektedir (Megep, 2005).

Son yıllarda Dünya'nın farklı ülkelerinde önem kazanan 'İş Sağlığı ve Güvenliği' konusu Türkiye'de de gerekli ilgiyi görmektedir. Dünya'da özellikle gelişmiş ülkelerde insan hayatına ve sağlığına verilen önem artmaktadır. Bunun sonucu olarak çalışma hayatında yaşanan ölümlü veya yaralanmalı iş kazalarını önlemek için 'İş Sağlığı ve Güvenliği'nin önemi her geçen gün artmaktadır. Ülkemizde de özellikle son yıllarda peş peşe çıkarılan yönetmelikler ile bu konu üzerinde mevzuat çalışmaları yapılmaktadır (Sivrikaya, 2016).

Tehlikeleri ve risk seviyelerini belirleme, risk azaltma ve kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması faaliyetlerinin yanı sıra bu faaliyetlerin dokümantasyonu, yapılan çalışmaların güncellenmesi ve gerektiğinde tekrarlanması aşamaları da risk yönetim yaklaşımları olarak bilinmektedir. Bir kuruluşta TS ISO 31000 standardına göre yapılacak risk analizlerini yapmak için oluşturulan risk yönetim yaklaşımı Şekil 1'de gösterilmektedir. (Yurdakul ve ark., 2019).



Şekil 1. TS ISO 31000 Standardına Göre Risk Yönetim Yaklaşımı

Bu çalışmanın amacı bir mühendislik fakültesinde gerçekleştirilen risk analizi ile olası tehlikeler belirlenerek, bu tehlikeleri minimize etmeye çalışmak ve oluşacak iş kazalarını ve meslek hastalıklarını azaltmaktır. Bu çalışmanın uygulama kısmı eğitim sektöründe farklı riskleri içinde bulunduran bir devlet üniversitesinin mühendislik fakültesinde gerçekleştirilmiştir.

## **2. Literatür İncelemesi**

Türkiye’de Hata türleri etkileri analizi (HTEA) tekniği sanayi, otomotiv, inşaat, eğitim, hazır giyim gibi pek çok farklı sektörde uygulanmıştır (Aydan ve Kaya, 2017). Bu çalışma konusyla ilgili literatürde yeterli sayıda benzer çalışmalara ulaşılamamıştır. Ulaşılan çalışmalardan bazıları şunlardır: Eryürek ve Tanyaş (2003), Basit Toplamlı Ağırlıklandırma ve ELECTRE yöntemlerini kullanarak karar verme bölümü daha objektif hale getirmişlerdir. Yaptıkları ikinci değişiklik ise hata türlerini önlemeye yönelik önlemlerin de çalışma grubu tarafından tanımlanması ile yöntemi daha bütünleşik hale getirmişlerdir. Böylece hata, hatanın etkisinin boyutu ve önlemin maliyetini birlikte değerlendiren sonuç odaklı bir yöntem elde etmişlerdir. Çakar (2009), Türkiye Petrolleri A.O.’nın ülkemizde sondajını gerçekleştirdiği en derin ve en kapsamlı kuyusundaki iş güvenliği tehlikelerini tanımlamış ve risklerini değerlendirmiştir. Mannan (2005), HTEA uygulamalarına örnek olacak şekilde, hataları belirleyip sınıflandırmıştır. Bu sınıflar arasında, tehlike kontrolü, ekonomi ve sigorta, yönetim sistemleri, güvenilirlik mühendisliği, süreç tasarımı, basınç sistemi tasarımı, kontrol sistemi tasarımı, emisyon ve dispersiyon, patlama, zehirli atıklar, ulaşım, acil durum planlaması, kişisel güvenlik, yapay zeka sistemleri gibi genel ve iş güvenliğini içeren konularda HTEA örnekleri yer almıştır. Durhan (2006), hata türlerini incelediği ve uygulamaya yer verdiği çalışmada, iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemine sahip çelik boru imalatı yapan bir fabrikada, HTEA tekniği ile risk değerlendirme çalışmasını yürütmüştür. Taşan (2006), güvenilirlik ve risk değerlendirme metodu olarak HTEA yöntemini kullandığı çalışmada, bir otomotiv yan sanayi işletmesinde uygulamasına yer vermiştir. Çalışmada; bir risk değerlendirme ve güvenilirlik metodu HTEA detaylı olarak açıklamış ve bir otomotiv sanayi işletmesinde güvenilirlik bağlantıları ile beraber Tasarım HTEA uygulamasını gerçekleştirmiştir.

Baysal ve ark. (2002), bir HTEA çalışmasının nasıl yapılacağını göstermişlerdir. Çalışmada HTEA süreci, otomotiv endüstrisinde bir uygulaması ve takım çalışması üzerinde durmuşlardır. Reiling ve ark. (2003) hastaların güvenliğini sağlamak ve hataları en aza indirmek için FMEA’yı incelemiş ve FMEA’nın hastaların güvenliğini artırmak için yararlı bir araç olduğunu göstermişlerdir. Wetterneck ve ark. (2004) yeni bir infüzyon pompası için FMEA yöntemini uygulamış ve önerilerde bulmuşlardır. Khasha ve ark. (2013) cerrahi iptal faktörlerine öncelik vermek için risk yönetimi yaklaşımını incelemişlerdir. Çalışma sonuçları yetersiz yatak, yoğun bakım ünitesi yatağı eksikliği, yüksek riskli cerrahi, yüksek tansiyon ve diyabetin cerrahi iptali ile sonuçlanan başlıca faktörler olduğunu göstermiştir. Liu ve ark. (2014) klasik FMEA’yı geliştirmek için hibrid ağırlıklı mesafe ölçülerini kullanmışlardır. Bu yöntem ile bilginin belirsiz ve eksik olduğu ortamlar için etkili bir çözüm sağlamışlardır. Bu yöntemin etkinliği ve başarısını, kan transfüzyonu olayına uygulayıp göstermişlerdir. Lin ve ark. (2014) +tıbbi cihazları analiz etmek için nitel ve nicel yöntemleri incelemişlerdir. İlk olarak yazılım, donanım, niteliksel analiz için çevre, canlı ve merkezi canlı; daha sonra risk faktörlerini belirlemek ve tıbbi cihazların güvenliğini artırmak için FMEA’yı kantitatif analiz kullanarak değerlendirmişlerdir.

Klasik FMEA mevcut çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır; ancak, bu analizin bazı dezavantajları vardır. FMEA’nın birincil dezavantajları arasında aşağıdakiler bulunmaktadır (Khasha ve ark. 2013);

- Farklı O, S ve D kombinasyonları aynı RPN değerine yol açabilir; ancak, aynı RPN'ye sahip arıza modları farklı risk faktörlerine karşılık gelebilir.
- Geleneksel FMEA'da, O, S ve D'nin aynı öneme sahip olduğu varsayılmaktadır. Bununla birlikte, gerçekte, önem dereceleri değişebilir.
- RPN basitçe üç giriş faktörünün çarpılmasıyla hesaplanır ve bu faktörler arasındaki olası dolaylı ilişkiler dikkate alınmaz.
- FMEA hesaplamalarında kullanılan üç parametre, hatalar, çelişkiler, belirsizlikler ve belirsizlikler de dahil olmak üzere bir arıza moduna yol açan nedensel faktörlerin tamamını kapsamaz.

Usuğ (2002), istatistik proses kontrol metodu olan HTEA uygulamalarının hizmet sektöründe de kullanılabileceğini deneysel çalışmalar ile ispatlamaya çalışmıştır. Ceylan ve Başhelvacı (2011), Kırıkkale'de inşaat sektöründe faaliyet gösteren büyük ölçekli bir fabrikada risk değerlendirme tablosu yöntemini kullanarak risk değerlendirilmesi yapmışlardır. Bu değerlendirmede genel olarak, yaşanmış kazalar, ramak kala vakaları, yaralanma türleri ve edinilmiş tecrübeleri dikkate alarak kaza nedenlerinin risk sonuçlarını belirlemiştir. Mızrak Özfirat (2014), modern risk analizi yöntemlerinden biri olan HTEA yöntemine bulanık mantığı entegre ederek her ikisinin de olumlu yönlerini bir araya getirmiştir. Soykan ve ark. (2014), geçmişte üretim alanında uygulamaları ile karşılaşılan, hata türü ve etkileri analizinin, sağlık işletmelerinde bulaşıcı hastalık risklerinin derecelendirilmesi amacıyla kullanılabilirliğini açıklamışlardır.

Uslu (2016), yaptığı risk değerlendirme de laboratuvar çalışanlarının sağlığını etkileme ihtimali olan fiziksel risk faktörlerinin nedenlerini tespit etmiş ve analizini gerçekleştirmiştir. Ayrıca hastanelerde biyokimya alanında sunulan laboratuvar hizmetlerine ilişkin tüm süreçlerde çalışanlar için sağlıklı bir laboratuvar çalışma ortamı oluşturmaya çalışmıştır. Can ve Kargı (2019), ülkemizde faaliyet gösteren 17 farklı sektöre ait istatistik yıllığında yer alan İş Sağlığı ve Güvenliğine (İSG) ilişkin kayıtları dikkate alarak; söz konusu sektörlerle ilişkin İSG risk seviyelerinin değerlendirmesini yapmışlardır. Oturakçı ve Dağsuyu (2017), risk değerlendirme metodları arasında sıklıkla kullanılan ancak literatür açısından yeteri kadar kaynağı bulunmayan Fine-Kinney yöntemi için bulanık mantık çerçevesinde yeni bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Şişman (2019), hata türü ve etkileri analizinde bulanık AHP ve bulanık VIKOR yöntemlerini kullanarak otomotiv sektöründe bulunan bir yardımcı sanayide risk değerlendirmesi yapmıştır.

Toptancı ve Erginel (2017), ilk adımdan başlayarak bir inşaat firması için risk değerlendirmesi yapmışlardır. İyi bir risk değerlendirmesi ile inşaat alanında olan olası tehlikeleri belirleyip oluşan kazaların sayısının asgari düzeye indirilmesine çalışmışlardır. Yılmaz ve Şenol, (2017), Bulanık Mantık ve Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinin risk analizi sürecine entegrasyonu ile geleneksel risk analizi yaklaşımının etkinliğini artırmışlardır. Yerlikaya ve ark. (2016), Olasılık, Şiddet ve Saptanabilirlik risk faktörlerine ait ağırlıkları değerlendirmek için üçgen bulanık sayılarla ifade edilen dilsel değişkenleri kullanmışlardır. En ciddi hata türlerinin seçiminde, önceden teşhis edilen hata türlerinin risk önceliklerini belirlemek için bulanık B-Promethee yöntemini önermişlerdir. Birgören ve Yalçınkaya (2019), İSG çatısı altında FMEA yönteminin etkin kullanımı için FMEA terminolojisinin İSG'deki karşılıkları ve farklılıkları üzerinde durmuşlardır. Yöntemin ilerleyişinde olası hataların altı çizilerek dikkat edilmesi gereken hususları vurgulamışlardır. Ayrıca günümüzde genellikle iş sağlığı risklerinin analize dahil edilmemesine karşın iş güvenliği ve iş sağlığı risklerinin birlikte FMEA'da nasıl kullanıldığını açıklamışlardır.

Şerife ve Kılıç (2020), ofis iş yerlerindeki riskler ve alınan önlemlere yönelik çalışanlardaki farkındalığı belirlemeye çalışmışlardır. Ayrıca ofis çalışanlarının, buldukları ortamlarda ve işin yapılış biçimi nedeniyle birçok riske maruz kaldıklarını tespit etmişlerdir. Yurdakul ve ark. (2019) resmi bir kurumda risk analiz uygulaması gerçekleştirmişlerdir. Yaptıkları uygulama ile ilgili kuruluştaki tehlikeleri ve risk seviyelerini belirlemişlerdir. Ayrıca riskleri azaltmaya yönelik iyileştirme planları oluşturmuşlar ve planları uygulayarak risk seviyelerini kontrol altında tutmak için kontrol faaliyetleri belirlemişlerdir. Aydan ve Kaya (2017), Ankara'daki bir üniversite hastanesinde HTEA'nın sağlık hizmet süreçlerini iyileştirmede nasıl uygulanabileceğini göstermişlerdir. Çalışma kapsamında Klinik Patoloji Laboratuvarı Tetkik Süreci'nin yeniden planlamasını yapmışlar ve HTEA tekniği yardımıyla bu sürece dair riskleri gidermeye çalışmışlardır. Yenisarı ve ark. (2019), üniversite çalışanlarının İSG eğitimi konusundaki bilinç düzeylerini ve farkındalıklarını belirlemek amacıyla betimsel bir alan çalışması yapmışlardır. Ersoy ve ark. (2019), bir kamu üniversitesi gıda mühendisliği bölümüne ait toplam 6 adet uygulama ve araştırma laboratuvarında ilgili bakanlığın yayımladığı kontrol listelerini kullanarak tehlike ve riskleri tespit etmiş ve L tipi matris yöntemi ile risk analiz çalışmasını gerçekleştirmişlerdir.

### 3. Materyal ve Metot

Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) bir sistemde varolan ve/veya potansiyel problemleri tanımlayıp elimine etmek için kullanılan bir mühendislik tekniğidir (Baysal ve ark., 2002). HTEA ürünün ilk tasarım aşamasından başlayıp, ürünün yaşamı boyunca devam eden bir süreçtir. Başka bir tanımda ise Hata Türü ve Etkileri Analizi, ürün ve süreç problemlerini meydana çıkmadan önlemeye yönelik sistematik bir metottur (Baysal ve ark., 2002). HTEA ilk olarak ABD Silahlı Kuvvetleri Askeri Usulleri belgelerinde FME (C) A olarak yayınlanmıştır. 1960'larda NASA, uzay araçları için farklı isimlerle HTEA uygulamaları üzerinde çalışmıştır (Baig ve Prasanthi, 2013). İlk olarak ABD Ordusu tarafından uygulanan HTEA uygulaması daha sonra genellikle otomotiv endüstrisine uygulanmış olup sağlık sistemi içinde 1990'larda ilk uygulamaları gerçekleştirilmiştir. 1990'ların ortalarında Güvenli İlaç Uygulamaları Enstitüsü, HTEA'nın ilaçları dağıtırken oluşan hataları önlemek için kullanılmasını önermiştir (Chiozza ve Ponzetti 2009). Daha önce Ortak Sağlık Hizmeti Akreditasyonu Örgütü (JCAHO) olarak adlandırılan Ortak Komisyon (JC), günümüzde ise tüm akut bakım hastanelerinin HTEA'yı düzenli olarak kullanmasını önermektedir (Standart LD 5.2 Akreditasyon Kılavuzu, 2001 Baskısı). Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO) Teknik Komitesi de HTEA'yı yüksek tıbbi riskleri azaltma yöntemi olarak tanımlamaktadır (ISO / TS 22367).

HTEA ilk kez Amerikan ordusu tarafından geliştirilmiş ve NASA tarafından sistem ve donanım hatalarının ve bunların etkilerinin belirlenmesi için kullanılmaya başlanmıştır. Daha sonra otomotiv sanayisi, maden, gıda ve yazılım gibi birçok sektörde de uygulanmıştır. HTEA'da olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik gibi üç bileşenin çarpımı ile elde edilen Risk Öncelik Skoru (RÖS) ile hesaplanmakta olup RÖS değeri denklem 1'de verilmiştir. Burada *olasılık*, tehlikeli durumun olma ihtimalini göstermektedir. *Şiddet*, tehlikelerin olma ihtimalinde nasıl etki göstereceğini belirlemektedir. *Fark edilebilirlik* ise tehlikelerin olmadan önce ne kadar saptanılabildiğinin göstergesi olarak bilinmektedir. Olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik değerleri sırasıyla Tablo 1, 2, 3'te verilmiştir.

$$\text{Risk Öncelik Skoru (RÖS)} = \text{Olasılık (O)} \times \text{Şiddet (S)} \times \text{Fark edilebilirlik (D)} \quad (1)$$

Tablo 1. Kullanılan Özgün Olasılık Ölçeği

| Hatanın Sınıflandırması ve Sıklığı | Hatanın Olasılığı   | Puan |
|------------------------------------|---------------------|------|
| Çok yüksek : Kaçınılmaz hata       | ½ 'den az           | 10   |
|                                    | 1/3                 | 9    |
| Yüksek : Tekrar tekrar hata        | 1/8                 | 8    |
|                                    | 1/20                | 7    |
| Olası : Ara sıra olan hata         | 1/80                | 6    |
|                                    | 1/400               | 5    |
| Düşük : Nispeten az olan hata      | 1/2000              | 4    |
|                                    | 1/15000             | 3    |
| Çok Düşük : Olası olmayan hata     | 1/150000            | 2    |
|                                    | 1/1500000'den düşük | 1    |

Tablo 2. Kullanılan Özgün Şiddet Ölçeği

| Etki Düzeyi                   | Şiddet Etkisi   | Puan |
|-------------------------------|---|------|
| Uyarısız gelen yüksek tehlike | Felakete yol açabilecek etkiye sahip ve uyarısız gelen potansiyel hata                        | 10   |
| Uyarısız gelen tehlike        | Yüksek hasara ve toplu ölümlere yol açabilecek etkiye sahip ve uyarısız gelen potansiyel hata | 9    |
| Çok yüksek                    | Yıkıcı etkiye sahip, sistemin tamamen hasar görmesine neden olan hata                         | 8    |
| Yüksek                        | Ölüm, zehirlenme ve 3. derece yanık gibi etkiye sahip hata                                    | 7    |
| Orta                          | Organ kaybı, ağır yaralanma ve kanser gibi sonuçlara sebep olan hata                          | 6    |
| Düşük                         | Kalıcı iş göremezlik, kırık ve 2. derece yanık gibi sonuçlara neden olan hata                 | 5    |
| Çok düşük                     | İncinme, küçük kesik ve sıyrıklar ve ezilmeler gibi rahatsızlıklara neden olan hata           | 4    |
| Küçük                         | Sistemin çalışmasını yavaşlatan hata  | 3    |
| Çok Küçük                     | Sistemin çalışmasında kargaşaya neden olan hata   | 2    |
| Etki yok                      | Etki yok  | 1    |

Tablo 3. Kullanılan Özgün Belirlenim Ölçeği

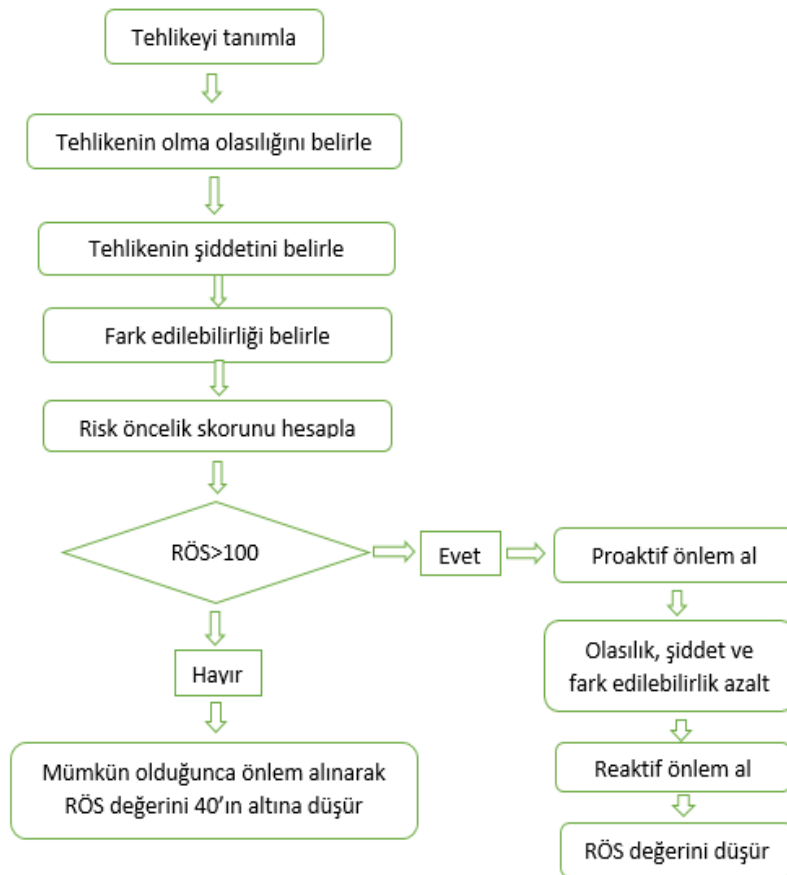
| Fark Edilebilirlik Düzeyi | Fark Edilebilirlik İhtimali   | Puan |
|---------------------------|---|------|
| Fark edilmez              | Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın farkedilebilirliği mümkün değil      | 10   |
| Çok az                    | Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın farkedilebilirliği çok uzak          | 9    |
| Az                        | Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın farkedilebilirliği uzak              | 8    |
| Çok düşük                 | Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın farkedilebilirliği çok düşük         | 7    |
| Düşük                     | Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın farkedilebilirliği düşük             | 6    |
| Orta                      | Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın farkedilebilirliği orta              | 5    |
| Yüksek ortalama           | Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın farkedilebilirliği yüksek ortalama   | 4    |
| Yüksek                    | Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın farkedilebilirliği yüksek            | 3    |
| Çok yüksek                | Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın farkedilebilirliği çok yüksek        | 2    |
| Hemen hemen kesin         | Potansiyel hatanın nedeninin ve takip eden hatanın farkedilebilirliği hemen hemen kesin | 1    |

Tablo 1-2-3'deki verileri kullanarak ve denklem 1'deki formül ile risk öncelik sayıları hesaplanmıştır. Risk puanları klasik olarak 0-40, 40-100 ve 100-1000 gibi üç sınıfa ayrılarak gösterilmektedir. RÖS değeri 40'ın altında olan riskler için herhangi bir önlem almaya gerek bulunmamaktadır. Bunun yanında RÖS değeri 40 ile 100 arasında olan riskler için ekibin kararına bağlı olarak gerekli önlem alınabilir. RÖS değeri 100'ü geçen riskler mutlaka gözden geçirilmelidir (Tablo 4).

Tablo 4. Tehlikelerin Risk Puanlarına Göre Kategorileri ve Yapılması Gereken Faaliyetlerin Özellikleri

| Risk Öncelik Skoru (RÖS) | Önlem Kararı              |
|--------------------------|---------------------------|
| $RÖS < 40$               | Önlem almaya gerek yok    |
| $40 \leq RÖS \leq 100$   | Önlem alınabilir          |
| $RÖS > 100$              | Önlem alınması gereklidir |

Sonlu bir analiz olmayan HTEA sistemin sürekli olarak kontrol altına alınması ve olası iş kazası olduğunda önlemlerin alınarak analizin tekrar edilmesi, değişen teknolojik şartlara göre sistemin karşılaştığı tehlike ve hataları belirleyerek bu durumlar içinde risk analizinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Metodun işleyiş akışı Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. HTEA Tekniği Çerçevesinde Yapılan Uygulamanın Akış Şeması

HTEA'nın ekip çalışması ile yürütülmesi, ekipte bulunan kişilerin birbirlerinin bilgi ve tecrübelerinden yararlanması mümkün olacağından son derecede önemlidir. Bu sebeple risk analizi ve değerlendirmesi yapılmadan önce ekip mutlaka oluşturulmalıdır. Fikir ve görüşlerine başvurulacak kişilerin ekip üyesi olmaması gerekmektedir. Literatürde HTEA için oluşturulacak

ekibin 5- 9 arasında üyeden oluşmasının uygun olduğu belirtilmekle birlikte ekibin tercihen 5 kişiden oluşması önerilmektedir. Üye sayısının fazla olması durumunda konunun dağılmasına az olmasında ise yeterli fikir üretilmemesine neden olacağı için önerilmemektedir (Stamatis, 1995; Durhan, 2006).

#### **4. Analiz ve Bulgular**

Çalışmada ekip üyeleri iş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirme yönetmeliğine bağlı kalınarak süreci tanıyan kişiler arasından seçilmişlerdir. Risk analizi yapılmadan önce eğitim ve genel değerlendirme toplantıları yapılmıştır. Değerlendirme toplantılarında süreci iyileştirmek için HTEA ekibinden görüşler alınarak incelemeler yapılmıştır. Burada iyileştirme alanları belirlenerek sıralanmış ve çalışmaya hangi kısımdan başlanacağına karar verilmiştir. Mühendislik fakültesinde bulunan akademik ve idari ofisler, laboratuvar ve sınıflar olarak gruplandırılmıştır. Bu gruplara göre süreçte ne gibi sorunların meydana gelebileceği belirlenmeye çalışılmıştır.



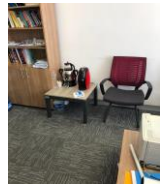

Gerekli incelemeler yapıldıktan sonra olası tehlikeler ya da yapılacak iyileştirmeler belirlenmiş olup risk analizi çalışması gerçekleştirilmiştir. Risk analizinde önce hataların ortaya çıkma olasılığı, şiddet ve fark edebilirlik bakımından puanlanması ile yapılmaktadır. Bu puanlama uygun bulunan hazır ölçekler ya da hazırlanacak olan yeni ölçekler aracılığıyla yapılmaktadır. Uygulanan HTEA metodu sonuçları ve önerilen iyileştirme faaliyetlerine ilişkin bilgiler Tablo 5’de verilmiştir.



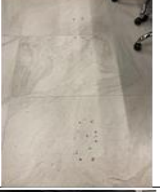



Tablo 5. Risk değerlendirme sonuçları

| SIRA NO | FAALİYET GÖRSELİ  | FAALİYETİN TANIMI                          | MEVCUT DURUM                                       | TEHLİKE TANIMI  | RİSK TANIMI   | SONUÇ (ŞİDDET)  | OLASILIK (O) | FREKANS (F) | ŞİDDET (S) | RİSK DEĞERİ SKORU | PLANLANAN FAALİYETLER ÖNERİLERİ   |
|---------|---|--|--|---|---|---|--------------|-------------|------------|-------------------|---|
| 1       |    | Akademik ve İdari ofisler                  | Kablolar   | Kabloların açıkta olması  | Takılma / Düşme / Elektrik çarpması                         | Ekipmanın tamamen hasar görmesi / ölüm, yanık ve yaralanma            | 4            | 4           | 7          | 112               | Açıkta bulunan kabloların takılma ve düşmeyi önleyecek şekilde düzenlenmesi.  |
| 2       |    | Akademik ve İdari ofisler                  | Dolaplar   | Sabit olmayan dolap veya raflar   | Sarsıntı durumunda malzeme düşme veya devrilme              | Sistemin performansını etkileyen, uzuv ve organ kaybı, ağır yaralanma | 4            | 5           | 7          | 140               | Dolapların ve çalışma masalarının zemine ve duvara sabitlenmesi.  |
| 3       |    | Akademik ve İdari ofisler                  | Dolap üstleri                                      | Uygun olmayan depolama ve istifleme   | Cisim düşmesi / Yaralanma                                   | Kırık, kalıcı küçük iş göremezlik, beyin sarsıntı                     | 3            | 5           | 7          | 105               | Kullanılmayan cihaz ve malzemenin kitaplık ve benzeri yüksek dolaplar üzerinde istiflenmesinin engellenmesi.                                  |
| 4       |   | Akademik ve İdari ofisler / Laboratuvarlar | İlkyardım dolabı olmaması                          | İlkyardım dolabı  | Hızlı müdahale yapılamaması                                 | Sistemi yavaşlatan hata / hafif yaralanma                             | 3            | 6           | 3          | 54                | Ecza dolabı ve ilk yardım malzemeleri temin edilmeli  |
| 5       |  | Akademik ve İdari ofisler                  | Sandalyeler  | Ergonomik olmaması  | Ayak tekerleklerinin kırılması                              | İncinme, küçük kesik ve sıyrık, ezilme vb. hafif yaralanma            | 4            | 6           | 5          | 120               | Ergonomik ve sağlam sandalye temini yapılması   |
| 6       |  | Akademik ve İdari ofisler                  | Merdivenler  | Merdivenlerde kayma engelleyici bantın olmaması                               | Kayıp düşmeler, dikkatsizlik sebebi düşmeler                | Düşme, yaralanma, sakatlanma  | 5            | 6           | 6          | 180               | Zemin kayma veya düşmeyi önleyecek şekilde uygun malzeme ile kaplanmalı   |
| 7       |  | Akademik ve İdari ofisler                  | Çalışma alanlarının yetersizliği ve eşya yerleşimi | Deney çalışma araç ve gereçlerin akademik ofislerde olması ve düzensiz olması | Düşme/ Devrilme/ Hafif yaralanma                            | İncinme, küçük kesik ve sıyrık, ezilme vb. hafif yaralanma            | 3            | 7           | 4          | 84                | Ofis içerisinde hareketi kısıtlayıcı malzemelerin uygun bir şekilde düzenlenmesi.   |
| 8       |  | Akademik ve İdari ofisler                  | Acil çıkış merdiveni ve aydınlatması               | Acil çıkış merdiveni ve aydınlatmanın olmaması                                | Panik/ Yığılma / Yaralanma                                  | Yüksek hasara sebep olması, ölüm                                      | 4            | 10          | 8          | 320               | Merdiven kurulmalı ve elektrik olmasa dahi acil durumda 2 saat yanabilen aydınlatma olmalı  |
| 9       |  | Akademik ve İdari ofisler                  | Acil durum yönlendirmeleri                         | Koridorlarda acil durum levha ve işaretlerinin yanlış ve yetersiz oluşu       | Acil durum sırasında çalışanların kaza geçirmesi ve yığılma | Yüksek hasara sebep olması, ölüm                                      | 4            | 10          | 8          | 320               | Koridorlarda herhangi bir acil durumda hangi yöne gidileceğine dair işaretlerin ve acil durum kaçış şemalarının uygun yerlere yerleştirilmesi |

Tablo 5. Risk değerlendirme sonuçları(devamı)

|    |   |                           |   |   |                             |  |   |   |   |     |   |
|----|---|---------------------------|---|---|-----------------------------|--|---|---|---|-----|---|
| 10 |    | Akademik ve İdari ofisler | Sistem odası ve elektrik panoları           | Elektrik  | Elektrik çarpması           | Ekipmanın tamamen hasar görmesi / ölüm, yanık ve yaralanma             | 5 | 5 | 7 | 175 | Elektrik panoları üzerine elektrik tehlikesi işareti konmalı mümkünse altlarına yalıtkan paspas konması. Tüm elektrik panoları içine kaçak alarm konması  |
| 11 |    | Akademik ve İdari ofisler | Ofis ortamında halı olması                  | Halıların toz tutması                               | Yürürken tozlanma olması    | Solunum Rahatsızlıkları  | 2 | 5 | 6 | 60  | Periyodik olarak temizliğinin yapılması   |
| 12 |   | Akademik ve İdari ofisler | Aydınlatma                                  | Yetersiz Aydınlatma                                 | Dikkatsizlik / Görme kaybı  | Görme Bozulukları ve iş kazası   | 3 | 6 | 6 | 108 | İş ortam ölçümlerinden aydınlatma ölçümü yapılmalı buna bağlı olarak aydınlatma lüksleri düzenlenmeli   |
| 13 |   | Akademik ve İdari ofisler | Tuvaletler                                  | Temizlik  | Hijyenik olmayışı           | Bulaşıcı Hastalık  | 4 | 5 | 7 | 140 | Tuvaletlerin eksik temizlenmesi gibi durumlarda olası bir bulaşıcı hastalığın yayılmaması için temizliğin düzenli yapılması. Oluşturulacak çizelgeye göre |
| 14 |   | Akademik ve İdari ofisler | Temizlik                                    | Kullanılacak kimyasallar                            | Zararlı veya Toksik olması  | Göze cilde deriye temas/ solunması                                     | 4 | 6 | 7 | 168 | Tuvaletlerde temizlik amacıyla kullanılan kimyasalların ve sıvı sabunların MSDS malzeme güvenlik bilgi formlarının alınması ve uygun şekilde saklanması   |
| 15 |  | Akademik ve İdari ofisler | Ofislerde çay ve kahve makinelerinin olması | Açıkta unutulması ve devrilme                       | Elektrik çarpması ve yangın | Ekipmanın tamamen hasar görmesi / ölüm, zehirlenme, yanık ve yaralanma | 7 | 4 | 7 | 196 | Çay ve Kahve makinelerin çay ocağında kullanılması  |
| 16 |   | Laboratuvarlar            | Havalandırma                                | Yetersiz Havalandırma                               | Bulaşıcı hastalıklar        | Akut ölümcül hastalıklar   | 4 | 9 | 8 | 288 | Havalandırma sistemi olmalı   |
| 17 |   | Laboratuvarlar            | Aydınlatma                                  | Yetersiz Aydınlatma                                 | Dikkatsizlik / Görme kaybı  | Görme Bozulukları ve iş kazası   | 3 | 6 | 6 | 108 | İş ortam ölçümlerinden aydınlatma ölçümü yapılmalı buna bağlı olarak aydınlatma lüksleri düzenlenmeli   |
| 18 |  | Laboratuvarlar            | Düzensizlik                                 | Deney araç ve gereçler için uygun yerlerin olmaması | Devrilme / Çarpma           | İncinme, küçük kesik ve sıyrık, ezilme vb. hafif yaralanma             | 4 | 7 | 5 | 140 | Uygun raf ve dolap sistemleri geliştirilmeli  |

Tablo 5. Risk değerlendirme sonuçları(devamı)

|    |  |  |                            |   |                               |  |   |   |   |     |   |
|----|--|--|----------------------------|---|-------------------------------|--|---|---|---|-----|---|
| 19 |   | Laboratuvarlar                             | Zemin                      | Zeminde engebe ve deformasyon bulunması | Düşme / Kayma                 | Uzuv kaybı, ölüm, ağır yaralanma                           | 3 | 5 | 7 | 105 | Kırılmış ve bozulmuş zeminlerin değiştirilmesi tamir edilmesi   |
| 20 |   | Laboratuvarlar                             | Yerleşim Düzensizliği      | Laboratuvar içi yerleşim                | Takılma / Düşme               | Ekipmanın tamamen hasar görmesi / ölüm, yanık ve yaralanma | 4 | 4 | 7 | 112 | Laboratuvar içerisinde hareketi kısıtlayıcı çalışma ve bilgisayar masalarının uygun bir şekilde düzenlenmesi  |
| 21 |  | Laboratuvarlar                             | Termal Konfor              | İklimlendirme cihazları kullanımı       | Termal Konfor / Alerji / ÜSYE | Akut ölümcül hastalıklar                                   | 3 | 8 | 7 | 168 | İklimlendirme cihazlarının periyodik kontrollerinin yapılması.  |
| 22 |   | Laboratuvarlar                             | Elektrik panoları          | Elektrik panoları açık olması           | Elektrik / Çarpılma           | 3. derece yanık, ölüm, yaralanma                           | 4 | 5 | 7 | 140 | Elektrik panoları kilitli tutulmalı yetkisiz kişilerin müdahalesinden kaçınılmalı. Panoların içine hangi oda ve koridorların elektrik bağlantılarının hangi |
| 23 |  | Laboratuvarlar                             | Prizler                    | Açık prizler                            | Elektrik / Çarpılma           | 3. derece yanık, ölüm, yaralanma                           | 4 | 5 | 7 | 140 | Armatürler takılmalı ve bağlantıları kontrol edilmelidir.   |
| 24 |  | Laboratuvarlar                             | Laboratuvar                | Laboratuvar kuralları                   | İş kazası                     | Kalıcı küçük iş görememezlik, yanık, incilme               | 3 | 8 | 5 | 120 | Laboratuvar uyulması gerekli kurallar ve cihaz talimatları olmalı   |
| 25 |  | Akademik ve İdari ofisler / Laboratuvarlar | Ekipman periyodik kontrolü | Elektrik tesisatı                       | İş kazası                     | Yüksek hasara sebep olması, ölüm                           | 4 | 8 | 8 | 256 | Periyodik kontrollerinin yapılması  |
| 26 |  | Akademik ve İdari ofisler                  | Pencere                    | Cam temizliği                           | İş kazası, düşme              | Yüksek hasara sebep olması, ölüm                           | 5 | 5 | 8 | 200 | Temizlik yapan kişinin paraşüt tipi emniyet kemeri kullanmalı   |

Yapılan risk analizi ve değerlendirmesi sonucunda 26 farklı risk tespit edilmiştir. Risk puanlarına göre RÖS değeri 40'ın altında olan herhangi bir riske rastlanmamıştır. Bunun yanında RÖS değeri 40 ile 100 arasında olan 4, 7 ve 11 nolu sırada 3 risk tespit edilmiştir. Bu riskler ile ilgili olarak ecza dolabı ve ilk yardım malzemelerinin temin edilmesi, ofis içinde hareketi kısıtlayıcı malzemelerin uygun şekillerde yerleştirilmesi ve periyodik olarak temizliklerinin yapılması

şeklinde öneriler verilmiştir. RÖS değeri 100'ü geçen 23 risk tespit edilmiş olup bu risklere ait gerekli öneriler Tablo 5'te verilmiştir.

## **5. Sonuç ve Öneriler**

Hata türleri ve etkileri analizi, güçlü bir kantitatif risk analizi olup hataları ortaya çıkmadan önlemeye yönelik bir teknik olarak bilinmektedir. Bu yöntem uygulanmaya başlanmadan önce yönetimin desteği kesinlikle alınmalıdır. Ayrıca oluşturulan HTEA ekibi ile toplantılar yapılarak proaktif önlem alınması için beyin fırtınası yapılması gerekmektedir. Bu sayede daha nesnel sonuçlar elde edilmektedir.

Eğitim sektöründe yapılan çalışmada mühendislik fakültesi için insan sağlığını tehdit eden 26 tehlike belirlenerek risk öncelik skorları belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada mühendislik fakültesi için hangi tehlike durumları ve hangilerinin daha fazla öneme sahip olduğu belirlenmiştir. Var olan tehlikeler olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik olacak şekilde hesaplanmış olup hesaplama sonuçlarına göre düzeltici ve önleyici faaliyetler çalışmada sunulmuştur. RÖS değerlerine göre yüksek çıkan sonuçlar acil önlem alınması gerektiğini göstermektedir. Bu tedbirlerin alınmaması durumunda tehlikeli durumlar ortaya çıkmasına sebep olabilecektir.

Gelecek çalışmalarda veri tipi aynı tutularak diğer kantitatif risk değerlendirme yöntemlerinin kıyaslanması ile eğitim sektörü için hangisinin verimliliği olduğu araştırılabilir. Çalışma sadece mühendislik fakültesinde yapılmış olup üniversitenin tamamı düşünülerek kapsamlı yeni bir çalışma yapılabilir. Ayrıca çalışma devlet ve vakıf üniversitelerinin karşılaştırılması şeklinde karşılaştırmalar yapılabilir. Çalışma diğer yöntemler (bulanık mantık vs. ) kullanılarak da geliştirilebilir.

## **Kaynakça**

- Aydan, M., & Kaya, S., (2017). Hata Türü Ve Etkileri Analizi (HTEA): Üniversite Hastanesinde Bir Uygulama, Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi, 20(4), 475-502.
- Baig, M. H. A., & Prasanthi, S. G. (2013). Failure Modes and Effect Analysis of a Mechanical Assembly by Using Mil-Std 1629a Method, International Journal of Advanced Information Science and Technology (IJAIST), 13(13), 17-20.
- Baysal, M. E., Canıyılmaz, E., & Eren, T. (2002). Otomotiv Yan Sanayinde Hata Türü Ve Etkileri Analizi, Teknoloji Dergisi, 5(1-2), 83-90.
- Birgören, B., & Yalçınkaya, M. (2019). İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesinde Hata Türleri ve Etkileri Analizinin (FMEA) Kullanımı, Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, 11(1), 41-50.
- Can, G. F., & Kargı, Ş. (2019). Sektörlerin İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönünden Risk Seviyelerinin Critic-Edas Entegrasyonu İle Değerlendirilmesi, Journal Of Industrial Engineering (Turkish Chamber Of Mechanical Engineers), 30(1), 15-31.
- Ceylan, H., & Başhelvacı, V. S. (2011). Risk Değerlendirme Tablosu Yöntemi İle Risk Analizi: Bir Uygulama, Uluslararası Mühendislik Araştırma Ve Geliştirme Dergisi, 3(2), 25-33.
- Chiozza, M. L., & Ponzetti, C. (2009). FMEA: A Model For Reducing Medical Errors, Clinica Chimica Acta, 404(1), 75-78.
- Durhan D. (2006). Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) ve Bir Uygulama, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ersoy, S., & Kaya, E. Ç. (2019). Bir Kamu Üniversitesi Gıda Mühendisliği Laboratuvarları Risk Analiz Uygulaması, Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 8(4), 411-423.
- Eryürek, Ö. F., & Tanyaş, M. (2003). Hata Türü Ve Etkileri Analizi Yönteminde Maliyet Odaklı Yeni Bir Karar Verme Yaklaşımı, İTÜDERGİSİ/d, 2(6), 31-40

- Güler, T. (2014). 12 Eylül 2010 Tarihli Anayasa Değişikliğinin Kamu Görevlileri Sendikacılığına Etkileri, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* (41), 213-220
- Khasha, R., Sepehri, M. M., & Khatibi, T. (2013). A fuzzy FMEA Approach To Prioritizing Surgical Cancellation Factors, *International Journal of Hospital Research*, 2(1), 17-24.
- Liu, HC., You, JX., You, XJ. (2014), Evaluating The Risk Of Healthcare Failure Modes Using Interval 2-Tuple Hybrid Weighted Distance Measure, *Computers & Industrial Engineering*, 78(2014), 249-258.
- Mannan, S., (2005). 3708, 345, 337, 1, Less' Loss Prevention in the Process Industries (Volume 2), 3rd Edition.
- Megep, (2005). İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği, MEB., Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, Ankara, 74.
- Mızrak Özfırat, P., (2014). Bulanık Önceliklendirme Metodu Ve Hata Türü Ve Etkileri Analizini Birleştiren Yeni Bir Risk Analizi Yöntemi, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi*, 29(4), 755-768
- Oturakçı, M., & Dağsuyu, C. (2017). Risk Değerlendirmesinde Bulanık Fine-Kinney Yöntemi Ve Uygulaması, *Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, 1(1), 17-25.
- Reiling, GJ., Knutzen, BL., & Stoecklein, M. (2003), FMEA: The Cure For Medical Errors, *Qual Progress*; 36(8), 67-71.
- Sivrikaya, O. (2016). Türkiye'de Yükseköğretim Kurumlarında İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitiminde Güncel Durum, *Journal of Higher Education & Science/Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, 6(2), 151-162
- Soykan, Y., Kurnaz, N., & Kayık, M. (2014). Sağlık İşletmelerinde Hata Türü ve Etkileri Analizi İle Bulaşıcı Hastalık Risklerinin Derecelendirilmesi, *Organizasyon Ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 6(1), 172-183.
- Stamatis, D. H. (1995). Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution. ASQC Quality Press, Milwaukee
- Şerife, O. K., & Kılıç, M. (2020). Bir Kamu Kurumunda Ofis Çalışanlarında İşyerindeki Risklerin Farkındalığının Belirlenmesi, *Bozok Tıp Dergisi*, 10(1), 139-149.
- Şişman, B. (2019). Hata Türü ve Etkileri Analizinde Bulanık Ahp Ve Bulanık Vıkor Yöntemleri İle Otomotiv Sektöründe Risk Değerlendirmesi, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(18), 234-250.
- Taşan, K., (2006). Bir Güvenilirlik ve Risk Değerlendirme Metodu Olarak Hata Türü ve Etkileri Yöntemi: Bir Otomotiv Yan Sanayi İşletmesinde Uygulanması, *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.*
- Toptancı, Ş., & Erginel, N. (2017). Hata Türü Ve Etkileri Analizi Ve Kalite Fonksiyon Yayılımı ile Bir İnşaat Firması İçin Risk Değerlendirmesi, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 5, 189-199.
- Uslu, M. K. (2016). Laboratuvar Çalışanlarının Karşılaştığı Fiziksel Risklerin Hata Türü Ve Etkileri Analizi (HTEA) İle Değerlendirilmesi: Bir Üniversite Hastanesi Örneği, *Yayınlanmamış Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.*
- Usuş, C. (2002). Hata Türleri Ve Etkileri Analizi (HTEA) Ve Üretim Ve Hizmet Sektörü Uygulamaları, *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.*
- Wetterneck, TB., Skibinski, K., Schroeder, M., Roberts, TL., & Carayon, P. (2004). Challenges with the performance of failure mode and effects analysis in healthcare organizations: An IV Medication Administration HFMEA, Paper presented at the Human Factors and Ergonomics Society 48th Annual Meeting, New Orleans, Louisiana.
- Yenisarı, B., Mestav, B., & Öztürk, Ö. F. (2019). Üniversite Çalışanlarının İş Sağlığı Ve Güvenliği Eğitimi Konusundaki Bilinç Düzeylerinin Araştırılması, *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 339-355.

- Yerlikaya, M. A., Burak, E. F. E., & Efe, Ö. F. (2016). İş Güvenliğinde Bulanık Promethee Yöntemiyle Hata Türleri Ve Etkilerinin Analizi: Bir İnşaat Firmasında Uygulama, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6(2), 126-137.
- Yılmaz, N., & Şenol, M. B. (2017). İş Sağlığı Ve Güvenliği Risk Değerlendirme Süreci İçin Bulanık Çok Kriterli Bir Model Ve Uygulaması, Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 32(1), 77-87
- Yurdakul, M., Gökpınar, E., & İç, Y. T. (2019). Resmi Bir Kurumda Risk Analizi Uygulaması. Mühendis ve Makina, 60(696), 221-230.