

Elektrik Nedenli Yangınların İncelenmesi ve FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) Yönteminin Uygulanması (Antalya Örneği)

¹Mehmet Cem Şengöz and *²Mustafa Merdan

¹Teknik Bilimler MYO, Akdeniz Üniversitesi, Türkiye

*²Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği, Mühendislik Fakültesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye

Özet:

Ülkemizde her türlü çalışma alanında meydana gelen yangınların %30'u yapılan çalışmalara göre elektrik nedenli olarak raporlandırılmaktadır. Elektrik nedenli yangınların (ENY), tüm yangınların 1/3'ü olmasına rağmen can kayıplarının yanı sıra önemli maddi kayıplara yol açtığı yapılan bilimsel çalışmalardan anlaşılmaktadır. Konuyla ilgili olarak bazı Büyükşehir İtfaiye Daire Başkanlıkları internet sitelerinde, bölgelerinde yaşanan yangın olaylarına ait bilgileri vermektedir. Ancak bu bilgiler, yangınları önleme konusunda yeterli olmamaktadır. Yangınlarla ilgili hem farkındalık çalışmaları hem de önleyici faaliyetler yapılmamaktadır.

Sözü edilen eksikliklerden dolayı bu çalışmada ilk olarak Antalya'da meydana gelen yangınlar incelenmiştir. Bu incelemeden elde edilen sonuçlar ışığında FMEA yönteminin bir iş yerinde uygulanmasıyla ilgili örnek verilmiştir. Ayrıca risk analizi sonrasında işletme şartlarına göre değişen koşullardan ötürü, saha kontrolleriyle ilgili bir kontrol listesi örneği de sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Elektrik, Yangın, Antalya, FMEA

Abstract:

In our country, 30% of the fires that occur in all kinds of work areas are reported as electricity caused by the works done. Although electrical fires (EF) are 1/3 of all fires, It is understood from the scientific studies that electrical fires cause more loss of life and financial loss than other fires. Concerning the subject, some Metropolitan Fire Department's websites provide information about the fire events in their regions in the internet. However, this information is not enough to prevent these fires. Both awareness studies and fire prevention activities are not carried out.

Due to the mentioned shortcomings, in this study, firstly, the fires where occurred at Antalya were examined. An example of the workplace implementation of the FMEA method is presented in the light of the results obtained from this study. In addition, after the risk analysis, an example of a checklist related to work area inspections is also presented due to the changing conditions according to the operating conditions.

Key word: Electricity, Fire, Antalya, FMEA

1. Giriş

Yangınlar, önemli bir iş kazası türüdür. İnsanlığın ihtiyaçlarının karşılandığı her türlü imalat ve hizmet sektöründe meydana geldiklerinde hem can kayıplarına hem de maddi kayıplara yol açmaktadır. Ülkemizde çok sayıda çalışanın bulunduğu fabrika, maden ve tersane gibi imalat sektörlerinin yanı sıra market, otel, hastane, okul gibi hizmet sektörlerinde çok sayıda yangın

*Corresponding author: Address: Teknik Bilimler MYO, Akdeniz Üniversitesi, 07060, Antalya, Türkiye. E-mail address: csengoz@akdeniz.edu.tr, Phone: 02423106723

meydana gelmiştir. Bu yangınlara yol açan birçok neden gösterilmekle birlikte, özellikle sanayi faaliyetlerinde en önemli yangın başlatıcısının elektrik arkları olduğu görülmüştür.

Can kayıplarına ve maddi hasarlara yol açan elektrik nedenli yangınların önlenmesi tamamen mümkün olmasa da yapılacak disiplinli risk analizi çalışmalarıyla azaltılmaları mümkündür. Temel olarak üç aşamadan oluşan bu çalışmalar için, öncelikle elektrik nedenli yangınların başlangıç yerlerini ve miktarlarını veren istatistiksel bilgilere ihtiyaç vardır. Ardından bu bilgiler kullanılarak saha kontrolleri yapılmalı ve iş yerinde elektrikten kaynaklanabilecek tehlikeler belirlenmelidir. Son olarak da ihtiyaçları karşılayabilecek bir risk analizi yöntemiyle bu veriler değerlendirilerek riskler ve gerekli önlemler tespit edilmelidir.

2. Materyal ve Yöntem

Özette de belirtildiği gibi 2010 ve 2014 yılları arasında Antalya’da meydana gelen ve Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı tarafından raporlandırılan yangınlar incelenmiş, ENY olarak raporlandırılanlar tespit edilmiştir. Belirlenen bu raporlar sayısallaştırılmış ve excel programında istatistiksel olarak incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, FMEA risk analizi yapılırken olasılık hesaplamasında kullanılmıştır.

2.1. FMEA yöntemi

Özkılıç yaptığı çalışmada, FMEA yönteminin, ürünlerin ve proseslerin geliştirilmesinde öncelikli olarak hata riskinin ortadan kaldırılmasına odaklanan, bu amaçla yapılan faaliyetleri belgelendiren bir teknik olduğunu ve ilk görevinin önleyici faaliyetlerle ilgilenmek olduğunu belirtmiştir. 60’lı yıllarda havacılık endüstrisinde kullanılmak üzere yeniden geliştirilen yöntem, günümüzde teknoloji ağırlıklı sektörlerin yanı sıra kimya ve otomotiv endüstrisinde de rahatlıkla kullanılmaktadır[1].

Yöntemin önemli birçok özelliği bulunmaktadır:

- Meydana gelen hatalar için istatistiksel çalışmalardan yararlanma,
- Hataların etkilerinin oluşturulan takım üyeleri tarafından detaylı olarak tartışılması,
- Hataların fark edilememesi durumundaki etkilerinin incelenmesi,
- Sistemin tamamına uygulanabilmesinin yanı sıra sistemi oluşturan parçaların her birine de bağımsız olarak uygulanabilmesi. Bu, risk analizinde başarıyı arttırmaktadır.

FMEA yönteminde olasılık hesabı yapılırken bazı iş sağlığı güvenliği uzmanları “kestirim yöntemi”ni kullanılmaktadır fakat bu durum, alınacak önlemlerin maliyetini ya gereksiz yere yükseltebilmekte ya da risklerle ilgili yetersiz önlemler alınmasına yol açabilmektedir.

Dirik, statik elektrik yük deşarjlarına bağlı oluşan arklardan kaynaklanan patlama ve yangınların önlenmesi amaçlı risk analizinde, FMEA yöntemini kullanmıştır. Çalışmasında bir alüminyum toz karıştırıcısı ve bir balık fabrikasında meydana gelen iki ayrı patlamayı ve nedenlerini ortaya koymuş, bunu yaparken FMEA analiz yöntemini kullanmıştır. Bu yöntemin tek eksiği, olasılık hesabının, kestirim yöntemiyle yapılmasıdır[2].

Milli, FMEA yöntemini kullanırken çalışmasını yaptığı hazır giyim fabrikasını 5 bölüme ayırmış ve her bir bölüm için ayrı bir risk analizi çalışması gerçekleştirmiştir. Risk analizlerini yaparken de olasılık hesabı yerine kestirim yöntemini kullanmıştır. Böylece, bir fabrikanın bölümlere ayrılabilmesini, her bir bölümde ayrı risk analizi çalışması yürütülebileceğini ve sistemi oluşturan makine parkı, elektrik besleme sistemleri gibi alanlarda da FMEA uygulamasının gerçekleştirilebileceğini söylemiştir. Ayrıca meydana gelecek olayların şiddetlerinin belirlenmesinde ve fark edilmesinde puanlama için 2014 yılı SGK kaza istatistiklerinden yararlanıldığını ifade etmiştir[3].

Birgören yaptığı çalışmada ülkemizde özellikle Fine-Kinney risk analizi yönteminin kullanımıyla yürütülen yüksek lisans tezinin ve yayınlanan makalenin olasılık hesaplarını kullanmaması yönünü eleştirerek yapılan çalışmaların yanlış olduğuna dikkat çekmiştir. FMEA yöntemi de olasılık hesaplamasını gerektiren bir yöntemdir. Olayların meydana gelmesini inceler ancak bu konuda da yapılan yüksek lisans ve makale çalışmalarında görülmüşürki akademisyenler olasılık hesaplamalarını yapmamış ve hesaplamalarda gerekli puanları “kendilerine göre ya da çalışanların deneyimlerine dayanarak” tahminen almışlardır[4].

Risk analizinin ana konusu; tehlikeler ve bunlarla ilişkili risklerin meydana gelmesi olasılıklarıdır. Ancak ülkemizde neredeyse yürütülen her tez çalışmasında olasılık hesabını gerektiren risk analizinde istatistiksel bilgilerden yararlanma yoluna gidilmemiştir.

Yurttaş, krom madeninde yürüttüğü ve 200 adet tehlike ve ilişkili risklerini incelediği çalışmasını matris yöntemiyle gerçekleştirmiştir. Bilindiği üzere yer altı madenleri, gaz ve toz kaynaklı parlama ve patlamaya bağlı yangınlar açısından en tehlikeli işyerleri arasındadır. Ancak matris yöntemiyle inceleme yapılırken herhangi bir istatistikten yararlanılmamış ve işletmenin tek bir noktasında elektrik tehlikesine bağlı yangın riski için puanlama yapılmıştır[5].

3. Sonuçlar

3.1.Antalya’da meydana gelen ENY’lerle ilgili genel tablolar, başlama yerleri ve frekansları

Antalya Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığından temin edilen yangın raporlarından, beş yıllık süreçte gerçekleşen elektrik nedenli yangınların incelenmesi için yeterli miktarda veri elde edilmiştir; bunların tahlil edilmesiyle de tablo 1’de yer alan sonuçlara ulaşılmıştır. Bu sürede meydana gelen ENY’lerin toplam yangınlara oranı tablo 2’de yer almıştır. Çalışma ve yaşam alanlarında meydana gelen ENY oranlarının karşılaştırılması ise tablo 3’te bulunmaktadır. Tablo 4’te, Antalya’da meydana gelen ENY’lerin başlama yerleri ve miktar bilgileri belirtilmiştir.

Tablo 1: Antalya’da meydana gelen yangınların genel görünümü

Yıl	Ev-iş yeri yangınlarının sayısı	Elektrik nedenli yangınların sayısı	Elektrik nedenli yangınların toplam maliyeti (TL)	Yaralı sayısı	Ölü sayısı
2010	887	273	1.670.975	5	0
2011	1.086	407	2.613.250	20	1
2012	1.272	401	3.395.000	17	0

Tablo 1 (devamı);

2013	1.494	479	6.270.250	11	0
2014	2.478	389	2.971.120	29	0
Toplam	7.217	1.949	16.920.595	82	1

Tablo 2: 2010-2014 yılları arasında meydana gelen ENY'lerin toplam yangınlara oranı

Ev-iş yeri yangın sayısı	ENY sayısı	ENY'lerin ev-iş yeri yangınlarına oranı
7.217	1.949	%27,01

Tablo 3: ENY'lerin yaşam alanları ve iş yerlerine göre dağılımı

ENY meydana gelen yer	Miktar	Toplam yangınlar içindeki payı
Yaşam alanları	1083	% 55,56
İş yerleri	866	% 44,43

Tablo 1'e göre her geçen yıl ENY sayısı ve bu yangınlarda meydana gelen hasar miktarı artmaktadır. Sadece 2014 yılında meydana gelen ENY'lerde hasar miktarı gerilemiş görünmektedir. Bu yangınlarda yaralanan insan sayısında da ciddi bir artış görülmektedir. Tablo 4 ile sunulan genel görünüme göre de neredeyse her türlü elektrikli cihazdan ENY kaynaklanabilmektedir. Bu ise risk analizi uygulamasında tehlikelerin belirlenmesi bakımından önemli bir konudur.

Tablo 4: ENY'lerin başlama yerleri ve miktarları

Sıra	ENY Başlama Yeri	Miktar
1	Bina ya da direk tipi trafo kaynaklı yangınlar	145
2	Pano yangınları	144
3	Havai hatların sıcak nedeniyle sehim yaparak, koparak, ağaçlara temas ederek veya fırtına nedeniyle yangına neden olması	126
4	Direklerde izolatör, sigorta ya da kabloların aşırı ısınmasından kaynaklanan yangınlar, direk lambalarından ya da direklerde meydana gelen arklardan kaynaklanan yangınlar	75
5	Klima yangınları	46
6	Elektrik tesisatının dış etkenlerden hasar görmesi neticesinde açığa çıkan iletkenlerden oluşan arklardan kaynaklanan	41
7	Aydınlatma ve aydınlatma tesisatları kaynaklı yangınlar	34
8	Yapı bağlantı hattı kablo yangınları	26
9	Buzdolabı, mini iş yeri tipli, ev+endüstriyel derin dondurucu yangınları	24
10	Çoklu priz yangınları	23
11	Küçük mutfak aletleri yangınları (tost makinesi, mini fırın, su ısıtıcısı vb.)	21
12	Elektrik nedenli olduğu düşünülmekte olan yangınlar	14
13	Sıva üstü tesisat kaynaklı yangınlar	13
14	Tavan/duvar tipi havalandırma fanları, hava perdesi, vantilatör yangınları	12
15	Çeşitli motorlardan kaynaklanan yangınlar	11
16	Çeşitli büro makinelerinden kaynaklanan yangınlar	11
17	Tali pano yangınları	10
18	Elektrikli ısıtıcı yangınları	10
19	Elektrikle çalışan çeşitli cihazların kablolarının hasar görmesi neticesinde meydana gelen arklardan kaynaklanan yangınlar	9
20	Banyo şofbeni yangınları	7
21	Çamaşır makinesi yangınları	6
22	Doğal afetler neticesinde zarar gören tesisatların neden olduğu yangınlar	5

Tablo 4 (devamı)

23	Hatalı bakım sonrasında gevşek bırakıldığı/çok sıkıldığı için kırılan bağlantı noktalarından kaynaklanan arklardan çıkan yangınlar	5
24	TV, müzik seti, DVD player vb. yangınları	5
25	Seyyar kablo kaynaklı yangınlar	5
26	Priz ve anahtar kaynaklı yangınlar	5
27	Çeşitli üretim makinelerinden kaynaklanan yangınlar	5
28	Güç kaynağı/jeneratör kaynaklı yangınlar	5
29	Bilgisayarlardan kaynaklanan yangınlar	5
30	Aşırı akım nedeniyle eriyen kablolarda meydana gelen arkların, etraftaki yanıcı nesnelere tutuşturmasından kaynaklanan yangınlar	3
31	Aşırı akım esnasında oluşan izolasyon eriyiklerinin, çeşitli malzemeleri tutuşturması nedeniyle çıkan yangınlar	3
32	Sayaç yangınları	2
33	Bulaşık makinesi yangınları	2
34	Elektrikli süpürge yangınları	2
35	Sigorta kutusu yangınları	1
36	Aspiratör yangınları	1
37	Spot lamba ve çeşitli lambalarla ilgili tesisat kaynaklı yangınlar	1
38	Saç kurutma makinesi, ütü, şarj cihazı vb. elektrikli kişisel aletlerle laptop yangınları	1
39	Havai hatlarda, kuşlardan kaynaklanan yangınlar	1
40	Doğal gaz tesisatlarında topraklama hatasından kaynaklanan yangınlar	1

3.2. Risk analizi uygulaması

Fason imalat yapan bir tekstil atölyesinde, sistem FMEA yöntemiyle elektrik sistemlerinde örnek bir risk analizi uygulama çalışması yapılmıştır[1]. Bu atölyede, standartlara uymayan her durum bir tehlike olarak görülmüştür. Ayrıca elektrik nedenli yangın istatistiklerinde meydana gelen durumların bu atölyede de meydana gelebileceği düşünülerek olasılık hesaplaması yapılmıştır.

Örnek durum:

Atölye panosu, ihtiyacı karşılayamayacak kadar kötü bir panodur. Pano kaynaklı yangınlar dikkate alındığında, bu atölyede bir pano yangını meydana geldiğinde hasar oluşma olasılığının hesabı, şöyle yapılabilir: tablo 4'e göre panolardan kaynaklanan yangın sayısı 144'dür. Bu rakam toplam ENY sayısına bölüldüğünde olasılık ortaya çıkmaktadır.

$$O = \frac{144}{866} = 0,166$$

0,166 sonucu 1/8 değerine yakın olduğu için burada olasılık puanı (O) '8' olarak alınmıştır. Bu atölyede zararın fark edilme ihtimali hesaplanırken atölye yönetiminin konuyla ilgili bilgi düzeyi sorgulanmıştır. Sonuç olarak yeterli bilgi düzeyi olmadığı için panodan bir yangın çıkma olasılığını fark etme şanslarının çok düşük olduğu görülmüş ve F=8 alınmıştır.

Pano yangını meydana geldiğinde oluşacak zararın şiddetinin derecesi(S) ise atölye çalışanlarının

yangını fark etme, atölyedeki yangın algılayıcılarının olmayışı ve tek bir çıkış olmasına bağlı olarak “8” alınmıştır.

Bu değerlere göre Risk Öncelik Skoru (RÖS):

$$\begin{aligned} RÖS &= O \times S \times F \\ RÖS &= 8 \times 8 \times 8 = 512 \\ 512 &>> 200 \end{aligned}$$

Görüldüğü gibi, RÖS değeri sınır değerin çok üzerinde çıkmıştır.

Burada önlem olarak yeni bir pano yaptırıldığında, yangın çıkma olasılığı oldukça düşmüştür. Yeni RÖS değeri hesaplanırken O değeri 3 alınabilir. Yeni bir pano ile birlikte yangın algılayıcı montajının yapıldığı kabul edilerek S değeri 2 alınabilir. Atölye yönetimi ve çalışanlarına iş güvenliği eğitimleri verildiği kabul edilerek F değeri de 2 alınabilir. Bu değerlere bakıldığında yeni RÖS değeri şu şekilde hesaplanır:

$$RÖS = 3 \times 2 \times 2 = 12$$

Bu sonuç, kabul edilebilir bir sonuçtur.

Bu şekilde belirlenen tehlikeler, riskler ve RÖS puanları, ayrıca bu durumu bertaraf etmek amacıyla belirlenen önlemler, tablo 10’da verilmiştir. Bu tabloda önlemler belirtilirken aynı zamanda bir uygulama takvimi de konulmuştur. İş sağlığı güvenliği uzmanının bu takvimde öngörülen süreleri kontrol etmesi gerekmektedir.

Tablo 5: Tehlikeler, riskler ve RÖS puanları

Tehlike	Risk	Risk puanları ve toplam risk O/S/F (RÖS)	Planlama	Önlem sonrası risk puanı O/S/F (RÖS)
Atölyede periyodik tesisat kontrolü yapılmamış.	Her an yangın çıkabilir.	8/8/8 (512)	Elektrik tesisatında yıllık periyodik kontrol yapılmalıdır	2/2/2 (6)
Pano oldukça eski. Kablolar gelişigüzel bağlı. (Fotoğraf 1)	Yangın çıkma olasılığı var.	8/8/8 (512)	Acilen standartlara uygun yeni bir pano 1 aylık süre içerisinde yaptırılmalıdır.	3/2/2 (12)
Pano kapak toprağı yok. (Fotoğraf 1)	Elektrik akımına kapılma riski var	4/7/8 (224)	Pano mutlaka 1 ay içinde değiştirilmelidir.	3/2/2 (12)
Panoda kaçak akım rölesi kullanılmamış. (Fotoğraf 1)	Elektrik akımına kapılma ve yangın riski oluşturmaktadır.	4/7/8 (224)	Pano mutlaka 1 ay içinde değiştirilmelidir.	3/2/2 (12)
Buatlarda kablolar klemens kutusu olmadan birbirlerine bağlanmıştır. (Fotoğraf 2)	Birbirine doğru- dan bağlanan iletkenlerde aşırı ısıyla birlikte yangın çıkabilir.	6/8/8 (384)	Tesisattaki bağlantıların, mutlaka klemens kutusu ve kablo pabucuyla yapılması sağlanmalıdır.	2/2/2 (6)

Tablo 5 (devamı)

Aydınlatma tesisatı gelişigüzel yapılmıştır. Asma tavan olarak strofor kullanılmıştır (Fotoğraf 3)	Çok ciddi yangın riski vardır	8/8/8 (512)	Yeni bir elektrik tesisat projesinin 1 ay içerisinde çizilerek uygulamasının yapılması gerekmektedir.	2/2/2 (6)
Sıva üstü kullanılan tesisat (Fotoğraf 4)	Çok ciddi yangın tehlikesi bulunmaktadır.	8/8/8 (512)	Atölye için mutlaka yeni bir tesisat projesi çizilmesi gerekmektedir	2/2/2 (6)

Fotoğraf 1



Fotoğraf 2



Fotoğraf 3



Fotoğraf 4



3.3. Saha kontrolleri için örnek kontrol tabloları oluşturulması

Tablo 4 ile risk analizi sonrasında periyodik saha kontrollerinde kullanılması gereken tablolar rahatlıkla oluşturulabilir. Tablo 6 ve ile örnek tablo çalışmaları sunulmuştur. Çalışma, sadece elektrikli sistemlerden kaynaklanabilecek yangınlara karşı yapıldığı için araştırma soruları ana pano, kompanzasyon panosu, bölüm tali panosu ve bölüme ait elektrik sistemleriyle sınırlı tutulmuştur. Çalışmanın yapıldığı yerde birden fazla sayıda pano olabilir. Bu panoların her birisi için ayrı form düzenlenmelidir.

Tablo 6: Ana pano ve kompanzasyon panosu kontrolleri

Pano Adı:	Besleme	
Kontrol Tarihi:	19.5.2017	
Gözlemler:	Evet	Hayır
Daha önce kontrol yapılmış mı?	x	
Pano kilitli mi?	x	
Pano kapağının önünde izolasyon halısı var mı?		x
Pano üzerinde tehlike uyarı işaretleri var mı?	x	
Pano içerisinde, kapak ve ana kasa arasında topraklama var mı?	x	
Pano içerisinde topraklama barası var mı?	x	
Pano üzerinde ölçme cihazları var mı?		x
Pano üzerindeki ölçme cihazları doğru çalışıyor mu?	x	
Pano içi topraklama barası uygun mu?	x	
Pano içerisinde termik şalter kullanılmış mı?		
Termik şalter açma test ölçü değerleri normal mi?		
Kaçak akım rölesi kullanılmış mı?	x	
Kaçak akım rölesi test değerleri ölçüm sonuçları normal mi?		
Pano koruma topraklama değeri normal mi?	x	
Pano işletme topraklaması değeri normal mi?		x
Pano etrafında yanıcı ve parlayıcı malzemeler istiflenmiş mi?		x

4. Sonuç

Yöntemin uygulanmasındaki en önemli gereksinim, istatistiksel bilgilerdir. İş güvenliği uzmanları risk analizi uygulamalarında, olasılık skorlarını ya çalışanların tecrübelerine göre kestirme yöntemiyle ya da tahminen almaktadırlar. Bu durum ise alınan önlemlerin yetersiz veya yüksek maliyetli olmasına yol açabilmektedir fakat “olasılık teoremi”ne göre hareket edip istatistiksel bilgileri kullanmak, daha doğru bir yaklaşım olacaktır. Bu çalışma matris yöntemiyle yapılsaydı, pano yangınından kaynaklanan yangınlar kabul edilebilir bir risk seviyesinde görülecekti oysa FMEA yönteminde, (zararın fark edilme durumu başlığıyla) elektrik nedenli yangınların fark edilmesi de sorgulanmaktadır. Bu sorgulama yapılırken iş yerinde çalışanların ve yöneticilerin iş güvenliği eğitimi, iş yerindeki kaçış yollarının sayısı ve daha bir çok nedenden incelendiğinde riskler, kabul edilemez bir durum olarak ortaya çıkmıştır.

Tablo 4 ile verilen istatistik bilgileri olasılık puanlarının hesaplanmasında kullanılabilir. Benzeri istatistikler diğer illerden de elde edilip ve sonuçlarının birleştirilmesi durumunda özellikle risk analizlerinde olasılık hesaplarında kullanılması açısından çok daha başarılı olacağı açıktır.

Çalışmamız esnasında görülmüştür ki elektrik sistemlerinde risk analizi uygulaması, özel olarak yürütülmesi gereken bir çalışmadır. Bu çalışmayı gerçekleştiren ekibin “Elektrik Enerjisinden Kaynaklanan Tehlikeler ve Yangın” başlığı altında bir ön eğitim alması gerektiği düşünülmektedir.

Teşekkür

Çalışmanın gerçekleştirilmesindeki katkılarından ötürü Kral Tekstil’e teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- [1] Özkılıç Ö. Risk Değerlendirmesi, Ankara, TİSK, 2014
- [2] Dirik C. Statik Elektrik Kaynaklı Toz Patlamalarının FMEA Risk Analizi Yöntemi ile İncelenmesi ve Deneysel Analizi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gediz Üniversitesi, 2015
- [3] Milli A. Bir Hazır Giyim İşletmesinde İş Sağlığı ve Güvenliği Kapsamında Hata Türü ve Etkileri Analizi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, 2015
- [4] Birgören, B. 2017. Fine-Kinney Risk Analizi Yönteminde Risk Faktörlerinin Hesaplama Zorlukları ve Çözüm Önerileri, Kırıkkale Üniversitesi Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi. 9/1, 19-25.
- [5] Yurttaş, S., Bir yeraltı krom işletmesinde risk analizi uygulaması, Fen bilimleri Enstitüsü, Niğde Üniversitesi, 2015