



Kimyasal Araştırma Laboratuvarı Risk Değerlendirmesi İçin İki Farklı Metodun İstatistiksel Analizi

Comparative Statistical Analysis of Two Different Methods for Risk Assessment in Chemical Research Laboratory

Derya Usanmaz¹ , Ercan Köse² 

¹Mersin Üniversitesi Mersin Meslek Yüksekokulu Elektronik ve Otomasyon Bölümü, 33335 Mersin, TÜRKİYE

²Tarsus Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü, 33400 Mersin, TÜRKİYE

Başvuru/Received: 19/08/2019

Kabul / Accepted: 08/02/2020

Çevrimiçi Basım / Published Online: 18/03/2020

Son Versiyon/Final Version: 30/06/2020

Öz

Bu çalışmada önemli bir üniversitemizin kimyasal maddelerle çalışma yapılan araştırma laboratuvarı için Fine-Kinney ve L Tipi (5x5) Matris risk analiz metodları kullanılarak risk değerlendirme yapılmıştır. Risk değerlendirme yapılan ortamın laboratuvar olması nedeniyle sürekli farklı materyallerle çalışma yapılmaktadır. Çalışma yöntem ve teknikleri, kullanılan kimyasal maddelerin türü, düzeyi, dozu, maruziyet süreleri değişiklik gösterebilmektedir. Bu durum her yeni deneysel çalışma için tehlike ve risklerin yeniden belirlenmesini gerektirmektedir. Risk değerlendirme ile tehlikeli durum ve tehlikeli hareketlerin belirlenmesi, önem sıralamasının oluşturulması, karar verilecek düzeltici önleyici faaliyetlerin belirlenmesi büyük öneme sahiptir. Çalışmamızda bu süreçlerin tamamı göz önünde bulundurulmuş ve risk analizi sonuçları Cohen Kappa istatistiksel metodu uygulanarak karşılaştırılmıştır. İstatistiksel analiz sonucunda özellikle tehlikeli ve çok tehlikeli sektörlerde tercih edilmesi bakımından etkin olan Fine-Kinney metodu pozitif yönleriyle ön plana çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler

“Risk Değerlendirmesi, 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, İş Sağlığı ve Güvenliği, Fine Kinney Risk Değerlendirme Metodu”

Abstract

In this study, Fine-Kinney and L-Type (5x5) Matrix risk analysis methods were used for the research laboratory of a major university. Due to the fact that the risk assessment environment is a laboratory, different materials are constantly being studied. Working methods and techniques, type, level, dose and exposure times of the chemicals used may vary. This requires re-identification of hazards and risks for each new experimental study. It is of great importance to determine the dangerous situation and dangerous actions with risk assessment, to establish the importance ranking and to determine the corrective and preventive actions to be decided. All of these processes were considered in our study and the results of the risk analysis were compared by applying the Cohen Kappa statistical method. As a result of the statistical analysis, the Fine-Kinney method, which is effective in terms of being preferred especially in hazardous and very dangerous sectors, came to the fore with its positive aspects.

Key Words

“Risk Assessment, Occupational Health and Safety Law No. 6331, Occupational Health and Safety, Fine Kinney Risk Assessment Method”

1. Giriş

Ülkemizde faaliyet gösteren kamu kurumları ile özel sektöre ait bütün işyerlerinde risk değerlendirme zorunluluğu işverenin genel yükümlülüğü kapsamında 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun 4. maddesinin birinci fıkrasının (c) bendinde düzenlenmiştir. İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliğine (ÇSGB, 2012) göre risk değerlendirme, işyerlerinin faaliyetlerine başlamadan önce tasarım ve kuruluş aşamalarında planlanılarak, tehlikelerin ve risklerin belirlenip analiz edilmesi ve bunun sonucunda koruyucu önlemlerin uygulanması ile gerçekleştirilir. Ancak 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun 30 Haziran 2012 tarihinde yayımlanması ile Kanun kapsamında bulunan mevcut işyerleri için işyeri bina ve eklentilerinin kuruluş ve tasarım aşamasında iş sağlığı ve güvenliği yönünden sistematik bir düzenleme yapılmamış olması risk değerlendirme çalışmalarını zorlaştırmaktadır. Ülkemizde henüz kısa bir uygulama geçmişine sahip risk analizi ve değerlendirme çalışmalarının daha standart bir yapıya kavuşması, uygulamada yaşanacak sorunlara çözüm önerileri geliştirilebilmesi, iş sağlığı ve güvenliği çalışmalarında aktif görev alan çalışanlar için metod seçiminin ve işlevselliğinin önemi hakkında farkındalığın sağlanması önem arz etmektedir.

Özellikle tehlikeli ve çok tehlikeli iş kolları olarak tanımlanan, iş kazası ve meslek hastalığı ihtimallerinin yüksek olduğu çalışma alanlarında yapılacak risk analizlerinde elde edilecek sonuçlar, alınacak koruyucu ve önleyici tedbirler açısından büyük öneme sahiptir. Dolayısıyla bu aşamada analiz değerlerinin doğru tespit edilmesi, elde edilecek sonuç değerinin de doğru hesaplanmasını sağlayacaktır. Fine-Kinney Metodu, L Tipi (5x5) Matris metodunda olduğu gibi bir olayın meydana gelme olasılığı ve gerçekleşmesi durumundaki şiddet derecesi parametreleri ile benzerlik göstermektedir. Aralarındaki tek fark frekans parametresidir. Frekans parametresi bir olayın zaman içerisinde tekrar etme sıklığı olarak tanımlanmaktadır.

Ülkemizde çalışan sağlığı ve güvenliği hizmetleri işverenler tarafından yalnızca yasal mevzuatların bir gerekliliği şeklinde algılanmaktadır. İşyerlerinde gerçekleştirilen risk değerlendirme çalışmalarında hangi metod ya da metodların kullanıldığı, elde edilen sonuçların etkinliği, ilgili işyeri için ne ölçüde fayda sağladığı konusunda bir analiz yapılamamaktadır. Yasal denetimlerde yalnızca dökümanların hazırlanmış olup olmaması dikkate alındığından sektörel açıdan risk analiz metodu seçimi veya seçilen metodun uygulama bakımından yeterliliği tartışılmamaktadır. Bu nedenle işyerlerinde yapılacak risk değerlendirmelerinin amacına uygun, doğru analiz metodları kullanılarak yapılması önem kazanmaktadır. Aksi halde risk değerlendirmesinin iş kazalarını ve meslek hastalıklarını önlenmesi mümkün olmayacaktır. Risk değerlendirme öncesinde dikkat edilmesi gereken en önemli adım metod seçimidir. Metodlar, risklerin önem derecesinin hesaplanması ve alınacak tedbirlerin öncelik sıralamasının belirlenmesinde etkilidir. Dolayısıyla iş kazalarının ve mesleki hastalıkların önlenmesi için işyerlerinde zorunlu hale getirilen risk değerlendirme çalışmalarının yalnızca yasal bir zorunluluğun gerekliliği olmaktan çıkarılması ve gerçek anlamda risk değerlendirme çalışmalarının işlevsel, koruyucu, önleyici ve sürekli kontrolün sağlanabileceği dinamik bir yapıya kavuşması sağlanmalıdır. Bu amaçla gerçekleştirilecek akademik çalışmalar ile Ülkemizde iş sağlığı ve güvenliğinin yalnızca yasal bir zorunluluk olarak algılanmasının önüne geçilmesi ve bir güvenlik kültürü olarak ancak doğru metodlarla gerçekleştirilmesi, sistematik ve planlı bir çalışma ile tam olarak işlevsellik kazanacağı belirtilmelidir. Bu amaçla, Ülkemizde son yıllarda yayımlanan birçok akademik çalışma bulunmaktadır.

2.Literatür Taraması

Literatür araştırmalarından elde edilen sonuçlar Fine-Kinney metodunun diğer seçeneklere göre uygulamada kolaylık sağladığı, olasılık, şiddet ve frekans parametrelerinin ayrı ayrı değerlendirilmesi nedeniyle hassasiyet düzeyinin yüksek olduğu ve yeni metodların geliştirilmesi bakımından da tercih edilebilir bir metod olduğu sonuçlarını ortaya koymaktadır.

Yiğit (2015), çalışmasında risk değerlendirme metodlarının uygulanabilirliği açısından Fine-Kinney metodunun işletmede kolaylıkla uygulandığını ve risk skalasının daha geniş olduğunu belirtmiştir.

Erzurumluoğlu vd. (2015) çalışmalarında iş kazalarının en sık yaşandığı iş kollarından biri olan inşaat sektöründe Fine-Kinney metodu uygulamasının önemini ve üstün özelliklerini ortaya koymaya çalışmışlardır. Özellikle işyerinde mevcut şartların sürekliliğinin korunamadığı, denetim ve kontrol mekanizmalarının devamlı aktif olması gereken çok tehlikeli çalışma sahalarında Matris metoduna alternatif olarak Fine-Kinney' in kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir. Metodun işyerine ait istatistiksel verilerinin etkin biçimde kullanımına olanak sağladığı, kolay ve pratik biçimde uygulanabilir olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Okumuş vd. (2016) çalışmalarında çok tehlikeli iş kollarından gemi inşaatı sektöründe yaşanan iş kazalarını inceleyerek özel bir tersane için 5X5 Matris ve Fine-Kinney metodu ile yapılan risk analizi sonuçlarını karşılaştırmışlardır. İki metottan elde edilen sonuçların belli ölçüde benzer yanları olduğunu, ancak Fine-Kinney metodu ile elde edilen sonuçların daha hassas ve derinlemesine bir çalışma olduğunu vurgulamışlardır.

Birgören (2017), çalışmasında Finney-Kinney metodunun özellikle Avrupa'da yaygın olarak kullanıldığını, Ülkemizde de 2012 yılından sonra özellikle çimento sektöründe yaygın olarak kullanıldığı ve son yıllarda büyük ölçekli inşaat ve sanayi sektörlerinde de kullanımının hızla arttığını belirtmiştir. Ancak metodun parametrelerinin kullanıcılar tarafından net bir biçimde algılanmadığı ve bu nedenle de hatalı risk puanları elde edildiğini ifade etmiştir. Metodun etkin kullanımı açısından yanlış uygulamaların ortadan kaldırılması amacıyla olasılık ve frekans kavramlarının tanımlamaları yapılmıştır. Hatalı yorumlamaların ortadan kaldırılmasına yönelik olarak Fine' ın tanımlamalarına bağlı kalınması amacıyla hazırladığı koşullu olasılık formülleri ile metodun uygulamadaki teorik alt yapısının sağlanabileceği ifade edilmiştir.

Bekdemir vd. (2018), çalışmalarında bir inşaat alanında yaptıkları risk değerlendirmede 5X5 Matris ve Fine-Kinney metotlarını uygulanmış ve sonuçları karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında, yapı sektörü gibi yüksek riskli sahaların risk analizi için araştırmacıların ve uzmanların ortak düşüncelerinin Fine-Kinney metodunun tercih edilmesi yönünde olduğu ve metotlar arasındaki en önemli farklılığında analizde kullanılan parametrelerden frekans parametresinin etkin rolü olduğu belirtilmiştir. Tehlikeli ve çok tehlikeli işyerlerinde tek bir analiz uygulamasının yeterli olamayacağı, en az iki ayrı metot kullanılması ve elde edilen sonuçların karşılaştırılmasıyla karma bir değerlendirme çok daha faydalı olacağı vurgulanmıştır.

Zaloğlu (2019), çalışmasında kazı ve sondaj çalışmalarının gerçekleştirildiği sahalarda 5X5 L tipi Matris ve Fine-Kinney metotları ile risk değerlendirmesi yaparak sonuçları karşılaştırmıştır. Bu tip sahalarda uygulama bakımından kolay bir metot olduğu için çoğunlukla Matris metodunun tercih edildiğini belirtmiştir. Ancak bu metodun risk değerlendirme aralığının dar olduğu, değişken derecelerinin tam olarak tanımlanamaması nedeniyle tablodan yakın seçeneklerin seçilmek zorunda kaldığı ve yapılan değerlendirmenin kişiden kişiye büyük ölçüde değişiklik gösterdiği ifade edilmiştir. Fine-Kinney metodunda ise risklerin büyüklük bakımından belirlenmesinde ve derecelendirilmesinde metodun daha subjektif olduğu, çok daha geniş bir aralıkta gerçeğe yakın bir değerlendirme yapmaya imkan sağladığı, risk değerlendirme sonuçlarının daha hassas, işlevsel ve güvenilir olduğunu belirtmiştir. Dolayısıyla tüm bu çıkarımların sonucunda 5x5 L tipi Matris metodunun Fine-Kinney risk değerlendirme metoduna göre yetersiz kaldığı ve sondaj, kazı vb. sahaların risk değerlendirilmesi yapılırken Fine-Kinney risk değerlendirme metodunun kullanılmasının daha etkin sonuçlar vereceği belirtilmiştir.

3. Materyal ve Metot

3.1. Materyal

Bu çalışmada, bir üniversitenin araştırma ve uygulama merkezinde bulunan laboratuvarlar için gerçekleştirilen risk analizi verileri kullanılmıştır. Laboratuvarlarda yürütülen faaliyetlerin bilimsel araştırmalara yönelik olması nedeniyle sürekli farklı kimyasallar kullanılmakta, farklı prosesler uygulanmakta ve bu nedenlerle sürekli farklı çalışma yöntem ve şekilleri uygulanmaktadır. Rutinde devamlı aynı çalışma yöntem ve tekniklerinin kullanılmadığı işyerlerinde alınacak iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerinin planlanma süreçlerinde dikkat edilmesi gereken hususlar belirlenmeye çalışılmıştır. Laboratuvarlarda deneysel faaliyetler için kullanılan temel laboratuvar araç gereçleri ile birlikte çeker ocak, etüv, vakumlu etüv, ısıtıcı-karıştırıcı, sirkülasyon, ısı tabancası, hassas terazi, buzdolabı, UV kabini, sonikatör, rotary evaporatör ve ahtapot kol havalandırma cihazı kullanılmaktadır. Çalışma ortamında kullanılan araç gereç ve malzemelerden kaynaklanan tehlikeler;

- Kimyasal malzemelerin zararlı etkileri
- Elektriksel riskler
- Sıcak malzeme ve yüzey tehlikesi
- Ergonomik problemler
- Tehlikeli çalışma
- Özel eğitim ve mesleki tecrübe gerektiren çalışmalar
- Kişisel koruyucu giysi ve donanım gerektiren çalışmalar

olarak belirlenmiştir.

Laboratuvarlarda sıklıkla kullanılan kimyasalların malzeme güvenlik bilgi dökümanları incelenerek, zararlılık düzeyleri tespit edilmiştir. Risklerin kaynağında kontrolüne yönelik öncelikli yapılması gereken önleyici faaliyetler tehlike kaynağını yok etmek veya ikame yapmaktır. Ancak risk grupları dikkate alındığında riskin kaynağında önlenmesi mümkün değildir. Ayrıca bir çok kimyasal madde için ikame yapılabilecek eşdeğer maddelerde kullanılamamaktadır. Maruziyetleri değerlendirildiğinde deneysel faaliyetler sebebiyle kullanılan kimyasalların büyük çoğunluğunda çok düşük dozlar yani eser miktarlar kullanılmaktadır. Dolayısıyla bu durumun değerlendirilebilmesi için ilgili yönetmelikte belirlenen maruziyet sınır değerlerinin kontrolü Tablo 1' den yararlanılarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. Laboratuvarlarda kullanılan kimyasal maddelerin mesleki maruziyet sınır değerleri

| Kimyasal Madde | Sınır Değer | | | | Özel İşaret |
|------------------------------------------------------------------|----------------------|-----|-------------------|-----|-------------|
| | TWA (8 Saat) STEL | | STEL (15 Dak.) | | |
| | Mg/m ³ | ppm | Mg/m ³ | ppm | |
| Hekzan(Hexane) C ₆ H ₁₄ | 72 | 20 | - | - | - |
| Kloroform 99,9 % Extra pure | 10 | 2 | - | - | Deri |
| Metilen Klorit (Diklorometan) CH ₂ Cl ₂ | - | - | - | - | - |
| Silika Jel 40-63 µm | - | - | - | - | - |
| Tetrahydrofuran C ₄ H ₈ O | - | - | - | - | - |
| Toluen Pure Grade C ₇ H ₈ | 192 | 50 | 384 | 100 | Deri |
| N,N-Dimetil Formamid | 15 | 5 | 30 | 10 | Deri |

3.2. Metot

3.2.1. Fine-Kinney Metodu

Risk analizi metotlarından biri olan Fine-Kinne Metodu, 1971 yılında T. Fine'in tarafından Journal of Safety Research'te yayımlanan "Mathematical Evaluations for Controlling Hazards" adlı makalesinde ve G.F. Kinney ve A.D. Wiruth'un "Practical Risk Analysis for Safety Management" adlı teknik raporunda risk analizinin frekans, şiddet ve olasılık parametrelerinin önceden oluşturulmuş tahmini değer aralıklarından oluşan tablolarını kullanarak gerçekleştirilmesi biçiminde ifade edilmiştir (Tablo 2,3,4,5). Fine-Kinney yöntemi;

$R = \dot{I} \times F \times \text{Ş}$ olarak hesaplanır (Erzurumluoğlu vd., 2015).

(\dot{I} = İhtimal, F = Frekans, Ş = Şiddet derecesi, R = Risk derecesi)

Tablo 2. Fine-Kinney olasılık değerleri

| Kategori | Değer |
|------------------------|-------|
| Pratik olarak imkânsız | 0,2 |
| Zayıf ihtimal | 0,5 |
| Düşük ihtimal | 1 |
| Nadir fakat olabilir | 3 |
| Kuvvetle muhtemel | 6 |
| Çok güçlü ihtimal | 10 |

Tablo 3. Fine-Kinney şiddet değerleri

| Kategori | Değer |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Birden fazla ölümlü kaza, çevre felaketi | 100 |
| Ölümlü kaza, ciddi çevresel problem | 40 |
| Kalıcı hasar, yaralanma, iş kaybı, çevresel engel oluşturma | 15 |
| Önemli hasar, yaralanma, dış ilk yardım, arazi sınırları dışında çevresel zarar | 7 |
| Küçük hasar, yaralanma, dahili ilk yardım, arazi sınırları içerisinde çevresel zarar | 3 |
| Ucuz atlatma, çevresel zarar bulunmamaktadır | 1 |

Tablo 4. Fine-Kinney frekans değerleri

| Kategori | Değer |
|----------------------------------------------|-------|
| Çok nadir (yılda bir veya bir kaç yılda bir) | 0,5 |
| Oldukça nadir (yılda bir veya birkaç kez) | 1 |
| Nadir (ayda bir veya bir kaç kez) | 2 |
| Ara sıra (haftada bir veya birkaç kez) | 3 |
| Sıklıkla (günde bir veya bir kaç kez) | 6 |
| Sürekli (bir saatte veya bir kaç saatte bir) | 10 |

Tablo 5. Fine-Kinney değerlendirme tablosu

| Risk Değeri | Risk Önem Derecesi | Risk Kontrol Tedbirleri |
|-----------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| $400 < R$ | 5.Derece Çok Yüksek Risk | Tolerans gösterilemez, derhal gerekli önlemler alınmalı veya iş durdurulmalıdır. |
| $200 < R < 400$ | 4.Derece Yüksek Risk | Kısa dönemde, bir kaç ay içinde iyileştirilmelidir. |
| $70 < R < 200$ | 3.Derece Önemli Risk | Uzun dönemde yıl içinde iyileştirilmelidir. |
| $20 < R < 70$ | 2.Derece Dikkate Değer Risk | Gözetim altında tutulmalıdır. |
| $R < 20$ | 1.Derece Kabul Edilebilir Risk | Acil önlem öncelikli değildir. |

3.2.2. L Tipi (5x5) Matris Metodu

Metot uygulanması bakımından kolay olması nedeniyle Ülkemizde en çok tercih edilen risk analiz metotlarından biri olmuştur. Olasılık ve şiddet değeri için 5 farklı seviye belirlenmiştir. L Tipi (5x5) Matris metodu;

$R = O \times \text{Ş}$ olarak hesaplanır (Okumuş & Barlas, 2016).

(O = Olasılık, Ş = Şiddet derecesi, R = Risk derecesi)

Tablo 6. L Tipi (5x5) Matris Olasılık Değerleri

| Kategori | Değer |
|----------------------------------------|---------------|
| Hemen hemen hiç | 1- Çok düşük |
| Çok az (yılda bir kez) | 2- Düşük |
| Az (yılda birkaç kez) | 3- Orta |
| Sıklıkla (ayda bir kez) | 4- Yüksek |
| Çok sık (haftada birkaç kez, her gün) | 5- Çok yüksek |

Tablo 7. L Tipi (5x5) Matris şiddet değerleri

| Kategori | Değer |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Çalışma saati kaybı yok, ilk yardım gerektiren durum. | 1- Çok Hafif |
| Çalışma günü kaybı yok, ayakta tedavi gerektiren kalıcı etkisi olmayan durum. | 2- Hafif |
| Hafif yaralanmaya yol açan, yatarak tedavi gerektiren durum. | 3- Orta |
| Ölüm, ciddi yaralanma, uzun süreli tedavi gerektiren durum, meslek hastalığı | 4- Ciddi |
| Birden çok ölüm, sürekli iş göremezliğe sebebiyet veren durum | 5- Çok ciddi |

Tablo 8. L Tipi (5x5) Matris değerlendirme tablosu

| Risk Skoru | Düzeltilici Önleyici Faaliyet | Risk Önem Derecesi | Karar |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|
| $R \leq 1$ | Belirlenen riskleri ortadan kaldırmak için ilave kontrol tedbirlerine ihtiyaç duyulmayabilir. | 1.Derece | Kabul Edilebilir Risk |
| $1 < R < 8$ | Mevcut kontrol tedbirleri sürdürülmeli ve bu kontrollerin sürdürüldüğü denetlenmelidir. | 2.Derece | Dikkate Değer Risk |
| $8 \leq R < 15$ | Belirlenen riskleri düşürmek için hemen faaliyetler başlatılmalıdır. | 3.Derece | Önemli Risk |
| $15 \leq R \leq 20$ | Bu riskler için acil önlem alınmalı ve faaliyetlerin kabul edilebilir seviyede devam etmesi sağlanmalıdır. | 4.Derece | Yüksek Risk |
| $R > 20$ | Risk kabul edilebilir seviyeye düşürülünceye kadar iş başlatılmamalıdır. | 5.Derece | Çok Yüksek Risk |

Tablo 9. Fine-Kinney Metodu ve L Tipi (5x5) Matris Metodu sonuçlarının kategori değerleri

| Risk Derecesi | Risk Düzeyi | Kontrol Planlaması |
|---------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Kabul Edilebilir | Tehlike yok denebilecek düzeydedir. |
| 2 | Dikkate Değer | Mevcut kontrol önlemleri yeterlidir, sürekliliği sağlanmalıdır. |
| 3 | Önemli | Kontrol tedbirleri belirlenmeli ve maksimum 1 yıl içerisinde uygulanmalıdır. |
| 4 | Yüksek | Kontrol tedbirleri belirlenmeli ve maksimum 3-6 ay içerisinde uygulanmalıdır. |
| 5 | Çok Yüksek | Kontrol tedbirleri belirlenmeli ve maksimum 1 ay içerisinde uygulanmalıdır. |

Çalışmamızda, laboratuvarlardaki mevcut tehlikeler ve riskler analiz edilerek 35 tehlike kaynağı için risk değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir. Tehlikelerin belirlenmesinde fiziksel etkenler, kullanılan araç-gereçler, kimyasal maddeler, çalışma yöntem ve şekilleri, acil durumlar, iş organizasyonu, çevresel etkiler, atıklar ile iş sağlığı ve güvenliği hizmetleri gibi konular öncelikli olacak şekilde değerlendirme yapılmıştır. Tespit edilen 35 tehlike kaynağından her biri ayrı ayrı Fine-Kinney Metodu ve L Tipi (5x5) Matris Metodu kullanılarak iki ayrı analiz gerçekleştirilmiştir.

Risk analizleri ile elde edilen sonuçlar çalışma ortamı, yapılan iş ve işlemlerin niteliği, sürekliliği, yasal zorunluluklar ve tahammül edilebilecek risk düzeyleri dikkate alınarak 5' li kategoriye göre ölçeklendirilmiştir (Tablo 9).

3.3. Cohen Kappa İstatistiği

Cohen kappa istatistiği, aynı bireylerin farklı zamanlarda, farklı kişiler tarafından veya farklı metotlarla üzerinde durulan kategorik özelliklerine ait sonuçlar arasındaki uyumun araştırılmasında yaygın olarak kullanılan bir istatistiktir. Puanlayıcılar arasında karşılaştırma yapma ve güvenilirlik belirlemede sıklıkla kullanılan Kappa istatistiği, Cohen (1960) tarafından önerilmiştir. Sınıflama düzeyinde puanlama yapan iki puanlayıcı arasındaki uyumun derecesini belirlemek için geliştirilmiştir. Bu istatistiğin hesaplanabilmesi için öncelikle uyum analizi sonucunda oluşturulacak çapraz tabloların satır sayısı ile sütun sayısı birbirlerine eşit olmalıdır (Cx C). Yani, 2x2'lik ve daha büyük boyutlardaki tablolarda, tablonun satır ve sütunlarına yerleştirilen değişkenler arası uyumu ölçmede kullanılır. Kappa istatistiği kolaylıkla hesaplanarak yorumlanabilmektedir. Yöntemin en

önemli katkısı ise şansla beklenen uyumu düzeltmeyi de hesaba katmasıdır. Şans eseri meydana gelen uyum puanlardaki tamamen tesadüfe dayalı oluşan benzerliktir. κ , puanlayıcılar arası gözlenen uyumun içinden şans/tesadüfe dayalı uyumun çıkarılmasına dayalı olarak aşağıda verilen formülle hesaplanmaktadır. \bar{P} gözlenen uyumluluk oranı, \bar{P}_e tesadüfi/şansla uyumluluk oranı olmak üzere kapa istatistiği (κ) formülüyle Eşitlik I' deki gibi hesaplanmaktadır.

$$\kappa = \frac{\bar{P} - \bar{P}_e}{1 - \bar{P}_e}$$

Kappa istatistiğinin sonucunda değeri -1 ile +1 arasında bir değer elde edilmektedir. κ 'nın pozitif sonuçları puanlayıcılar arasındaki uyumun şansla beklenen uyumdan daha fazla olduğunu, κ 'nın negatif sonuçları puanlayıcılar arasındaki uyumun şansla beklenenden daha az olduğunu ifade eder. Bu sebeple negatif değerler şansla beklenenin altındaki uyum düzeyini gösterdiği için dikkate alınmamaktadır. κ istatistiğinin yorumlanmasında Tablo 10'de Landis ve Koch tarafından önerilen uyum düzeyleri kullanılmaktadır (Bıkmaz Bilgen & Doğan, 2017).

Tablo 10. Kappa istatistiğinin yorumlanmasına ilişkin değer aralıkları

| κ | Uyumun gücü |
|-------------|-------------|
| < 0,00 | Zayıf |
| 0,00 – 0,20 | Önemsiz |
| 0,21 – 0,40 | Düşük |
| 0,41 – 0,60 | Orta |
| 0,61 – 0,80 | Önemli |
| 0,81 – 1,00 | Çok Yüksek |

4. Bulgular ve Tartışma

4.1. Risk Analizi ve Değerlendirmesi Sonuçları

Risk analizi metotları arasında sıklıkla tercih edilen iki metot arasındaki benzerlik ve farklılıkların analiz edilebilmesi amacıyla bir araştırma laboratuvarı için gerçekleştirilen risk analizi sonuçları Tablo 11' de verilmiştir. Bu değerler yaklaşık beş ay süresince laboratuvar gözlemleri, çalışanlar ve öğrencilerle yapılan görüşmeler, hafta sonu ve mesai saatleri dışında yapılan çalışmaların kontrolü sonucunda elde edilmiştir. Bir olayın meydana gelme olasılığı hesabında; çalışma yöntem ve teknikleri, fiziksel riskler, işyeri bina ve eklentilerinden kaynaklanabilecek tehlikeler, çevresel riskler ve yaşanması muhtemel kişisel kusurlar dikkate alınmıştır. Fine-Kinney metodunda olasılık ve şiddet değeri ile birlikte çarpıma eklenen frekans değeri ise çalışanların tehlikeye zaman içerisinde ne kadar sıklıkla maruz kaldıklarını derecelendirmektedir. Bu yönüyle riskin büyüklüğünün hesaplanması ve sonrasında en yüksek dereceli risklerle öncelikli olarak mücadele edilmesi planlamasında rolü hayati derecede önem kazanmaktadır.

Tablo 11. Risk Analizleri Tablosu

| Tehlike Kaynağı | L Tipi (5x5) Matris Metodu | | | | Fine-Kinney Metodu | | | | |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------|--------|------------|-----------------|--------------------|--------|---------|------------|-----------------|
| | Olasılık | Şiddet | Risk Puanı | R/Risk Derecesi | Olasılık | Şiddet | Frekans | Risk Puanı | R/Risk Derecesi |
| 1- İş Sağlığı ve Güvenliği Kültürü ve Bilincinin Oluşmaması | 2 | 3 | 6 | 2 | 1 | 7 | 6 | 42 | 2 |
| 2- Sağlık ve Güvenlik Eğitimi Eksikliği | 3 | 3 | 9 | 3 | 3 | 7 | 6 | 126 | 3 |
| 3- Acil Çıkışlar | 4 | 4 | 16 | 4 | 6 | 40 | 1 | 240 | 4 |
| 4- Acil Durum Eylem Planı | 4 | 4 | 16 | 4 | 6 | 40 | 1 | 240 | 4 |
| 5- Sağlık ve Güvenlik İşaretleri ile Poster ve Görsellerin | 3 | 3 | 9 | 3 | 3 | 7 | 6 | 126 | 3 |
| 6- MSDS' lerin olmaması, eksikliği veya ulaşılamaması | 4 | 4 | 16 | 4 | 6 | 15 | 6 | 540 | 5 |

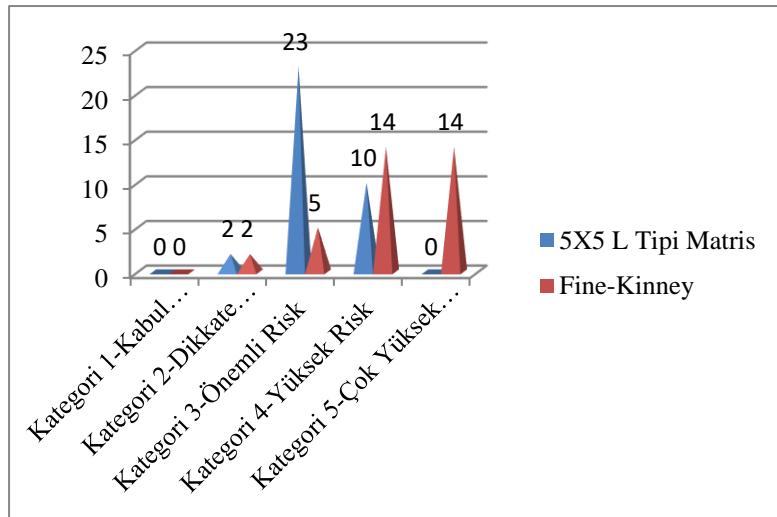
Tablo 11 (devamı). Risk Analizleri Tablosu

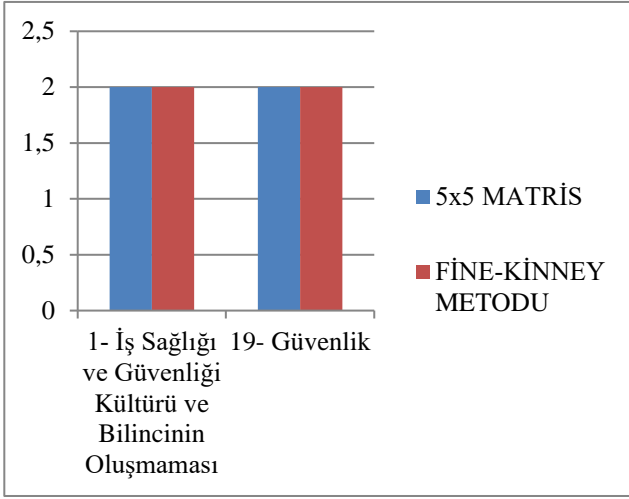
| Tehlike Kaynağı | L Tipi (5x5) Matris Metodu | | | | Fine-Kinney Metodu | | | | |
|------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------|------------|-----------------|--------------------|--------|---------|------------|-----------------|
| | Olasılık | Şiddet | Risk Puanı | R/Risk Derecesi | Olasılık | Şiddet | Frekans | Risk Puanı | R/Risk Derecesi |
| 7- Kimyasal malzemelerin depolanması | 4 | 4 | 16 | 4 | 6 | 15 | 6 | 540 | 5 |
| 8- Tehlikeli Kimyasal Maddelerle Çalışma | 4 | 4 | 16 | 4 | 6 | 40 | 6 | 1440 | 5 |
| 9- Tehlikeli Kimyasal Maddelerle Çalışma | 3 | 4 | 12 | 3 | 3 | 40 | 6 | 720 | 5 |
| 10- Depolama | 4 | 3 | 12 | 3 | 6 | 7 | 2 | 84 | 3 |
| 11- İklimlendirme Havalandırma Sistemlerinin Bakımı | 3 | 3 | 9 | 3 | 3 | 7 | 10 | 210 | 4 |
| 12- Çeker Ocak Kullanımı | 3 | 4 | 12 | 3 | 3 | 40 | 6 | 720 | 5 |
| 13- Havalandırma | 3 | 3 | 9 | 3 | 3 | 7 | 10 | 210 | 4 |
| 14- Elektrik ve Tehlikeleri | 3 | 4 | 12 | 3 | 3 | 40 | 10 | 1200 | 5 |
| 15- Elektrik Kaçakları | 3 | 4 | 12 | 3 | 3 | 40 | 10 | 1200 | 5 |
| 16- Topraklama ve Kaçak akım | 3 | 4 | 12 | 3 | 3 | 40 | 10 | 1200 | 5 |
| 17- Yangın | 4 | 4 | 16 | 4 | 6 | 40 | 1 | 240 | 4 |
| 18- Söndürme Araçları | 2 | 4 | 8 | 3 | 1 | 40 | 10 | 400 | 4 |
| 19- Güvenlik | 2 | 3 | 6 | 2 | 1 | 7 | 6 | 42 | 2 |
| 20- Atıkların Berterafı | 3 | 4 | 12 | 3 | 3 | 15 | 3 | 135 | 3 |
| 21- Cam malzemeler | 3 | 4 | 12 | 3 | 3 | 15 | 6 | 270 | 4 |
| 22- Endüstriyel Gaz Tüpleri | 4 | 5 | 20 | 4 | 6 | 100 | 3 | 1800 | 5 |
| 23- Kişisel Eşyaların ve Gıdaların Laboratuvarında Açıkta Olması | 4 | 4 | 16 | 4 | 6 | 15 | 6 | 540 | 5 |
| 24-Yetersiz Çalışma Alanı | 4 | 4 | 16 | 4 | 6 | 15 | 10 | 900 | 5 |
| 25- Ergonomik Faktörler | 3 | 3 | 9 | 3 | 3 | 7 | 10 | 210 | 4 |
| 26- Bölgesel Yıkama Ünitelerinin Kullanımı (Boy/göz duşları) | 3 | 4 | 12 | 3 | 3 | 15 | 2 | 90 | 3 |
| 27- Psikososyal Riskler | 3 | 3 | 9 | 3 | 3 | 7 | 10 | 210 | 4 |
| 28- Aydınlatma | 2 | 4 | 8 | 3 | 1 | 40 | 10 | 400 | 4 |

Tablo 11 (devamı). Risk Analizleri Tablosu

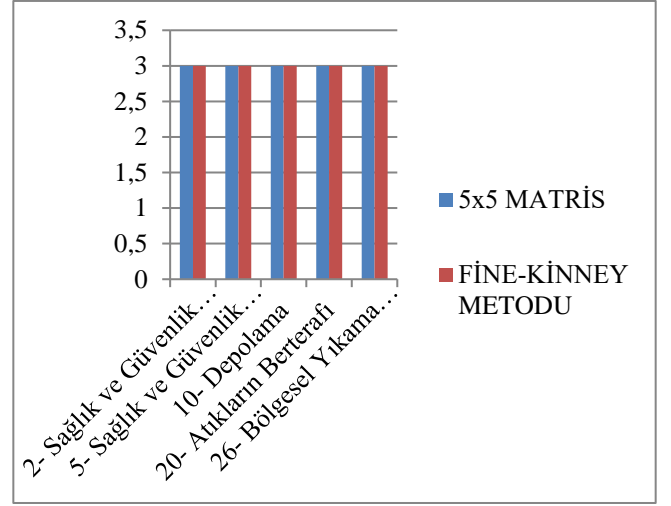
| Tehlike Kaynağı | L Tipi (5x5) Matris Metodu | | | | Fine-Kinney Metodu | | | | |
|------------------------------------------------------|----------------------------|--------|------------|-----------------|--------------------|--------|---------|------------|------------------|
| | Olasılık | Şiddet | Risk Puanı | R/Risk Derecesi | Olasılık | Şiddet | Frekans | Risk Puanı | R/ Risk Derecesi |
| 29- Envanter Listesi | 4 | 3 | 12 | 3 | 6 | 7 | 6 | 252 | 4 |
| 30- Silika | 3 | 4 | 12 | 3 | 3 | 40 | 6 | 720 | 5 |
| 31- İlk Yardım | 3 | 4 | 12 | 3 | 3 | 40 | 10 | 1200 | 5 |
| 32- Kişisel Koruyucu Donanım ihtiyacı uygun olmaması | 2 | 4 | 8 | 3 | 1 | 40 | 6 | 240 | 4 |
| 33- Çalışma Alanı | 2 | 4 | 8 | 3 | 1 | 40 | 10 | 400 | 4 |
| 34- Mesai saatleri dışında yapılan çalışmalar | 4 | 4 | 16 | 4 | 6 | 40 | 2 | 480 | 5 |
| 35- Hijyen/Temizlik | 3 | 3 | 9 | 3 | 3 | 7 | 10 | 210 | 4 |

Çalışmada, her iki metod için 1. derece kabul edilebilir risk tespit edilmemiştir. Şekil 2.a' da görüldüğü üzere bir üst kategori olan 2. derece dikkate değer risk düzeyinde ise 2 risk tespit edilmiş olup, her ikisinde tehlike kaynağı aynıdır. Bu sonuçlara göre Fine-Kinney metodu ile L Tipi (5x5) Matris metodu risk analiz sonuçlarındaki farklılıkların 3., 4. ve 5. derece risk kategorilerinde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1).

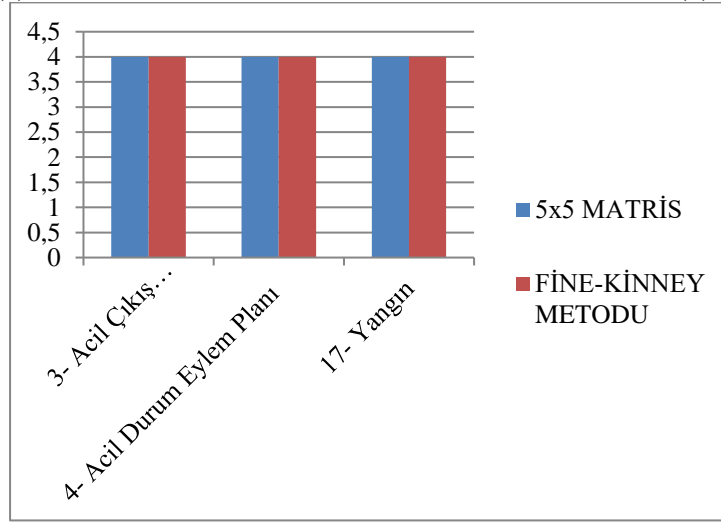
**Şekil 1.** Fine-Kinney ve L Tipi (5x5) Matris metodu uygulama sonuçları



(a)



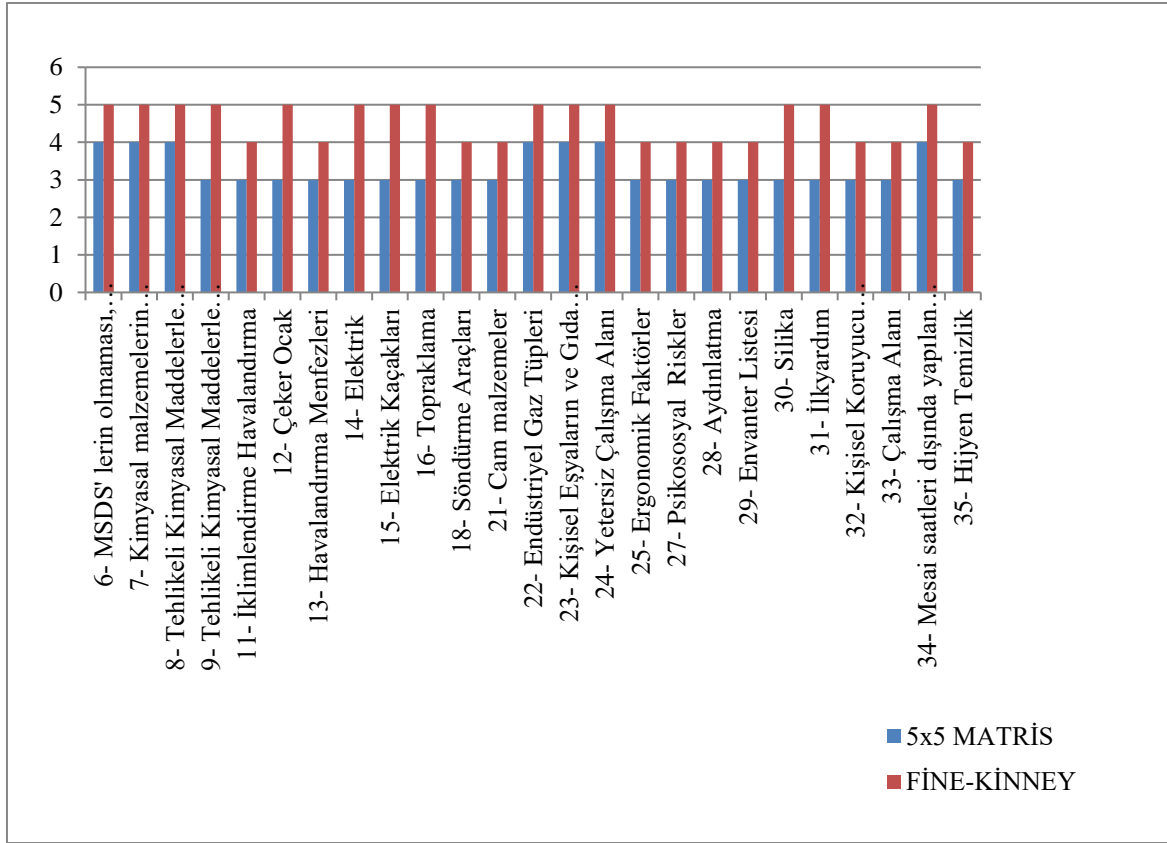
(b)



(c)

Şekil 2. Risk kategorileri eşit bulunan tehlike kaynakları (a) 2.derece, (b) 3.derece, (4) derece risk analizi sonuçları

Şekil 2.'de 2., 3. ve 4. derece risk kategorilerinde her iki metod uygulamasında da aynı sonuçların elde edildiği tehlike kaynakları gösterilmiştir. Nace kodu sınıflamasında tehlikeli sınıfta yer alan bir işyeri için acil durumlar, güvenlik kültürü ve eğitimleri, depolama, atıklar ve bertaraf işlemleri ile sağlık ve güvenlik tedbirlerini içeren konularda risk öncelik sıralaması beklenen düzeydedir.



Şekil 3. Risk kategorileri farklı olan tehlike kaynakları

Şekil 3' de yer alan 25 tehlike kaynağı için Fine-Kinney metodu ile L Tipi (5x5) Matris metodunda farklı sonuçlar elde edilmiştir. L Tipi (5x5) Matris sonuçlarının tamamı Fine-Kinney metoduna kıyasla daha alt derecelerde kategorilere sahiptir. Bu farklılıkların temel nedeni frekans parametresinden kaynaklanmaktadır. Tehlikeye zaman içerisinde maruz kalma sıklığı olarak tanımlanan frekans değeri hesaba katıldığında, tehlikenin önem derecesi değişmektedir. Bu durum önlem planlamasında çalışanların sıklıkla karşı karşıya kaldıkları tehlike kaynakları için daha kısa sürede iyileştirme yapılmasını gerektirmektedir.

4.2. Metotların İstatistiksel Analizi

İki farklı risk analizi metodu ile elde edilen sonuçlarının uyumlu olup olmadığını tespitinde Cohen Kappa testi kullanılmıştır. Kappa katsayısı -1 ile +1 arasında değişir. Tam uyum söz konusu olduğunda $\kappa = 1$ olur. Uyum düzeyleri bakımından kappa katsayısı 0.20'ye eşit yada küçük ise "zayıf uyum", 0.21-0.40 aralığında ise "ortanın altında uyum", 0.41-0.60 aralığında ise "orta düzeyde uyum", 0.61-0.80 aralığında ise "iyi düzeyde uyum" ve 0.81-1.00 aralığında ise "çok iyi düzeyde uyum" olarak tanımlanmıştır. Çalışmamızda kritik karar alma değeri 0,05 olarak seçilmiş ve SPSS 22.00 programı ile yapılmıştır. Hesaplama n değeri görülen uyum sayısını, P değeri ise gözlenen uyumluluk oranını ifade etmektedir. P değerinin istatistiksel açıdan anlamlı olabilmesi için ($p < 0,05$) olmalıdır.

Tablo 12. Olasılık Değerlendirmelerinin Uyumu

| Olasılık 5x5 MATRİS | Olasılık FİNE-KİNNEY | | | K | p |
|---------------------|----------------------|--------|--------|------|-------|
| | 1 | 3 | 6 | | |
| 2 | n | 6 | 0 | 0,34 | 0,01* |
| | % | 100,0% | 0,0% | | |
| 3 | n | 0 | 17 | 0,34 | 0,01* |
| | % | 0,0% | 100,0% | | |
| 4 | n | 0 | 0 | 0,34 | 0,01* |
| | % | 0,0% | 100,0% | | |

*anlamlı seviyede uyumu gösterir.

Çalışmada risklere göre öngörülen gerçekleşme olasılık değerlerinin 5x5 Matris ve Fine-Kinney yöntemlerine göre uyumlu olduğu görülmüştür ($K=0,34, p=0,01$). 5x5 Matris ve Fine-Kinney yöntemlerine göre uyumlu olasılık değerlerinin verildiği söylene de uyum düzeyinin zayıf olduğu görülmektedir. Çalışmada uyum gösteren olasılık değerlerinin her iki yöntem içinde olasılık 3 değerleri için olduğu (%100) görülmüştür (Tablo 12).

Tablo 13. Risk Değerlendirmelerinin Uyumu

| R/Risk Derecesi 5x5 MATRİS | FİNE-KİNNEY R/ Risk Derecesi | | | | K | p |
|-------------------------------|------------------------------|--------|-------|-------|------|-------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| 2 | n | 2 | 0 | 0 | | |
| | % | 100,0% | 0,0% | 0,0% | | |
| 3 | n | 0 | 5 | 11 | 0,29 | 0,03* |
| | % | 0,0% | 21,7% | 47,8% | | |
| 4 | n | 0 | 0 | 3 | | |
| | % | 0,0% | 0,0% | 30,0% | | |

*anlamli seviyede uyumu gösterir.

Çalışmada uyum gösteren risk değerlendirmelerinin iki yöntem içinde 2 seviyesi için (n=2, %100), 3 seviyesi için (n=5, %21,7), 4 seviyesi için (n=3, %30) olduğu görülmüştür. Fine-Kinney yöntemi ile risk derecesi 5 olarak tespit edilen konularda 5x5 Matris yöntemi ile uyum gösteren seviyeler 3 seviyesinde (n=7, % 30,4) ve 4 seviyesinde (n=7, %70) olduğu görülmüştür.

Analiz sonucunda risk değerlerinin 5x5 Matris ve Fine-Kinney yöntemlerine göre gözlenen olasılık değerlerinin uyumlu olduğu ($K=0,34$, $p=0,01$), ancak kappa katsayısı uyum düzeyinin zayıf seviyelerde ($K=0,29$, $p=0,03$) olduğu görülmektedir. Bu çalışma sonucunda her iki metot arasındaki uyumun gücünün Kappa istatistiğinin yorumlanmasına ilişkin değer aralıkları tablosu Tablo 10' a göre "düşük ($K=0,29$ - $K=0,34$)" seviyede olduğu hesaplanmıştır.

5. Sonuçlar

Fine-Kinney Metodu ile yapılan değerlendirme sonuçları L Tipi (5x5) Matris Metodu kullanılarak yapılan değerlendirme sonuçları karşılaştırılmıştır. Her iki metot uygulamasında da mevcut durumda minimum risk seviyesinde tehlike tespit edilmemiştir. Kimyasal maddelerle çalışma, iş ve işlem basamakları, kullanılan malzeme ve araç-gereçler, fiziksel ve çevresel faktörler, acil durumlar, kişisel kusurlar vb. dikkate alındığında mevcut kontrol tedbirlerine rağmen tehlike kaynaklarının hiçbirini için risklerin kabul edilebilir seviyede olmaması beklenen düzeydedir.

Bu çalışmamız, işyerlerinde yaşanan kazalarının ve mesleki hastalıkların yaşanmaması için planlanacak çalışmalara karar verilmesi amacıyla yapılan risk değerlendirme çalışmalarında yararlanılan metotların rolünün son derece büyük olduğunu ortaya koymuştur. Risk değerlendirmede metot seçiminin bütün iş sağlığı ve güvenliği faaliyetlerine ne derece yön verdiği ortaya çıkarılmaya çalışılmış ve metot sonuçları karşılaştırılmıştır. Puanlayıcılar arasındaki güvenilirliğin belirlenmesinde sıklıkla kullanılan Kappa istatistiğinden yararlanılarak yapılan karşılaştırma; aynı analist tarafından, aynı çalışma ortamı ve aynı tehlike kaynakları için gerçekleştirilmiş olmasına rağmen, sonuçlar arasında benzerlik düzeyinin düşük seviyede olduğu görülmüştür. Kappa katsayısının negatif değer aralığı şansa beklenenin altındaki uyum düzeyini gösterdiği için ihmal edildiğinde, sonuç değeri 0,29 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç değer aralıkları yorum tablosunda ilişkinin "(0,20-0,40) düşük" aralığına karşılık gelmektedir. Dolayısıyla iki metot arasında istatistiksel olarak uyumlu bir ilişkiden söz etmek mümkün değildir.

Uygun metot seçimi yapılmadığında etkin sonuçlar elde edilemeyeceği gibi ilave riskler ve kayıplar da ortaya çıkabilir. Risk önem seviyelerinin belirlenmesinde Fine-Kinney metodunda hesaba katılan frekans değerinin etkisi büyüktür. İki metot arasındaki en büyük farklılık tehlikeye zaman içerisinde maruz kalma sıklığı yani frekans değerinin risk önem seviyesi hesabındaki etkisidir. Matris metodunda yalnızca tehlikenin riske dönüşme olasılığı ve gerçekleştiğinde meydana gelecek zararın şiddet değeri hesaba katılmaktadır. Dolayısıyla hergün yapılan bir faaliyet ile yılda birkaç kez yapılan bir faaliyet için düzeltici ve önleyici faaliyet planlamasında risk skoru yüksek olan tehlike kaynağı için acil tedbir planlanmaktadır. Fine-Kinney metodunda ise zaman içerisinde sıklıkla karşı karşıya kalınan riskler ön plana çıkarılmakta ve bu risklerle daha önce mücadele edilmektedir. Fine-Kinney Metodu ile yapılan analizlerde mevcut durumlar daha ayrıntılı biçimde ele alınmaktadır. Bu farklılıklar dikkate alındığında özellikle tehlikeli ve çok tehlikeli iş kollarında L Tipi (5x5) Matris metodu yerine Fine-Kinney metodunun uygulanması analizlerin daha geniş ölçekte yapılmasını sağlayarak, öncelikli tehlikelerin daha kısa sürede bertaraf edilmesini ve iş sağlığı ve güvenliği çalışmalarında daha etkin sonuçlar elde edileceğini göstermektedir.

Referanslar

Bekdemir, E., & Erçetin, R. (2018). Uluslararası İş Sağlığı ve Güvenliği Kongresi ve Fuarı bildiri kitabı içinde (ss.331-342). İstanbul: İstanbul Büyükşehir Belediyesi

- Bıkmaz Bilgen, Ö., & Doğan, N. (2017). Puanlayıcılar Arası Güvenilirlik Belirleme Tekniklerinin Karşılaştırılması. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme*, 8(1), 63-78.
- Birgören, B. (2017). Fine Kinney Risk Analizi Yönteminde Risk Faktörlerinin Hesaplama Zorlukları ve Çözüm Önerileri, *International Journal of Engineering Research and Development*, 9(1), 19-25.
- Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (2012). İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği. Resmi Gazete, 28512. Ankara.
- Erzurumluoğlu, K., Köksal, K.N., & Gerek, İ.H. (2015). İnşaat Sektöründe Fine-Kinney Metodu Kullanılarak Risk Analizi Yapılması, 5. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu, 137–146.
- Okumuş, D., & Barlas, B. (2016). Gemi İnşaatı Sektöründe 5x5 Analiz Matrisi ve Fine-Kinney Yöntemlerinin Uygulamalı Bir Karşılaştırılması. *GMO*, 204–205, 95–106.
- Yiğit, Ö. (2015). Yem Üretim Proseslerinde Üç Farklı Risk Değerlendirme Metodunun Uygulanması ve Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Yayımlanmış İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi. İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Zaloğlu, D.I. (2019). İş Sağlığı ve Güvenliği Kapsamında Fosil Lokalitesinde Fine Kinney Metodu ile Risk Değerlendirmesi. Yayımlanmış yüksek lisans tezi. Başkent Üniversitesi, Ankara.