



Use of the quality function deployment method for decision making in risk assessment processes

Murat Bostancıoğlu^{1,a,*}, Mustafa Keren^{2,b}

¹Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sivas, TÜRKİYE

²Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Kahramanmaraş, TÜRKİYE

*Corresponding author

Research Article

History

Received: 01/08/2024

Accepted: 04/09/2024

Copyright



This work is licensed under
Creative Commons Attribution 4.0
International License

ABSTRACT

The rapid increase in the construction sector in recent years also has an impact on occupational accidents. Therefore, the importance of Occupational Health and Safety (OHS) and risk assessment is gradually increasing. With a good risk assessment, it is possible to minimize accidents and casualties.

Quality Function Deployment (QFD) method is an analysis system that determines the shaping of any product or system from the design stage to customer requirements. The method relates the matrix system called the "Quality House with the customer requirements and the technical specifications required to meet these requirements. In this way, it is ensured that customer requests can be responded more effectively by determining which technical feature is the priority.

In this study, risk analysis for a construction company was made by using L Type Matrix, Fine-Kinney and Fault Modes and Effects Analysis (FMEA) methods and the results were compared with KFY technique. In this way, the effect of the analysis method used for risk analysis on the risk hierarchy was investigated and at the same time a new method was proposed by using the PFM method together with a risk analysis method and sorting the measures to be taken according to their importance.

Keywords: Risk assessment; quality function deployment; FMEA; Fine-Kinney; L type matrix; occupational health and safety

Kalite fonksiyon yayılımı yönteminin risk değerlendirme süreçlerinde karar verme amacıyla kullanımı

Süreç

Geliş: 01/08/2024

Kabul: 04/09/2024

Öz

İnşaat sektöründe son yıllardaki hızlı artış iş kazalarında da etkisini göstermektedir. Bu nedenle İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) ve risk değerlendirmesinin önemi giderek artmaktadır. İyi bir risk değerlendirmesi ile yaşanan kazaların ve buna bağlı can kayıplarının en aza indirilmesi mümkündür.

Kalite Fonksiyon Yayılımı (KFY) yöntemi herhangi bir ürün ya da sistemin tasarım aşamasından başlanarak müşteri istekleri doğrultusunda şekillendirilmesini sağlayan bir analiz sistemidir. Yöntem "Kalite Evi" adı verilen matris sistemi ile müşteri istekleri ve bu istekleri karşılamak için gerekli teknik özellikleri ilişkilendirir. Bu sayede hangi teknik özelliğin öncelikli olduğu belirlenerek müşteri isteklerine daha etkin bir şekilde cevap verilmesi sağlanır.

Bu çalışmada bir inşaat firması için risk analizi L Tipi Matris, Fine-Kinney ve Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) metotları ile yapılarak sonuçlar KFY tekniği ile karşılaştırılmıştır. Bu sayede risk analizi için kullanılan analiz metodunun risk hiyerarşisine etkisi araştırılmış ve aynı zamanda KFY yöntemi bir risk analiz yöntemiyle birlikte kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Risk Değerlendirme; kalite fonksiyon yayılımı; HTEA; Fine-Kinney; L tipi matris, iş sağlığı ve güvenliği

^a bostancioglu@cumhuriyet.edu.tr

^{id} 0000-0001-6820-2213

^b mustafakeren@hotmail.com

^{id} 0009-0005-0238-0160

How to Cite: Bostancıoğlu M, Keren M (2024) Use of the quality function deployment method for decision making in risk assessment processes, Journal of Engineering Faculty, 2(2): 85-94

Giriş

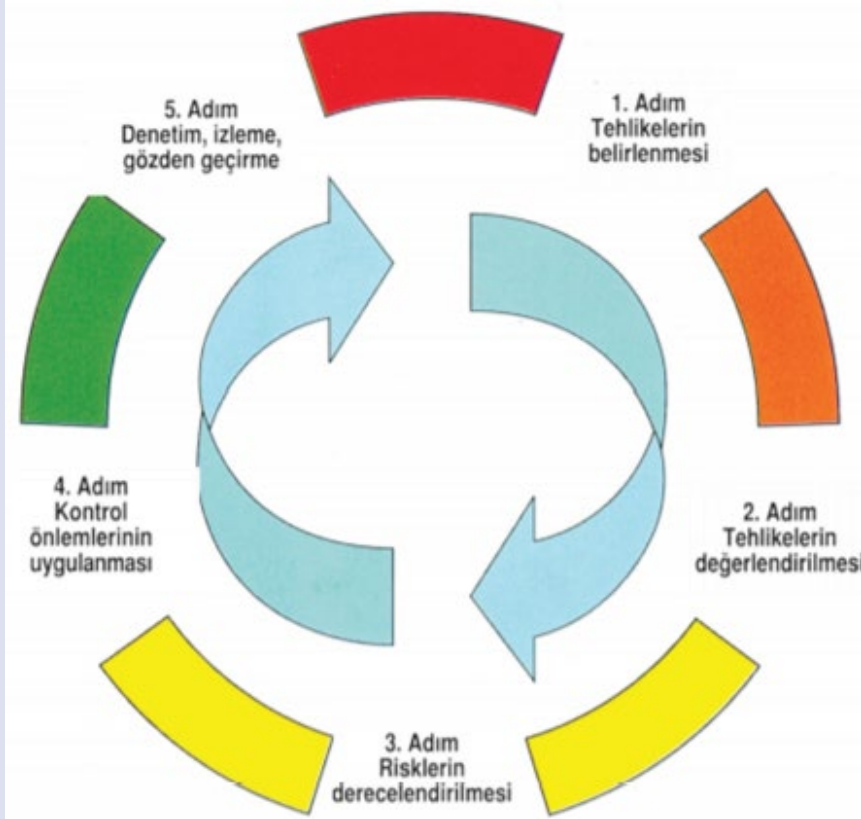
İş Sağlığı ve Güvenliği, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Uluslar Arası Çalışma Örgütü (ILO) tarafından “Çalışanların bedensel, ruhsal ve sosyal yönden tam iyilik hallerinin korunması ve geliştirilmesi olarak tanımlanmıştır. Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından 2008 yılında yayınlanan TS18001 standardında ise “Çalışanların, geçici işçi ve yüklenici personelinin, ziyaretçi ve çalışma alanındaki diğer insanların sağlık ve güvenliğini etkileyen veya etkilemesi muhtemel şartlar” olarak tanımlanmıştır [1].

Kısaca İSG için yürütülmesi sırasında iş yerindeki tehlikelere bağlı ortaya çıkan risklerin ortadan kaldırılması veya kabul edilebilir seviyeye indirilmesi için yapılan sistematik çalışmaların tümü şeklinde tanımlanabilir. İSG'nin genel amacı çalışana, çalışan yakınlarına ve işyerine gelebilecek fiziksel ve ruhsal zararların azaltılması ve böylece hem topluma hem de ülke ekonomisine katkı sağlanmasıdır [2,3].

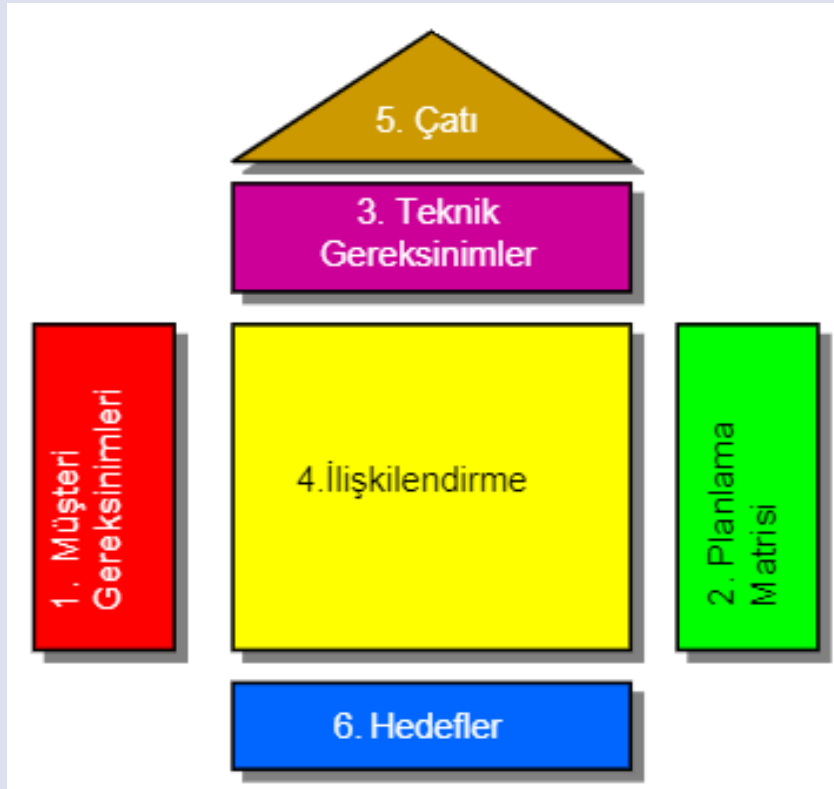
Ülkemizde 2012 yılında yürürlüğe giren 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu tüm çalışanları kapsayan, müstakil bir İSG kanunudur. Kanun iş kazası ve meslek hastalıklarına karşı zarar ortaya çıkmadan önce önlem alan proaktif bir yaklaşım benimsemeyerek sorunu değil sorumluyu veya sebebi bulmayı amaçlamaktadır. 6331

sayılı İSG kanununda “çalışma ortamında bulunan risklerin önlenmesi ve/veya önlenemeyen riskleri asgari seviyeye indirerek sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamının sağlanması” vurgusu yapılmaktadır. Söz konusu durum ancak risk değerlendirmesiyle gerçekleştirilebileceğinden tüm işletmeler için risk değerlendirme çalışması zorunlu hale getirilmiştir [4,5]. Risk değerlendirmesinin usul ve esasları 19.12.2012 tarihinde yürürlüğe giren “İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Yönetmeliği” ile belirtilmiştir [6].

İş kazaları ve meslek hastalıklarının önlenmesinde risk değerlendirmesi büyük önem arz etmektedir. İşin yapısına uygun ve doğru metodların seçildiği bir risk değerlendirmesi tehlikeleri belirleyecek ve riskleri öngörebilecektir. Risk değerlendirme sürecinde ilk olarak iş yerindeki tehlikeler ve tehlikelerden doğan riskler belirlenir ve risklerin büyüklükleri nitel veya nicel olarak derecelendirilerek kabul edilebilir düzeye indirmek için gereken ilave kontrol önlemleri belirlenir. Bu kontrol önlemlerinin riski istenilen seviyeye indirip indirmediği kontrol edilerek, risk kabul edilebilir seviyeye gelene kadar bu işleme devam edilir. Risk değerlendirmede bu aşamalar, Deming'in (1993) [7], Toplam kalite yönetimi için belirttiği “PUKÖ Döngüsü” olarak bilinen Planla, Uygula, Kontrol et ve Önlem al işlemlerinin İSG'ye uyarlamasıdır (Şekil 1) [8,9].



Resim 1. Risk değerlendirme aşamaları [7]
Figure 1. Risk assessment stages [7]



Resim 2. Kalite evi [15]
Figure 2. House of quality [15]

Risk değerlendirme için kullanılan birçok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemler kabaca nicel (kantitatif) ve nitel (kalitatif) olarak iki ana gruba ayrılır. Nicel risk analiz yöntemlerinde, risk skoru hesaplanırken sayısal yöntemlere başvurulur. Riskin olma ihtimali, olduğunda meydana gelecek hasarın şiddeti gibi risk bileşenlerine sayısal değerler verilir ve bu değerler matematiksel ve mantıksal metotlar ile işlem görüp risk değeri bulunur. Kalitatif risk analizi, tanımlanan risklerin olasılık ve etkilerinin niteliksel analiz metotları kullanılarak değerlendirildiği bir süreçtir. Genelde risk seviyesinin belirlenmesinde kullanılır. Kalitatif risk analizi, riski tanımlamak için yapılan eleme çalışmasında veya kantitatif analizde ihtiyaç duyulan miktarda sayısal veri bulunmadığında yapılır. L tipi matris yöntemi, Fine-Kinney yöntemi, hata türleri ve etkileri analizi, X tipi matris yöntemleri sıklıkla kullanılan nicel yöntemler olarak sayılabilir. Ön tehlike analizi, tehlike ve işletilebilirlik yöntemi, olursa ne olur yöntemi, neden sonuç analizi ve hata ağacı analizi ise literatürde sıklıkla kullanılan nitel yöntemler arasında sayılabilir [2,8,10-14].

Kalite Fonksiyon Yayılımı (KFY) ilk olarak 1970'li yılların başlarında Japonya'da Mitsubishi'nin Kobe tersanesinde gemilerin tasarımında kullanılmıştır. Daha sonraları metot Japonya'da otomotiv, elektronik, tarım makineleri gibi birçok sektörde üreticiler tarafından kullanılmıştır. Ayrıca alışveriş merkezleri ve yeni apartmanların yerleşim planlarının hazırlanması gibi birçok alanda KFY'den faydalanılmıştır. Yöntem 1980'lerin sonlarına doğru Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'de yoğun olarak kullanılmaya başlamıştır. KFY müşteri ihtiyaç ve beklentilerini belirleyerek

bu ihtiyaçların nasıl karşılanacağını gösteren bir çizgisel analiz tekniğidir. KFY'nin amacı ürün geliştirme aşamasında müşterinin talep ve beklentilerini belirleyip analiz etmek ve bu talepleri en iyi şekilde karşılayarak bunun ilerisine geçmektir. KFY asıl olarak ürün geliştirme, kalite yönetimi ve müşteri istekleri analizi süreçlerinde kullanılan bir yöntem olsa da daha sonraları yöntem genişletilmiş ve tasarım, planlama, mühendislik, kara verme, yönetim, zamanlama ve maliyet gibi amaçlar için de kullanılmaya başlanmıştır.

KFY'nin temel dizayn aracı kalite evidir (Şekil 2), kalite evi, müşteri beklentileri (NE'ler) ile bu beklentileri karşılayacak teknik özelliklerin (NASIL'lar) ilişkilendirilmesini sağlayan bir matris sistemidir. Kalite evi oluşturulurken aşağıdaki sorulara cevap aranır [15-17];

- Müşteri beklentileri nelerdir?
- Beklentilerin önem dereceleri aynı mıdır?
- Beklentileri karşılamak ürüne bir katkı sağlar mı?
- Üründe nasıl değişiklik yapılabilir?
- Bir teknik özelliğin değişimi diğer özellikleri nasıl etkiler?

Kalite evi oluşturulurken ilk adım müşteri beklentilerinin (NE'ler) belirlenmesidir. Bunun için yüz yüze görüşme, anket, pazar araştırmaları gibi yöntemlerle müşterilerin üründen beklentileri sağlıklı bir şekilde belirlenerek matrisin NE'ler kısmına yazılır (Şekil 2'de 1 numaralı bölüm). Kalite evinin amacı müşterilerin beklentilerini karşılayacak ürünü tasarlamak ya da mevcut ürünü müşterilerin istekleri doğrultusunda geliştirmektir. Bunun için müşteri isteklerinin teknik gereksinimlere (NASIL'lar) (Şekil 2'de 3 numaralı

bölüm) dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu tanımlar kalite evinin ikinci katını oluşturur [16]. İlişkilendirme bölümünde (Şekil 2’de 4 numaralı bölüm), teknik gereksinimlerin, her bir müşteri isteğini nasıl etkilediği gösterilmektedir [18]. Bu bölüme yapılan çalışmaların müşteri isteklerini ne kadar karşıladığının sayısallaştırması denilebilir [16]. NE’ler ve NASIL’lar arasındaki ilişkinin derecesine bağlı olarak ilişki katsayıları Amerikan sisteminde güçlü, orta ve zayıf ilişki için sırasıyla 9, 3 ve 1 olarak, Japon sisteminde ise 5, 3 ve 1 olarak kullanılmaktadır [19]. Kalite evinin çatısını oluşturan korelasyon matrisi teknik özelliklerin birbirlerine olan olumlu veya olumsuz etkilerini göstermek için kullanılır. Korelasyon matrisinde güçlü, orta ve zayıf ilişkiler için sırasıyla 9,3 ve 1 katsayıları kullanılır [16]. Kalite evinin sağ tarafında yer alan planlama matrisi ile firma kendisinin ve rakiplerinin müşteri isteklerini karşılama durumlarını değerlendirir [20]. Kalite evi oluşturulurken sistemi oluşturan tüm bölümlerin kullanılmasını gerektirebilir. Hangi bölümlerin oluşturulacağına harcanacak zaman ve para ile yapılacak çalışmalar sonucu sağlanacak faydalara göre karar verilir [21].

Bu çalışmada bir inşaat iş yerine ait risk değerlendirme işlemi KFY yöntemi ile yapılmıştır. İş yerine ait riskler kalite evinde NE’ler, alınacak önlemler ise NASIL’lar olarak tanımlanmıştır. Alınacak önlemlerin sıralamasının belirlenmesi için her bir önlemin önem

dereceleri belirlenmiştir. Bu amaçla geleneksel L tipi matris, Fine-Kinney ve HTEA analizleri ile yapılarak elde edilen risk skorları KFY yönteminde sütun ağırlığı olarak kullanılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma kapsamında alt yapı ve üst yapı işleri yapmakta olan orta ölçekli bir inşaat firmasında HTEA, Fine-Kinney ve L Tipi Matris metodlarıyla risk değerlendirme yapılmıştır. Yöntemlere ait olasılık, şiddet, frekans ve fark edilebilirlik parametrelerinin sayısal değerlere dönüştürülmesinde firmadaki İSG uzmanının deneyimlerinden faydalanılmıştır. Her bir risk analizinde elde edilen sonuçlara göre riskler en yüksek risk skoruna sahip olandan başlayarak sıralanmış ve risk gruplarına ayrılmıştır. L tipi matris, Fine-Kinney ve HTEA yöntemlerine ait risk skoru (RS) belirleme denklemleri ve skora bağlı kabul edilebilirlik değerleri sırasıyla Eşitlik 1-3’te ve Çizelge 1-3’te verilmiştir [2,13,14,22-25].

$$RS = O \times \$ \quad (1)$$

$$RS = O \times \$ \times F \quad (2)$$

$$RS = O \times \$ \times FE \quad (3)$$

Eşitliklerde O, riskin oluşma olasılığını, \$, şiddetini, F frekansını ve FE, fark edilebilirliğini temsil etmektedir.

Çizelge 1. L Tipi matris yöntemi kabul edilebilirlik değerleri
Table 1. L Type matrix method acceptability values

	Zararın Şiddeti				
Zararın Olasılığı	[1]Çok Hafif	[2]Hafif	[3]Orta	[4]Ciddi	[5]Çok Ciddi
[1]Çok Düşük	Önemsiz 1	Düşük 2	Düşük 3	Düşük 4	Düşük 5
[2]Düşük	Düşük 2	Düşük 4	Düşük 6	Orta 8	Orta 10
[3]Orta	Düşük 3	Düşük 6	Orta 9	Orta 12	Yüksek 15
[4]Yüksek	Düşük 4	Orta 8	Orta 12	Yüksek 16	Yüksek 20
[5]Çok Yüksek	Düşük 5	Orta 10	Yüksek 15	Yüksek 20	Durdur 25

Çizelge 2. Fine Kinney yöntemi kabul edilebilirlik değerleri
Table 2. Fine Kinney method acceptability values

Risk önem derecesi	Risk skoru	Eylem
Tolere Gösterilemez Risk (Durdur)	400<R	Hemen gerekli tedbirler alınmalı ve çalışmaya ara verilmelidir.
Esaslı(Yüksek)	200<R≤400	Kısa vadeli eylem planı alınmalı ve iyileştirme yapılmalıdır.
Önemli(Orta)	70<R≤200	Dikkatli izlenmeli ve uzun sürede iyileştirme yapılmalıdır.
Olası(Düşük)	20<R≤70	Eylem planı denetim ve gözetim altında alınmalıdır.
Önemsiz	R≤ 20	Öncelikli tedbir gerektirebilir.

Çizelge 3. HTEA yöntemi kabul edilebilirlik değerleri
Table 3. FMEA method acceptability values

Risk önlem derecesi	Risk skoru	Düzenleyici önleyici faaliyet
Katlanılamaz Riskler [durdur]	RÖS >400	Risk kabul edilebilir bir seviyeye düşürülür. Devam eden bir iş varsa durdurulur, Herhangi bir iş başlatılmaz. Riskin düşürülmesi olası değilse faaliyet engellenir.
Önemli Riskler [yüksek]	100≤ RÖS< 400	Risk azaltılincaya kadar iş başlatılmaz. Devam eden işler durdurulur. Risk için önlemler alınmalı ve önlemler sonucu faaliyetin devamın karar verilmelidir.
Orta Düzeydeki Riskler [orta]	40≤ RÖS<100	Risk değerlerini düşürmek için risk azaltma önlemleri alınır.
Katlanılabilir Riskler [düşük]	10≤RÖS< 40	Mevcut kontroller sürdürülmeli ve kontrollerinde sürdürüldüğü denetlenmelidir. Ek kontrol proseslerine ihtiyaç duyulmayabilir.
Önemsiz Riskler [önemsiz]	RÖS≤ 10	Riskleri yok etmek amacıyla kontrol prosesleri planlamaya ve gerçekleştirilecek faaliyet kayıtlarını biriktirmeye gerek yoktur.

Toplamda belirlenen 94 riskten; HTEA metoduna 27, L tipi matris metodunda 33 ve Fine-Kinney metodunda 27 adet risk “yüksek” ve “durdur” seviyelerinde tespit edilmiş ve kalite evi matrisinin NE’ler bölümüne bu skordaki riskler yazılmıştır. Alınması gereken önlemler ise kalite evinin NASIL bölümünü oluşturmuştur.

Kalite evinin NASIL’lar bölümünde yer alan her bir farklı önlemin hiyerarşik olarak dizilebilmesi için her bir sütunun görelî önem derecesinin (GÖD_i), her bir satırdaki riskin skoru (RS_i), Satır Önem Derecesi (ÖD_r), Sütun Önem Derecesi (ÖD_c) ve İlişki Derecesi (İD_i) değerleri dikkate alınarak hesaplanması gerekir (Eşitlik 4-6).

$$\text{ÖD}_r = \frac{RS_i}{\sum RS_i} \times 100 \quad (4)$$

$$\text{ÖD}_c = \sum \text{ÖD}_r \times \text{İD}_i \quad (5)$$

$$\text{GÖD}_i = \frac{\text{ÖD}_c}{\sum \text{ÖD}_c} \times 100 \quad (6)$$

KFY yaklaşımında NE ve NASIL’lar matrise yerleştirildikten sonra aralarındaki ilişki dereceleri uzman görüşü ve deneyime bağlı olarak 1,3 veya 9 katsayıları ile belirlenir. Aralarında herhangi bir ilişki bulunmayan tehlike ve önlemler için herhangi bir ilişkilendirme yapılmaz yani matrisin bu bölümleri boş bırakılır. Kalite evinin 1,3 ve 4. bölümleri doldurulduktan sonra her bir satırdaki risk için yüzde önem dereceleri, ilgili satırdaki sütun ağırlığının toplam sütun ağırlığına bölünmesi ile elde edilir. Herbir sütundaki önlem için önem derecesi, o sütundaki tüm ilişki derecesi değerlerinin karşılığındaki yüzde önem derecesi ile çarpılıp toplanması sonucu elde edilir. Bütün sütunlar için önem dereceleri elde edildikten sonra, sütun önem

derecesi, önem dereceleri toplamına bölünerek görelî önem derecesi değerleri elde edilir. Görelî önem derecesi alınacak tüm önlemler arasında ilgili sütundaki önlemin öncelik değerini vermektedir. L tipi matris yöntemi için KFY uygulaması EK 1’de verilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Çalışmada seçilen inşaat iş yeri için belirlenen 94 adet riskten “yüksek” ve “durdur” seviyelerinde belirlenen riskler her bir risk değerlendirme yöntemi için ayrı ayrı olmak üzere Çizelge 4-6’da verilmiştir. L tipi matris yönteminde 25 skoruna sahip 1 risk, 20 skoruna sahip 10 risk, 16 ve 15 skoruna sahip ise 11er adet risk tespit edilmiştir. Diğer bir deyişle 33 adet risk 4 farklı risk skoruna ayrılmıştır. Bu durumda hangi risk için hangi önlemin alınacağına dair net bir bakış açısı söz konusu değildir. Benzer şekilde Fine-Kinney yönteminde riskler 540, 480, 450, 360, 300 ve 270 skorlarına sırasıyla 10, 2, 1, 9, 1 ve 4 adet olmak üzere dağılmıştır. HTEA yönteminde 27 adet risk daha fazla sayıda skora dağılım göstermiş (16 adet) ve risk hiyerarşisi daha net bir şekilde ortaya çıkmıştır.

Risk skorlarının net bir şekilde birbirlerinden ayrılması sebebiyle alınacak önlemlerin önem derecesini belirlemek üzere KFY yöntemi L tipi matris, Fine-Kinney ve HTEA yöntemlerinden elde edilen risk listelerine uygulanmış (EK 1) ve alınacak önlemlere ait GÖD değerleri Çizelge 7’de verilmiştir.

Çizelge 4. L tipi matris yöntemi risk skoru değerleri

Table 4. L type matrix method risk score values

Tehlike	Risk	O	Ş	RS
Risk Analizinin yapılmaması ve çalışanlara anlatılmaması	Risklerin tanımlanmaması sonucu ölüm,yaralanma	5	5	25
Gerekli iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin alınmamış olması	Bilgisizlik sebebiyle yaşanacak kazalar	4	5	20
İşçilere yapılan iş ve kullanılan ekipmalarla ilgili bilgi verilmemesi	Bilgisizlik sebebiyle yaşanacak kazalar	4	5	20
KKD kullanılmaması veya uygun olmaması	Yaralanma, ölüm	5	4	20
Yüksekten düşme	Yaralanma, ölüm	5	4	20
Söküm yapılan alanın geçişlere kapatılmaması	Sökülen parçaların çalışanların üzerine düşmesi	4	5	20
Sökümün systemsiz yapılması	Kalıbın hepsinin çökmesi sonucu yaralanma	4	5	20
Bağlantıların uygun yapılmaması	İskelenin çökmesi	4	5	20
Sökümün bilinçsiz yapılması sonucu iskelenin çökmesi	İşçilerin aşağı düşmesi, diğer işçilerin üzerine düşme	4	5	20
Manhhollerin çok dar olması, ergonomik olmayan çalışma ortamı	İskelet ve kas sistemi rahatsızlıkları	5	4	20
Ortamdaki doğal gaz,elektrik vb. tesisatların ek risk oluşturması	Patlama, yangın, elektrik çarpması	4	5	20
Acil durum uyarı ve ikaz işaretlerinin uygun veya yeterli olmayışı	Çalışanları riskleri görememesi	4	4	16
El aletlerinin bakımsız veya yıpranmış olması	Elektrik çarpması	4	4	16
El aletlerinin zorlanması	Parça fırlamaları	4	4	16
El aletlerinin çalışır vaziyette bırakılması	Diğer çalışanların yaralanması	4	4	16

Hareketli kısımlar	Uzuv kesilmeleri	4	4	16
Manhole'lerin üzerinin açık bırakılması	Yüksekten düşme	4	4	16
Manholelere giriş çıkışlarda merdiven kullanılmaması	Yüksekten düşme	4	4	16
İstifleme alanının çalışma alanı içerisinde seçilmesi	Malzemelerin İşçilerin Üzerine Düşmesi	4	4	16
Kazi alanına uygun şev verilmemesi	Kazi alanında toprak kayması/çökmesi	4	4	16
Merdivenlerde uygun olmayan çalışma	Yüksekten düşme	4	4	16
Kolon/kiriş üzerindeki işçinin emniyet kemersiz olması	İşçinin dengesini kaybederek aşağıya düşmesi	4	4	16
Ziyaretçilerin KKD'leri kullanmadan işletme içerisine girmeleri	Ölüm, yaralanma	3	5	15
Çalışanların sahada tespit ettikleri tehlikeleri vb. durumları üst yönetime iletecekleri kayıtlı bir sistemin olmaması	Zamanında müdahale edilememesi sonucu ölüm, yaralanma	3	5	15
Acil durum planının hazırlanmamış olması	Panik veya müdahalede gecikme, yaralanma, ölüm	3	5	15
Acil durum ekiplerinin belirlenmemesi	Panik veya müdahalede gecikme, yaralanma, ölüm	3	5	15
Yangınla mücadele ekipmanlarının uygun ve çalışır vaziyette bulunmaması	Yanma, yangınlar, işyerinde maddi hasar	3	5	15
İskelenin fazla yüklenmesi	İskelenin çökmesi	3	5	15
Manholelerde biriken toz ve gazlar	Solunum yetersizliği zehirlenme	3	5	15
Yanıcı maddelerin yakınında çalışma	Yangın ve patlama	3	5	15
Tüplerin açıkta depolanması	Yangın ve Patlama	3	5	15
İstiflenen malzemeyi tanımlayan bilgilerin olmaması	Patlama ve yangın	3	5	15
Beton dökümü sırasında kalıbın açılması	Yüksekten düşme, diğer işçilerin üzerine düşme, malzemelerin diğer işçilerin üzerine düşmesi	3	5	15

Çizelge 5. Fine-Kinney yöntemi risk skoru değerleri
Table 5. Fine-Kinney method risk score values

Tehlike	Risk	O	F	Ş	RS
Gerekli iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin alınmamış olması	Bilgisizlik sebebiyle yaşanacak kazalar	6	6	15	540
İşçilere yapılan iş ve kullanılan ekipmanlarla ilgili bilgi verilmemesi	Bilgisizlik sebebiyle yaşanacak kazalar	6	6	15	540
Risk Analizinin yapılmaması ve çalışanlara anlatılmaması	Risklerin tanımlanmaması sonucu ölüm, yaralanma	6	6	15	540
Acil durum uyarı ve ikaz işaretlerinin uygun veya yeterli olmayışı	Çalışanları riskleri görememesi	6	6	15	540
KKD kullanılmaması veya uygun olmaması	Yaralanma, ölüm	6	6	15	540
Yüksekten düşme	Yaralanma, ölüm	6	6	15	540
Sökümün sistemsiz yapılması	Kalıbın hepsinin çökmesi sonucu yaralanma	6	6	15	540
Manhole'lerin üzerinin açık bırakılması	Yüksekten düşme	6	6	15	540
Manholelere giriş çıkışlarda merdiven kullanılmaması	Yüksekten düşme	6	6	15	540
Kolon/kiriş üzerindeki işçinin emniyet kemersiz olması	İşçinin dengesini kaybederek aşağıya düşmesi	6	6	15	540
Ortamdaki doğal gaz, elektrik vb. tesisatların ek risk oluşturması	Patlama, yangın, elektrik çarpması	4	3	40	480
Bağlantıların uygun yapılmaması	İskelenin çökmesi	6	2	40	480
Söküm yapılan alanın geçişlere kapatılmaması	Sökülen parçaların çalışanların üzerine düşmesi	10	3	15	450

Çalışanların sahada tespit ettikleri tehlikeleri vb. durumları üst yönetime iletecekleri kayıtlı bir sistemin olmaması	Zamanında müdahale edilememesi sonucu ölüm, yaralanma	3	3	40	360
Acil durum planının hazırlanmamış olması	Panik veya müdahalede gecikme, yaralanma, ölüm	3	3	40	360
Acil durum ekiplerinin belirlenmemesi	Panik veya müdahalede gecikme, yaralanma, ölüm	3	3	40	360
Sökümün bilinçsiz yapılması sonucu iskelenin çökmesi	İşçilerin aşağı düşmesi, diğer işçilerin üzerine düşme	3	3	40	360
Manholelerde biriken toz ve gazlar	Solunum yetersizliği zehirlenme	3	3	40	360
Yanıcı maddelerin yakınında çalışma	Yangın ve patlama	3	3	40	360
Tüplerin açıkta depolanması	Yangın ve Patlama	3	3	40	360
Kazı alanına uygun şev verilmemesi	Kazı alanında toprak kayması/çökmesi	3	3	40	360
Beton dökümü sırasında kalıbın açılması	Yüksekten düşme, diğer işçilerin üzerine düşme, malzemelerin diğer işçilerin üzerine düşmesi	3	3	40	360
Manhollerin çok dar olması, ergonomik olmayan çalışma ortamı	İskelet ve kas sistemi rahatsızlıkları	10	10	3	300
El aletlerinin bakımsız veya yıpranmış olması	Elektrik çarpması	6	3	15	270
El aletlerinin zorlanması	Parça fırlamaları	6	3	15	270
El aletlerinin çalışır vaziyette bırakılması	Diğer çalışanların yaralanması	6	3	15	270
İstifleme alanının çalışma alanı içerisinde seçilmesi	Malzemelerin İşçilerin Üzerine Düşmesi	6	3	15	270

Çizelge 6. HTEA yöntemi risk skoru değerleri
Table 6. FMEA method risk score values

Tehlike	Risk	O	FE	Ş	RS
Ortamdaki doğal gaz, elektrik vb. tesisatların ek risk oluşturması	Patlama, yangın, elektrik çarpması	7	8	10	560
Yüksekten düşme	Yaralanma, ölüm	10	7	7	490
Gerekli iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin alınmamış olması	Bilgisizlik sebebiyle yaşanacak kazalar	10	6	8	480
Çalışanların sahada tespit ettikleri tehlikeleri vb. durumları üst yönetime iletecekleri kayıtlı bir sistemin olmaması	Zamanında müdahale edilememesi sonucu ölüm, yaralanma	5	9	10	450
Söküm yapılan alanın geçişlere kapatılmaması	Sökülen parçaların çalışanların üzerine düşmesi	8	7	8	448
İşçilere yapılan iş ve kullanılan ekipmanlarla ilgili bilgi verilmemesi	Bilgisizlik sebebiyle yaşanacak kazalar	10	5	8	400
Risk Analizinin yapılmaması ve çalışanlara anlatılmaması	Risklerin tanımlanmaması sonucu ölüm, yaralanma	8	5	10	400
Sökümün sistemsiz yapılması	Kalıbın hepsinin çökmesi sonucu yaralanma	7	7	8	392
Kalıp malzemelerinin çivilerini sökülmemesi	Çalışanların uzuvlarına çivi batması	10	8	4	320
Acele etme sonucu dikkatsiz davranmak	Uzuv takılması/çarpması ve/veya denge kaybı sonucu yaralanma	10	4	7	280
El aletlerinin bakımsız veya yıpranmış olması	Elektrik çarpması	8	5	7	280
Beton dökümü sırasında kalıbın açılması	Yüksekten düşme, diğer işçilerin üzerine düşme, malzemelerin diğer işçilerin üzerine düşmesi	4	7	10	280

Acil durum uyarı ve ikaz işaretlerinin yeterli olmayışı	Çalışanları riskleri görememesi	4	8	8	256
Manholelerde biriken toz ve gazlar	Solunum yetersizliği zehirlenme	7	4	9	252
Merdivenlerde uygun olmayan çalışma	Yüksekten düşme	9	4	7	252
Sökümün bilinçsiz yapılması sonucu iskelenin çökmesi	İşçilerin aşağı düşmesi, diğer işçilerin üzerine düşme	5	5	10	250
Ortamın tozunun çalışanları etkilemesi	Meslek hastalığı	8	5	6	240
Manhollerin çok dar olması, ergonomik olmayan çalışma ortamı	İskelet ve kas sistemi rahatsızlıkları	10	4	6	240
Kolon/kiriş üzerindeki işçinin emniyet kemersiz olması	İşçinin dengesini kaybederek aşağıya düşmesi	8	4	7	224
Beton dökümünde pompa bomunun hareketi	Bomun işçiye çarpması	8	4	7	224
Acil durum planının hazırlanmamış olması	Panik veya müdahalede gecikme, yaralanma, ölüm	3	8	9	216
Acil durum ekiplerinin belirlenmemesi	Panik veya müdahalede gecikme, yaralanma, ölüm	3	8	9	216
Yangınla mücadele ekipmanlarının uygun ve çalışır vaziyette bulunmaması	Yanma, yanıklar, işyerinde maddi hasar	3	8	9	216
Kazı alanına uygun şev verilmemesi	Kazı alanında toprak kayması/çökmesi	6	4	9	216
Titreşim yapan aletlerle çalışma	Meslek hastalığı	7	5	6	210
Manholelere giriş çıkışlarda merdiven kullanılmaması	Yüksekten düşme	10	3	7	210
Yanıcı membran	Membran ısıtılırken alev alması	5	6	7	210

Çizelge 7. Alınacak önlemler için KFY ile elde edilen GÖD değerleri

Table 7. GOD values obtained with QFD for the measures to be taken

HTEA		Fine-Kinney		L Tipi Matris	
Alınacak Önlem	GÖD	Alınacak Önlem	GÖD	Alınacak Önlem	GÖD
Eğitim ve bilgilendirme	13,06	Eğitim ve bilgilendirme	10,10	Eğitim ve bilgilendirme	12,26
Çalışma talimatı ve sistematik çalışma	10,61	Çalışma talimatı ve sistematik çalışma	9,53	Korkuluk, güvelik ağı vb. toplu koruma önlemleri alınmalı	12,23
Saha denetimi ve Ortam ölçümleri	8,81	Risk analizi yapılması	9,21	Çalışma talimatı ve sistematik çalışma	11,31
Risk analizi yapılması	8,14	Korkuluk, güvelik ağı vb. toplu koruma önlemleri alınmalı	9,06	Risk analizi yapılması	8,90
Uyarı ve ikaz işaretleri	7,37	KKD kullanılması	8,53	Uyarı ve ikaz işaretleri	8,71
Çalışma alanının sınırlanması ve istif alanları oluşturma	7,13	Tehlikeli davranışlardan kaçınma	7,69	KKD kullanılması	8,34
Korkuluk, güvelik ağı vb. toplu koruma önlemleri alınmalı	6,96	Saha denetimi ve Ortam ölçümleri	7,49	Çalışma alanının sınırlanması ve istif alanları oluşturma	7,36
KKD kullanılması	6,85	Uyarı ve ikaz işaretleri	7,12	Saha denetimi ve ortam ölçümleri	6,85
Acil durum planı hazırlanması ve Yangın söndürücü bulundurma	6,47	Çalışma alanının sınırlanması ve istif alanları oluşturma	5,97	Acil durum planı hazırlanması ve Yangın söndürücü bulundurma	6,54
Periyodik kontrol ve bakımlar	5,04	Acil durum planı hazırlanması ve Yangın söndürücü bulundurma	5,20	Periyodik kontrol ve bakımlar	4,21
Merdiven veya Çalışma platformu uygun kullanımı	4,57	Kazı yapılmadan önce alt yapı ile ilgili bilgi alınması ve	4,40	Kazı yapılmadan önce alt yapı ile ilgili bilgi alınması ve şevli kazı çalışması	3,29

Tehlikeli davranışlardan kaçınma	4,46	şevli kazı yapılması		Merdiven veya çalışma platformu kullanma	2,93
Kazı yapılmadan önce alt yapı ile ilgili bilgi alınması ve şevli kazı yapılması	3,73	İşe giriş ve periyodik sağlık muayeneleri	3,77	İşe başlamadan alet ve ekipman kontrolü	1,95
Kayıt sistemi oluşturulması	2,80	Merdiven veya Çalışma platformu uygun kullanımı	3,77	Ergonomik çalışma ortamı sağlanmalı	1,83
İşe giriş ve periyodik sağlık muayeneleri	1,50	Periyodik kontrol ve bakımlar	2,46	Kayıt sistemi oluşturulması	1,37
İşe başlamadan alet ve ekipman kontrolü	1,35	İşe başlamadan alet ve ekipman kontrolü	2,25	İşe giriş ve periyodik sağlık muayeneleri	1,07
Ergonomik çalışma ortamı sağlanmalı	1,15	Kayıt sistemi oluşturulması	1,88	Tehlikeli davranışlardan kaçınma	0,85
		Ergonomik çalışma ortamı sağlanmalı	1,57		

Çizelge 7’de görüldüğü gibi KFY’nin farklı yöntemler için uygulanması sonucu aynı önlem farklı GÖD skorlarına sahip olmuştur. Eğitim ve Bilgilendirme önlemi tüm yöntemler için en yüksek GÖD değerine sahip iken diğer önlemlerin GÖD değerleri değişmiştir. Çizelge 7’nin daha rahat takip edilebilmesi için her yönetime ait 10 adet önlem aynı renk ile gösterilmiştir. Çalışma talimatı ve sistematik çalışma, risk analizi yapılması gibi önlemler her ne kadar farklı GÖD değerlerine sahip olsalar da önem sıralamalarında çok önemli değişiklikler olmamıştır. Ancak periyodik kontrol ve bakımlar, tehlikeli davranışlardan kaçınma gibi bazı önlemlerin farklı yöntemlerdeki sıralamasının dikkate değer şekilde değiştiği görülmektedir. Bu durum risk değerlendirmesinde kullanılan yöntem seçiminin ve sütun ağırlıklarının oluşturulması sebebiyle RS değerine etki eden parametrelere sayısal değer atamanın önemini göstermektedir.

Sonuçlar ve Öneriler

İş kazalarının en çok görüldüğü sektörlerden biri olan inşaat sektöründe faaliyet gösteren orta ölçekli bir inşaat firması için 3 farklı geleneksel risk değerlendirme yöntemi ile risk analizinin yapıldığı ve alınacak önlemlerin KFY yöntemi ile sıralandığı bu çalışmadan elde edilen bulgulara göre aşağıdaki sonuçlar çıkarılmıştır;

- Literatürde sıklıkla kullanılan Fine-Kinney ve HTEA gibi çok değişkenli metotlarda risk hiyerarşisi sağlıklı bir şekilde belirlenebilirken L Tipi Matris metodunda risk değerlendirme aralığı dar olduğundan uygulaması daha kolay olmasına rağmen bu konuda diğer yöntemlerin gerisinde kalmaktadır.
- İnşaat sektörü gibi karmaşık sektörlerde bu eksikliğinden dolayı kullanılması tavsiye edilmeyen L Tipi Matris yönteminin, KFY yöntemi ile birleştirilerek kullanılması durumunda alınacak önlemler arasında öncelik sıralaması daha etkili bir şekilde yapılarak daha sağlıklı sonuç alınabilecektir. Aynı şekilde diğer yöntemlerde KFY yöntemiyle birlikte kullanılması durumunda önlem alınırken risk skorunun yanı sıra alınacak tedbirin önem derecesi de değerlendirilerek önlemlerin öncelik sıraları daha sağlıklı bir şekilde belirlenebilmektedir.

- Doğru bir şekilde yapılan bir risk analizi, yöntem ne olursa olsun KFY metoduna da iyi bir şekilde aktarılırsa risk hiyerarşisi sağlıklı bir şekilde belirlenmiş olacak ve bu sayede önlemlerin hangi sırayla alınacağı belirlenebilecektir.
- KFY metodu risk değerlendirme metotlarıyla birlikte kullanılan bütünlük bir yöntem olarak risk değerlendirmede kullanılabilir. Yöntem farklı risk analiz teknikleriyle birlikte kullanılarak geliştirilebilir ve farklı sektörlerde uygulanabilir.

Referanslar

- [1] Anonim, (2008). TS18001, İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- [2] Özkiliç, Ö. (2005). İş Sağlığı ve Güvenliği, Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri. TİSK Yayınları, Ankara, 336.
- [3] Anonim (2012). İş Sağlığı ve Güvenliği Hizmet Yönetmeliği, TC Resmi Gazete, 29.12.2012
- [4] Çebi, A. (2014). Şantiyelerde İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Risk Değerlendirmesinde Bulanık Çıkarım Tekniğinin Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, KATÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon
- [5] Eker, T. (2013). İş Sağlığı ve Güvenliği Kapsamında Risk Analizi ve Metal Sektöründe Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [6] Kaçak, D. (2014). Demiryolu Çalışanlarında İş Sağlığı ve Güvenliği Vagon Onarım Atölyesi Risk Değerlendirme Örneği, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim Uzmanlığı Tezi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim Araştırma Merkezi, Ankara.
- [7] Moen, R. (2009). Foundation and history of the PDSA cycle. Associates in Process Improvement-Detroit (USA), 2–10.
- [8] Saat, M. B. (2009) İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Metotlarının Kontrol Listesi ve Matris Metotlarının Entegre Biçimde Bir İnşaat Şantiyesinde Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- [9] Esin Alp, (1999). Toplam Kalite: ISO9000 Işığında, Makine Mühendisleri Odası, Ankara,
- [10] Çakmak, E. (2014). Atölye Tipi Üretim Yapan Sanayi İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim Uzmanlığı Tezi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim Araştırma Merkezi, Ankara
- [11] Aytekin, O., Kaya, M., Ü. Kuşan, H. (2015). Yapı İşlerinde Proje Tip ve Verilerine Göre Uygun İSG Risk Değerlendirme Yöntemi Seçimi için Öneriler, 5. İşçi Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, TMMOB

- [12] Semerci, O. (2012). İş Sağlığı ve Güvenliğinde Risk Değerlendirmesi Metal Sektöründe Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir
- [13] Oturakçı, M. (2017). Dağsuyu, C., Risk Değerlendirmede Bulanık Fine- Kinney Yöntemi ve Uygulaması, Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi, Cilt: 1, Sayı: 1
- [14] Taşan, K. (2006). Bir Risk Değerlendirme ve Güvenilirlik Metodu Olarak Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) Yöntemi, Bir Otomotiv Yan Sanayi İşletmesinde Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi,
- [15] Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir Chan, L. K, Wu, M. L. (2002). Quality Function Deployment; A Literature Review, European Journal of Operational Research
- [16] Eymen, U. E. (2006). Kalite Fonksiyon Göçerimi, Kalite Ofisi Yayınları
- [17] Kathawala, Y, ve Motwani, J. (1994) Implementing Quality Function Deployment, The TQM Magazine, Vol. 6, No:6,P.P:31-37
- [18] Shillito, M. L. (1994). Advanced QFD-Linking Technology to Market and Company Needs, John Wiley&Sons, Inc., NewYork
- [19] Hauser, J. R. ve Clausing, D. (1998) The House of Quality, Harvard Business Review, No: 3
- [20] Savaş, H., Ay, M. (2005). Üniversite Kütüphanesi Tasarımında Kalite Fonksiyon Göçerimi Uygulaması, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt:7, Sayı:3 ,İzmir
- [21] Yenigol, F. (2000). Yeni Ürün Geliştirmede Müşteri İstek ve İhtiyaçlarını Teknik Karakteristiklere Dönüştürmeyi Sağlayan Bir Yöntem: Kalite Fonksiyon Göçerimi, İzmir
- [22] Fine, W. T. (1971). Mathematical Evaluation for Controlling Hazards, Journal of Safety Research
- [23] Kinney, G. F. , Wiruth, A. D. (1976). Practical Risk Analysis for Safety Management, NWC Technical Populations 5865, Naval Wepon Center, China Lake LA, USA,
- [24] Babut, G. Mororu, R. , Cioca, L. (2011). Kinney-Type Methods Useful for Harmful Tools in the Risk Assessment and Management Process, International Conference on Manufacturing Science and Education, SIBIU, Romania
- [25] Anonim (2011). Çimento Sektöründe İSG Yaklaşımı ve Genel İSG Uygulamaları, Türkiyede Mesleki ve Teknik Eğitim Kalitesinin Artırılması (METEK) Hibe Programı, İş Sağlığı ve Güvenliği Etkinliğinin Artırılması Projesi