

Elektrik Yapım İşi Sektöründe Bulanık Fine-Kinney Metodu ile Risklerin Önceliklendirilmesi

Umut ERGÜN*¹ ORCID 0000-0003-3048-618X

Funda KAHRAMAN² ORCID 0000-0003-4333-4943

¹Tarsus Üniversitesi/Lisansüstü Eğitim Enstitüsü/İş sağlığı ve Güvenliği Bölümü, Mersin

²Tarsus Üniversitesi/Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı/Makine Mühendisliği Bölümü, Mersin

Geliş tarihi: 15.03.2023

Kabul tarihi: 29.03.2023

Atıf şekli/ How to cite: ERGÜN, U., KAHRAMAN, F., (2023). Elektrik Yapım İşi Sektöründe Bulanık Fine-Kinney Metodu ile Risklerin Önceliklendirilmesi. Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, 38(1), 281-292.

Öz

Elektrik yapım işi temel olarak; üretilen ve dağıtımına hazır elektriğin, hane ve işletmelere dağıtılması için gerekli olan alt yapının inşasını ve bu konuda önceden tesis edilmiş altyapıların modernizasyonunu ve büyütülmesini konu edinmiş bir alandır. Dolayısı ile ülkenin tüm büyüme ve kalkınma planlarında elektrik yapım işi sektörü ve üreteceği hizmet, stratejik bir öneme sahiptir. Elektrik yapım işi sektörü, ülkemiz mevzuatına göre çok tehlikeli işler sınıfında yer almaktadır. Her yıl pek çok ölümlü ve ağır yaralanmalı iş kazası meydana gelmektedir. Bu sebeple sektör içinde yer alan firmaların oluşturacakları risk değerlendirmeleri ve bu doğrultuda tehlikelerin giderilmesi oldukça önemlidir. Bu sürecin belirli bir plan dahilinde işletilmesi, hem firmanın zaman, iş gücü ve para gibi kısıtlı kaynaklarının verimli kullanılmasına hem de aciliyet arz eden tehlikelerin daha hızlı giderilmesine olanak sağlayacaktır. Bu çalışmada; sektörde referans alınmış bir firmanın Fine-Kinney metodu kullanılarak hazırlanmış olan risk değerlendirmesi baz alınarak, risklerin önceliklendirilmesi işlemi yapılmıştır. Bu veriler bulanık mantık yöntemiyle değerlendirilmiş ve bu iki yöntemin sonuçları karşılaştırılarak, tehlikelerin giderilme planı için karar vericilere, risk önceliklendirme sonucu sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bulanık Fine-Kinney metodu, Risklerin önceliklendirilmesi, Elektrik yapım işi sektörü, İş sağlığı ve güvenliği

Prioritization of Risks by Fuzzy Fine Kinney Method in Electrical Construction Sector

Abstract

Electrical construction works basically; is a field that deals with the construction of the infrastructure necessary for the distribution of electricity produced and ready for distribution to households and businesses, and modernization, and expansion of previously established infrastructures in this regard.

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Umut ERGÜN, umut_ergun@tarsus.edu.tr

Therefore, the electricity construction sector and the service it will produce has a strategic importance in all growth and development plans of country. The sector is in the category of very dangerous work according to the legislation of our country. Every year, many fatal and serious injury occupational accidents occur. For this reason, it is very important to eliminate the dangers in line with the risk assessments to be created by companies in the sector and these risk assessments. Operation of this process within a certain plan will enable the efficient use of the limited resources of the company such as time, labor, money, and faster elimination of urgent dangers. In this study; Risks were prioritized based on the risk assessment prepared using the Fine Kinney method of a company referenced in the sector. Afterward, the data were evaluated with the fuzzy logic method and the results of these two methods were compared and the risk prioritization result was presented to the decision makers for the hazard elimination plan.

Keywords: Keywords: Fuzzy Fine-Kinney method, Prioritization of risks, Electrical construction sector, Occupational health, and safety

1. GİRİŞ

Bu çalışmanın konu edindiği elektrik yapım işi sektörü temel olarak; üretilen elektriğin, hane ve işletmelere dağıtılması için gerekli olan alt yapının inşasını ve bu konuda önceden tesis edilmiş altyapıların modernizasyonunu ve büyütülmesini konu edinmiş bir alandır. Söz gelimi bir fabrikada üretilen bir ürünün, nihai tüketiciye ulaştırılması için uygulanacak lojistik faaliyetler için kullanılacak yolun inşası olarak nitelendirilebilir. Eğer bu yol oluşturulmazsa, elektriğin kullanımı ve buna bağlı pek çok modern hayat niteliği de ilgili lokasyona sağlanamaz. Bu sebeple elektrik yapım işi sektörü, hayati öneme sahip bir sektördür.

1.1. Elektrik Yapım İşi Kapsamında Yapılan Temel İşler

Ülkemizde çok tehlikeli sınıfta yer alan [1] elektrik yapım işinin içeriğini oluşturan işler temel olarak aşağıdaki gibidir:

- Kanal Açma ve kablo döşeme: Yeni yerleşim yerlerine elektrik hatları döşemek ya da mevcut yerleşim yerlerindeki havaî hatların yeraltına alınması için yapılan, yaklaşık 1-2 metre derinlik ve genişlikte kazı yapma ve açılan kanala uygun kablo serme işidir.
- Direk dikme ve iletken çekme: Aydınlatma direği, trafo veya iletken taşıyıcı direk dikme işleminin yanı sıra mevcut direklerin değiştirilmesi için ağaç, beton ya da demir direklerin sökülüp yenilerinin takılması işlemidir. Direk sökme ya da dikme işlemi için

de direğin yerleştirileceği çukuru kazma ve kapatma işleri oluşmaktadır. Yeni hatta iletken çekme ya da eski hattaki mevcut iletkenin demontajı sırasında yüksekte çalışma yapılmaktadır.

- Enerji nakil hattı işleri: Enerji santrallerinden şehir şebekesine enerjinin nakledilmesi için enerji nakil hattı direkleri olarak tabir edilen, geniş ve yüksek tipteki direklerin örülerek dikilmesi ve iletken çekilmesi işlemidir. Diğer işlerde olduğu gibi bu işte de çalışma sonrasında hattın enerjilendirilmesi yapılmaktadır.
- Trafo merkezi inşası ve demontajı: Yerleşim birimlerinde bulunan trafo binaları ve modüler, monoblok, beton köşkler olarak tanımlanan trafo yapılarının inşası, montajı ya da demontajı ve abone bağlantılarının yapılarak enerjilendirilmesi işidir. İçerisinde inşaat işleri barındırır.
- Saha dağıtım kutusu montaj-demontaj işleri: Saha dağıtım kutularının montajı ya da sökümü, abone bağlantılarının yapılması ve enerjilendirilmesi işidir.
- Direk üzerinde bakım onarım işleri: Direklerdeki aydınlatma armatürlerinin, potans ya da travers değişimleri, direklere korkuluk ya da uyarı levhalarının takılması vb. işlerdir.

1.2. Elektrik Yapım İşinde Risk Değerlendirmesine Konu Olan Faaliyetler

Hemen hemen her çok tehlikeli iş kategorisinde görülebilecek risklerden bağımsız olarak,

işletmenin faaliyetlerini yürütürken yapılan işe özgü olarak ortaya çıkan risklerin ana konuları ve alt dalları şunlardır:

Direklerle Yapılan Çalışmalar

Demir direklerle yapılan montaj-demontaj çalışmaları
Ağaç direklerle yapılan montaj-demontaj çalışmaları
Beton direklerle yapılan montaj-demontaj çalışmaları
Örme direklerle yapılan montaj-demontaj çalışmaları
Aydınlatma direğiyle yapılan montaj-demontaj çalışmaları

Enerji Kesintili Ortamda Yapılan Çalışmalar

Enerji kesme-verme süreci
İletken montaj demontaj çalışmaları
Saha dağıtım kutusu, pano montaj-demontaj çalışmaları
Trafo, hücre, monoblok montaj-demontaj çalışmaları

Enerjili Ortamda Yapılan Çalışmalar

Bina yıkım çalışması
İskele üzerinde yapılan bina onarım işleri

İş Makineleri ve Ekipmanlarıyla Yapılan Çalışmalar

Forkliftle yapılan çalışmalar
Kazıcı yükleyiciyle yapılan çalışmalar
Mobil vinçle yapılan çalışmalar
Asfalt kesme makinesiyle yapılan çalışmalar
Ekskavatörle yapılan çalışmalar
Transmikserle yapılan çalışmalar
Beton pompa makinesiyle yapılan çalışmalar
Yatay sondaj makinesiyle yapılan çalışmalar
Personel yükselticiyle yapılan çalışmalar
Elektrikli el taşıma makinesiyle yapılan çalışmalar.

1.3. Literatür Taraması

Çalışmanın içeriğini oluşturan bulanık Fine-Kinney yöntemi kullanılarak risk değerlendirme yapılan yakın zaman çalışmalar ve sonuçları aşağıda sıralanmıştır. Bununla birlikte bulanık mantık ve Fine-Kinney yöntemleri de ayrı ayrı incelenmiş ve literatür taramasına dahil edilmiştir.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı [2], Türkiye’de çalışma hayatını düzenleyen bir kurum

olarak faaliyet gösteren Bakanlık, 2012 yılında Avrupa Birliği ülkelerinde OHSAS 18001 olarak kullanılan standardın temelinde, İş Sağlığı Ve Güvenliği Kanunu oluşturularak yürürlüğe sokulmuştur.

Kinney, G. F., & Wiruth [3], günümüzde Fine-Kinney risk değerlendirme metodu olarak bilinen yöntemi literatüre kazandırmışlardır. Kinney ve Wiruth’ün geliştirdiği bu yöntem günümüzde pek çok sektörde uygulanmaktadır.

Oturakçı ve arkadaşları [4], inşaat sektöründe hizmet veren orta ölçekli bir firmanın yapımını üstlendiği bir yapı merkezi inşaatında belirlenen tehlikelere bulanık Fine-Kinney yöntemi ile risk değerlendirmesi yaparak, klasik yöntemle göre sonuçların daha hassas olduğunu tespit etmiştir.

Delibalta ve arkadaşları [5], bir çimento fabrikasında Fine-Kinney yöntemi kullanarak tespit edilen risklerin kabul edilebilir seviyelere indirgenebilmesi için çözüm önerileri sunmuştur.

Erdebilli ve arkadaşları [6], bir hidroelektrik barajında klasik ve bulanık Fine-Kinney yaklaşımları ile risk değerlendirmesi yapmış, çıkan sonuçların karşılaştırılması ile bulanık Fine-Kinney metodunun daha hassas sonuçlar ürettiğini ortaya koymuş ve terör saldırısı, deprem ve heyelanın çalışma yapılan baraj için en önemli risklerin olduğunu belirlemiştir.

Çakmak [7], Fine-Kinney, 5x5, Hata türü etkileri analizi ve 3T risk değerlendirme yöntemleri ile elde edilen risk skorlarını bulanık mantık çerçevesinde incelemiş ve tüm riskler için bir risk hiyerarşisi elde etmiştir.

Zoroğlu [8], incelenen kişilerin, vücut kitle indeksi, kandaki oksijen çözünürlük indeksi ve boyun çevresi gibi bazı sağlık verilerini bir bulanık sistemde girdi olarak kullanarak, uyku apnesi hastalığına yakalanma olasılığını araştırmış ve hafif, orta ve ağır ölçülerde tahmin çıktıları elde etmiştir.

Ak [9], büyük ölçekli bir hastanede sinirsel bulanık mantık yaklaşımı ile risk değerlendirmesi

yaparak, kuruluştaki en önemli risk grubunun fiziksel risk grubunun olduğunu, elektrik, yangın ve diğer acil durum etmenlerinden kaynaklandığı tespit etmiştir.

Gül ve arkadaşları [10], raylı sistemler için bulanık Fine-Kinney tabanlı bir risk değerlendirmesi yapmış, riskleri derecelendirerek önlemler sunmuştur.

Çınar ve arkadaşları [11], limandaki gemi manevraları sırasında oluşan riskleri bulanık Fine-Kinney yaklaşımı ile incelemiş, kullanılan risk değerlendirme metodlarına göre bulanık Fine-Kinney yaklaşımının daha tutarlı sonuçlar ürettiğini ortaya koymuştur.

Durmaz [12], inşaat sektöründe hata modu ve etkileri analizi risk değerlendirme yöntemi ile kıyaslandığında, bulanık mantık yaklaşımının daha doğru ve güvenilir sonuçlar verdiğini ortaya koymuştur.

Arıkan [13], kamu yönetiminde stratejik yönetim teknikleri üzerine, standardize edilememiş geleneksel risk değerlendirme yöntemleri yerine bulanık yöntemlerin sonuçlarını ortaya sunarak,

verilerin daha tutarlı olması sebebiyle karar vericilere risk değerlendirme yaklaşımlarının modernize edilmesini önermiştir.

Ertaş [14], yıkım faaliyetleri yapan firmalara, saha araştırmaları ve uzman görüşlerinden faydalanılarak bulanık tabanlı bir risk tahmin modeli ve bu riskleri azaltma ya da ortadan kaldırma yöntemi sunmuştur.

2. YÖNTEM

2.1. Materyal

Bu çalışmada, elektrik yapım işi sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın, faaliyetleri esas alınarak Fine-Kinney metodu ile hazırlanan risk değerlendirmesinde bulunan tehlike maddeleri; Elektrik, Yetkinlik, Çalışma Ortamı, Makine, Kişisel Güvenlik, Ekipman/Malzeme, Sağlık, Organizasyon, Yangın ve Kimyasal Maddeler olmak üzere 10 kategoriye ayrılmış ve bu kategoriye giren tehlikeler hem kendi içlerinde hem de bütün halinde değerlendirilmiştir. Toplam 915 tehlikenin sıralandığı tehlike tablosunun bir kısmı Çizelge 1’de sunulmuştur.

Çizelge1.Firmanın Fine-Kinney risk değerlendirme raporundan bir görüntü

Tehlike Kodu	Ana Kriter	Alt Kriter	Tehlikenin Tanımı	Olasılık	Siddet	Frekans	Sonuç	Riskin Derecesi	Risk Öncelik Değ.
T001	Kimyasal Etmenler	Yangın	İş makinası üzerinde bulunan akünün hasar alması sonucu yangın	1	40	1	40	Olası Risk	5
T002	Teknik Şartlar	Elektrik	Enerjili hatta yakın çalışmada topraklama yapılmaması	3	100	3	900	Çok Yüksek Risk	5
T003	Teknik Şartlar	Elektrik	Yeterli topraklama yapmadan çalışma	3	100	3	900	Çok Yüksek Risk	5
T004	Teknik Şartlar	Elektrik	Aydınlatma sokak fazının kesinti yapılan nokta dışından beslenmesi	3	100	3	900	Çok Yüksek Risk	5
T005	Planlama	Çalışma Ortamı	Çalışılan bölge değiştiğinde topraklamaların yerlerinin değiştirilmemesi	3	100	3	900	Çok Yüksek Risk	5
T006	Planlama	Kişisel Güvenlik	Ağaç direktte birden fazla kişinin çalışması	3	100	3	900	Çok Yüksek Risk	5
T007	Teknik Şartlar	Ekipman/ Malzeme	AG/YG topraklama aparatının kusurlu olması, eksik olması ya da elinde hiç bulunmaması	3	100	3	900	Çok Yüksek Risk	5

2.2. Metot

Fine-Kinney metodu ile hazırlanan risk değerlendirmesinden elde edilen risk skorları, kategoriler bazında aritmetik ortalamalar alınarak, o kategoriye ait ortalama risk puanı bulunmuştur. Ortalama risk puanı yüksek olan kategori, daha yüksek önemde tehlikeleri barındırıyor olacağından, ele alınması öncelikli kategori olarak değerlendirilip sıralama yapılmıştır. Ardından benzer süreç bulanık Fine-Kinney metodu ile de yapılarak, klasik Fine-Kinney sonuçlarıyla karşılaştırılmış ve karar vericilere, risk değerlendirme tablosunda bulunan 915 tehlike maddesinin, hangisine öncelik verilerek aksiyon planı hazırlanması konusunda fayda sağlamaya çalışılmıştır.

2.2.1. Fine-Kinney Risk Değerlendirmesi

İşletmelerde iş sağlığı ve güvenliği faaliyetlerinin sürdürülmesi için ilgili çalışanların katılımıyla hazırlanan ve bir tür inceleme ve analiz ederek çözüm üretme işlemi olan risk değerlendirmesi, temel olarak mevcut ya da gerçekleşmesi mümkün tehlikeleri ve yaşanırsa ortaya çıkması muhtemel riskleri belirtirken, bu risklerin hangi uygulama ya da uygulamalarla bertaraf edileceğini veya kabul edilebilir seviyeye indirileceğini ortaya koymayı amaçlamaktadır [2].

Fine-Kinney metodu, ilk olarak Fine tarafından 1971 yılında deterministik ve kantitatif bir yöntem olarak literatüre sunulmuş, ardından Kinney tarafından 1976 yılında geliştirilmiş ve oldukça eski bir kantitatif yöntem olmasına karşın halen yaygın şekilde pek çok sektörde kullanılmaktadır [3].

Fine-Kinney yönteminde, tehlikeli bir işin risk değeri hesaplanırken, tehlikenin olma potansiyeli ve olumsuz neticelenme olasılığına ilaveten, işin ne sıklıkta tekrarlanıyor olması da dikkate alınmaktadır. Fine-Kinney yöntemini matris yönteminden ayıran ana özellik, frekansın yani tehlikenin yaşanma sıklığı değerinin de hesaba katılmasıdır [4]. Örneğin, yüksekte çalışan bir personelin düşme potansiyeli (Olasılık), düşerse hayatını kaybetme ihtimali (Şiddet) ve çalışanın gün içinde ne sıklıkta (Frekans) yükseğe çıkıp çalıştığına dair verilerin bileşkesi ve bu bileşkenin skor değerlendirme tablosundaki yeri o tehlikeye ait risk seviyesini verecektir.

Fine-Kinney yönteminde risk derecesi aşağıdaki yolla elde edilir [5]:

$$\text{Risk Skoru} = \text{Olasılık} \times \text{Sıklık} \times \text{Şiddet}$$

Yöntem aracılığıyla risk değerlendirme skorunun elde edilmesi için kullanılan değerler tablosu, Çizelge 2’de, skor aksiyon planı tablosu ise Çizelge 3’te gösterilmiştir [3].

Çizelge 2. Fine-Kinney metoduna göre risk değerlendirmesi değerler tablosu

OLASILIK DEĞERİ	OLASILIK	FREKANS DEĞERİ	FREKANS	ŞİDDET DEĞERİ	ŞİDDET
10	Beklenir, Kesin	10	Hemen Hemen Sürekli Günde 8 Kez den Fazla	100	Birden Fazla Ölümlü Kaza Çevresel Felaket
6	Yüksek, Oldukça mümkün	6	Sık Günde En Çok 8 Kez	40	Ölümlü Kaza, Uzun Kaybı Ciddi Çevresel Zarar
3	Olası	3	Ara Sıra Haftada En Çok 6 Kez	15	Kalıcı Hasar / Yaralanma, İş Kaybı Çevresel Engel Oluşturma, Şikayet
1	Mümkün Fakat Düşük	2	Sık Değil Ayda En Çok 5 Kez	7	Önemli Hasar / Yaralanma, Dış İlk Yardım
0,5	Beklenmez Fakat Mümkün	1	Seyrek Yılda En Çok 12 Kez	3	Küçük Hasar / Yaralanma, İç İlk Yardım
0,2	Pratikte İmkansız	0,5	Çok Seyrek Yılda En Çok Bir Kez	1	Ucuz Atlatma Çevresel Zarar Yok
0,1	Neredeyse İmkansız		RİSK SKORU=OLASILIK x FREKANS x ŞİDDET		

Çizelge 3. Fine-Kinney metoduna göre risk değerlendirmesi skor tablosu

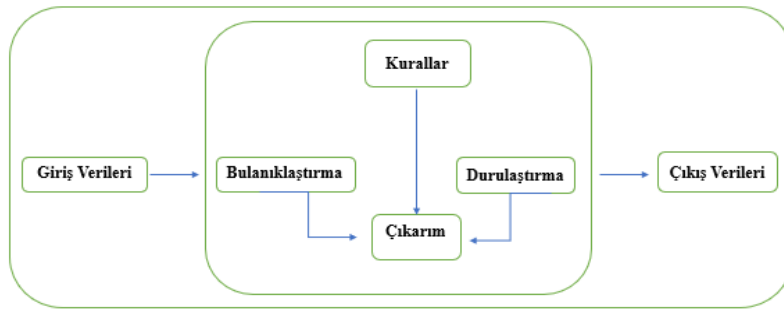
RİSK DEĞERİ	RİSK ADI	EYLEM	TERMİN SÜRESİ
$400 < R$	ÇOK YÜKSEK RİSK	Hemen gerekli önlemler alınmalı veya tesis, bina, çevrenin kapatılması düşünülmelidir.	1 Hafta İçinde
$200 < R \leq 400$	YÜKSEK RİSK	Kısa dönemde iyileştirilmelidir	Birkaç hafta içerisinde
$70 < R \leq 200$	ÖNEMLİ RİSK	Düzeltilici Faaliyet Gerekmektedir.	Birkaç ay içerisinde
$20 < R \leq 70$	OLASI RİSK	Gözetim altında uygulanmalıdır	Yıl içerisinde
$R \leq 20$	KABUL EDİLEBİLİR RİSK	Önem öncelikli değildir	Yıl içerisinde

2.2.2. Bulanık Fine-Kinney Yaklaşımıyla Risk Değerlendirmesi

Firmanın bulanık risk değerlendirmesi yapılırken, işletme faaliyetlerinden ve diğer sebeplerden doğan tanımlanmış tüm tehlikeler ve klasik Fine-Kinney risk değerlendirmede yer alan veriler kullanılmıştır. Çalışmada Fine-Kinney metodunun belirlediği ve literatürde kabul görmüş olan; olasılık, şiddet ve sıklık değerleri baz alınarak bulanık değerler oluşturulmuş ve bu değerler bulanık mantık süreci çerçevesinde risk öncelik değeri hesaplanmıştır. Bu hesabın yapılmasında MATLAB R2022b programında Mamdani çıkarım sistemi kullanılmıştır [6].

2.2.2.1. Bulanık Fine-Kinney Risk Modeli Sürecinin Belirlenmesi

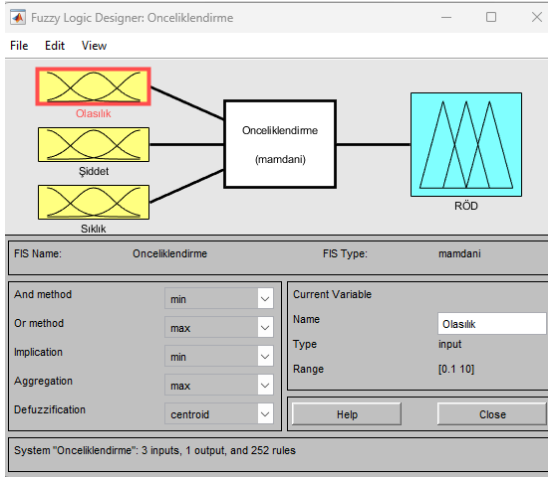
Firmanın faaliyetlerinden doğan tespit edilebilmiş 915 adet tehlikenin bulunduğu risk değerlendirme raporundan bulanık risk değerlendirme yapılabilmesi için Bulanık Risk Değerleme Modeli hazırlanmıştır [7]. Bu model sistemdeki giriş ve çıkış verileri, kuralların bulunduğu kural tabanı, bulanıklaştırma ve durulaştırma işlemleri tanımlanmıştır. Hazırlanan Bulanık Risk Modeli Sürecinin ana işleyiş şeması Şekil 1’de verilmiştir [8].



Şekil 1. Bulanık risk modeli süreci

Bulanık mantık süreci için önce olasılık, şiddet ve sıklıktan oluşan giriş verileri belirlenmiştir. Bu veriler MATLAB programında üçgen üyelik fonksiyonlarıyla bulanıklaştırılmış, modelin kural tabanına, firmanın risk değerlendirme ekibinde de yer alan, konunun uzmanları tarafından belirlenen 252 kural yazılarak, Mamdani çıkarım sisteminde

Centroid durulaştırma yöntemiyle durulaştırma yapılarak risk öncelikleri tespit edilmiştir [9]. Değerler ve ifadeler Fine-Kinney Risk Değerlendirme metodundaki ifadeler ve değerlerdir. MATLAB’da oluşturulan model yapısına ait programın ekran çıktısı Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. MATLAB giriş çıkış verileri ekran çıktısı

2.2.2.2. Bulanıklaştırma İşlemi

Her tehlikenin olasılık, şiddet ve sıklık değerleriyle üç sistem girişi belirlenmiştir. Bu giriş değerleri tehlikeye ilişkin belirlenen kesin sayılardır ve üçgen üyelik fonksiyonları ile bulanıklaştırılarak dilsel değişkenlere dönüştürülmüştür. Çizelge 3, Çizelge 4 ve Çizelge 5’de olasılık, şiddet ve sıklık bulanık giriş kümelerinin dilsel değişkenlere çevrilmiş halleri verilmiştir. Bulanık değerler kısmındaki değerleri Fine-Kinney metodundaki değerler baz alınarak belirlenmiştir. Örneğin şiddet değerlerinin belirtildiği tabloda bulunan değerlerden ilkyardım gerektiren yaralanma seviyesi için bulanık değer, (1,3,7) olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde, Olasılık değerlerinin bulunduğu tablodaki örneğin mümkün fakat düşük için (1,3,6), Sıklık tablosundaki örneğin Yılda en çok 12 kez değeri için üyelik fonksiyonu (0.5,1,2) olarak tanımlanmıştır [10].

Çizelge 3. Bulanık risk değerlendirme olasılık tablosu

Olasılık	Dilsel Değişken	Ağırlığı (O)	Bulanık Değeri
Beklenir, kesin	Çok yüksek	10	(6,10,10)
Yüksek, Oldukça mümkün	Yüksek	6	(3,6,10)
Olası	Orta	3	(1,3,6)
Mümkün fakat düşük	Düşük	1	(0.5,1,3)
Beklenmez fakat mümkün	Çok düşük	0,5	(0,2,0.5,1)
Pratikte İmkânsız	Beklenmez	0,2	(0,1,0,2,0,5)
Neredeyse İmkânsız	İmkânsıza Yakın	0,1	(0,0,1,0,2)

Çizelge 4. Bulanık risk değerlendirme şiddet tablosu

Şiddet	Dilsel Değişken	Ağırlığı (S)	Bulanık Değeri
Birden fazla ölüm, çevre felaketi	Felaket	100	(40,100,100)
Ölüm tehlikesi, sürekli iş göremezlik	Çok şiddetli	40	(15,40,100)
Majör yaralanma, uzuv kaybı, kalıcı sakatlık	Şiddetli	15	(7,15,40)
Tedavi gerektiren ancak iyileşilen kaza	Orta	7	(3,7,15)
İlkyardım gerektiren yaralanma	Küçük	3	(1,3,7)
Yaralanmasız olay	Önemsiz	1	(0,1,3)

Çizelge 5. Bulanık risk değerlendirme sıklık tablosu

Sıklık	Dilsel Değişken	Ağırlığı (S)	Bulanık Değeri
Günde 8’den fazla	Sürekli	10	(6,10,10)
Günde 8 veya daha az	Sık	6	(3,6,10)
Haftada en çok 6 kez	Ara sıra	3	(2,3,6)
Ayda en çok 5 kez	Sık değil	2	(1,2,3)
Yılda en çok 12 kez	Seyrek	1	(0.5,1,2)
Yılda en çok 1 kez	Çok seyrek	0,5	(0,0.5,1)

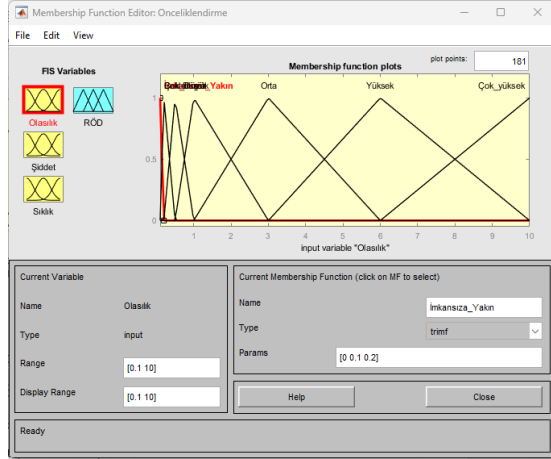
Giriş verilerini takiben sistemin çıktısını oluşturacak olan “Risk Öncelik Değeri-RÖD” belirlenmiştir. Risk öncelik değeri için bulanık ölçek Çizelge 6’da belirtilmiştir [11]. Çizelgede bulunan risk skoruna ait farklı seviyelerdeki üçgen üyelik fonksiyonun değerleri, Fine-Kinney yöntemindeki risk skorlarına ait seviyelerdeki değerlerin aritmetik ortalamaları kabul edilmiştir [11]. Örneğin tablodaki “Olası Risk” seviyesine ait üyelik fonksiyonu (10,45,135) değerlerinden 45 değeri, 20 ile 70’in toplamının yarısından, 135 değeri de bir üst seviyedeki 70,200 aralığı için belirtilen sayıların toplamının yarısından gelmektedir. Benzer şekilde “Yüksek Risk” için üyelik fonksiyonu (135,300,600) olarak belirlenmiştir. Bu belirlemeler, risk değerlendirme raporunda bulunan en düşük ve en yüksek değerler baz alınarak yapılmıştır. Firmanın risk değerlendirme raporunda en yüksek değer 900’dür. Bu sebeple değişken aralık değerlerinin 0-900 arasında tutulmasıyla beraber, üyelik fonksiyonlarının değerlerinin aralığı da 0-900 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 6. Risk öncelik değeri için bulanık ölçek

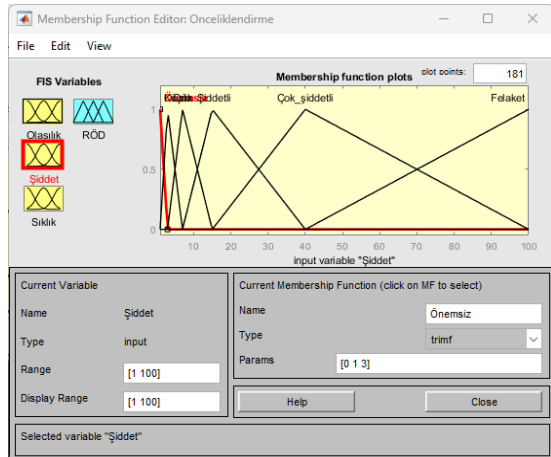
RÖD Dilsel Değişken	Risk Değeri	Bulanık Fine-Kinney Üçgen Üyelik Fonksiyonu	Ağırlığı (RÖD)
Çok Yüksek Risk	$R > 400$	(300,600,900)	5
Yüksek Risk	$200 < R \leq 400$	(135,300,600)	4
Önemli Risk	$70 < R \leq 200$	(45,135,300)	3
Olası Risk	$20 < R \leq 70$	(10,45,135)	2
Kabul Edilebilir Risk	$R \leq 20$	(0,10,45)	1

2.2.2.3. Üyelik Fonksiyonlarının Oluşturulması

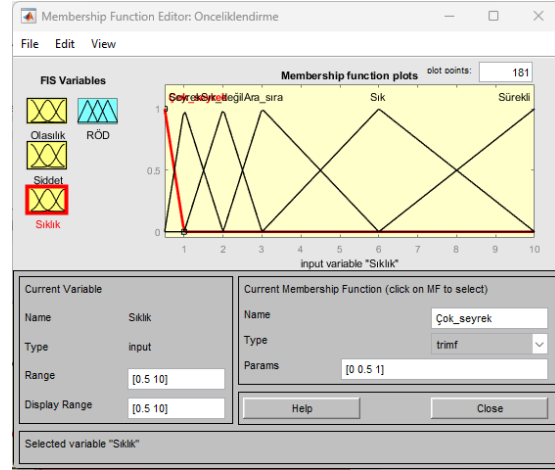
MATLAB programına üyelik fonksiyonu yazım ekranı aracılığıyla girilen modelin, olasılık, şiddet ve sıklık verileriyle üyelik fonksiyonları oluşturulmuştur [5]. Üyelik fonksiyonlarının program çıktıları Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 3. Olasılık üyelik fonksiyonu ekran çıktısı

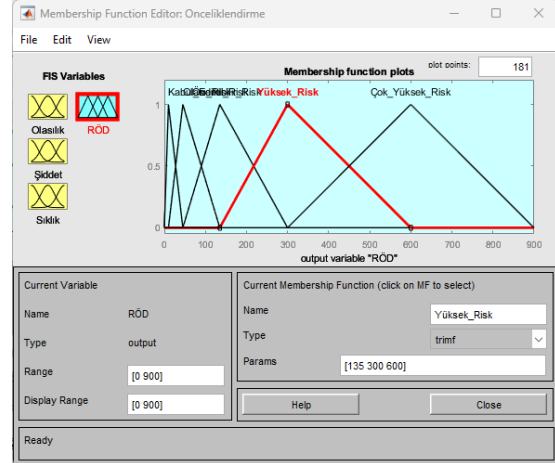


Şekil 4. Şiddet üyelik fonksiyonu ekran çıktısı



Şekil 5. Sıklık üyelik fonksiyonu ekran çıktısı

Sonraki aşamada modelin çıktısı olan Risk Öncelik Değeri üyelik fonksiyonu oluşturulmuştur [12]. RÖD'ün çıkış kümesi [0,900] aralığında 5 adet üçgen alt küme ile belirtilmiştir. RÖD'ün üyelik fonksiyonuna ait program çıktısı Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Risk öncelik değeri ekran çıktısı

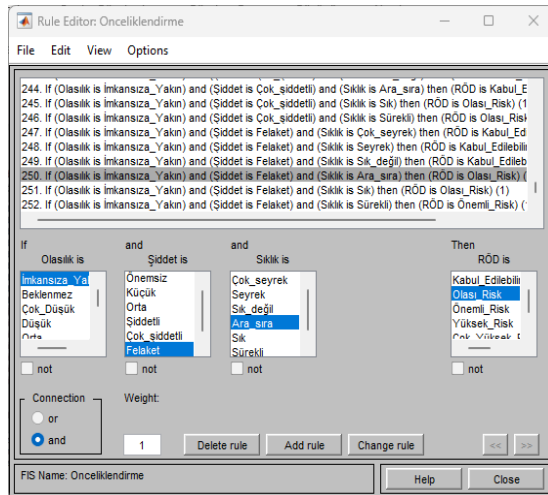
2.2.2.4. Kural Tabanının Oluşturulması

MATLAB'ın kural penceresi olan Rule Editör'de sistem için 252 kural tanımlanmıştır [13]. Bu kurallar, risk analizinin yapımında da görev alan uzman kişiler tarafından oluşturulmuştur. Kuralların

Çizelge 7. Tanımlanan kurallar tablosu

	SİDDET	SIKLIK						
		Çok Seyrek	Seyrek	Sık Değil	Ara sıra	Sık	Süreklî	
OLASILIK	İmkansız/Yakın	Önemsiz	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk
		Küçük	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk
		Orta	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk
		Siddetli	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk
		Çok Siddetli	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Olası Risk	Olası Risk
		Felaket	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Olası Risk	Olası Risk	Önemli Risk
	Beklenmez	Önemsiz	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk
		Küçük	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk
		Orta	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk
		Siddetli	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Olası Risk
		Çok Siddetli	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Olası Risk	Olası Risk	Önemli Risk
		Felaket	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Olası Risk	Olası Risk	Önemli Risk	Önemli Risk
	Çok düşük	Önemsiz	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk
		Küçük	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk
		Orta	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Olası Risk	Olası Risk	Olası Risk
		Siddetli	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Olası Risk	Olası Risk
		Çok Siddetli	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Olası Risk	Olası Risk	Önemli Risk	Önemli Risk
		Felaket	Olası Risk	Olası Risk	Önemli Risk	Önemli Risk	Yüksek Risk	Yüksek Risk
	Düşük	Önemsiz	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk
		Küçük	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Olası Risk
		Orta	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Olası Risk	Olası Risk	Olası Risk
		Siddetli	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Olası Risk	Olası Risk	Önemli Risk	Önemli Risk
		Çok Siddetli	Kabul Edilebilir Risk	Olası Risk	Önemli Risk	Önemli Risk	Yüksek Risk	Yüksek Risk
		Felaket	Olası Risk	Önemli Risk	Önemli Risk	Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk
Orta	Önemsiz	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Olası Risk	
	Küçük	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Olası Risk	Olası Risk	Önemli Risk	
	Orta	Kabul Edilebilir Risk	Olası Risk	Olası Risk	Olası Risk	Önemli Risk	Yüksek Risk	
	Siddetli	Olası Risk	Olası Risk	Önemli Risk	Önemli Risk	Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	
	Çok Siddetli	Olası Risk	Önemli Risk	Yüksek Risk	Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	
	Felaket	Önemli Risk	Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	
Yüksek	Önemsiz	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Olası Risk	
	Küçük	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Olası Risk	Olası Risk	Önemli Risk	Önemli Risk	
	Orta	Olası Risk	Önemli Risk	Önemli Risk	Önemli Risk	Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	
	Siddetli	Olası Risk	Önemli Risk	Önemli Risk	Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	
	Çok Siddetli	Önemli Risk	Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	
	Felaket	Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	
Çok yüksek	Önemsiz	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Önemli Risk	
	Küçük	Kabul Edilebilir Risk	Olası Risk	Olası Risk	Önemli Risk	Önemli Risk	Yüksek Risk	
	Orta	Olası Risk	Olası Risk	Önemli Risk	Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	
	Siddetli	Önemli Risk	Önemli Risk	Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	
	Çok Siddetli	Önemli Risk	Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	
	Felaket	Çok Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	

yazımında IF-THEN koşulu arasında AND bağlacı kullanılması dikkate alınmıştır. Tanımlanan kurallar Çizelge 7’de, kural tabanının program çıktısı ise Şekil 7’de verilmiştir.

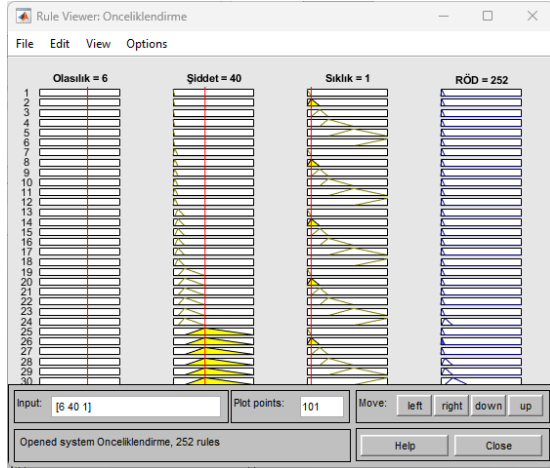


Şekil 7. Bulanık risk değerlendirme oluşturulan kural tabanı

2.2.2.5. Bulanık Çıkarım ve Durulaştırma

MATLAB programında bulanık çıkarım ve durulaştırma işleminde Mamdani yöntemi seçilmiştir. Durulaştırma aşamasında kullanılacak yöntem, bulanık çıkarım ekranında (FIS Editör) bulunan Durulaştırma açılır menüsü yardımıyla “centroid” olarak seçilmiştir. Bulanık kural tabanındaki kuralların işlenmesi için “and” metodunda “min”, “veya” metodunda ise “max” yöntemi seçilmiştir [14].

Kural gösterim penceresinde, girdi değişkenleri için farklı değerler belirtildiğinde oluşturulan bulanık sistem çıktı değeri yine aynı ekranda gözlemlenmektedir. Farklı değer alternatifleri input kısmından değiştirilerek, farklı RÖD değerlerine ulaşmak mümkün olabilmektedir. Modelin Bulanık Çıkarım Editörü Şekil 8’de gösterilmiştir.



Şekil 8. Bulanık çıkarım ekranı

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

3.1. Klasik Fine-Kinney ve Bulanık Fine-Kinney Sonuçlarının Karşılaştırılması

Fine-Kinney risk değerlendirme raporundan elde edilen kategorilerin risk seviye değerleri, tablodaki bulunma sayıları ve aldıkları risk skorlarının ortalamaları ve buna bağlı oluşan önem sıraları, klasik Fine-Kinney metodu için Çizelge 8’de verilmiştir.

MATLAB programının Kural Gösterim Penceresi (Rule Viewer) aracılığıyla elde edilen bulanık Fine-Kinney sonuçlarından derlenen risk seviye değerleri, alınan skorların ortalamaları ve bu ortalamalara göre ortaya çıkan önem sıralamaları ise Çizelge 9’da verilmiştir.

Çizelge 8. Klasik Fine-Kinney risk değerlendirmesinden elde edilen önem sıralaması

Klasik Fine-Kinney								
Tehlike Türü	Kabul Edilebilir Risk	Olası Risk	Önemli Risk	Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	Toplam	Ortalama Risk Puanı	Önem Sırası
Elektrik	0	0	12	3	20	35	442,3	1
Yetkinlik	0	13	20	54	3	90	207,3	2
Çalışma Ortamı	2	34	113	81	18	248	198,6	3
Makine	0	8	28	27	6	69	194,1	4
Kişisel Güvenlik	7	37	49	47	6	146	169,4	5
Ekipman/Malzeme	4	16	102	60	5	187	166,1	6
Organizasyon	2	12	28	22	1	65	148,0	7
Sağlık	3	20	2	14	0	39	131,5	8
Yangın	0	10	17	3	1	31	130,3	9
Kimyasal Maddeler	0	3	1	1	0	5	96,6	10
TOPLAM	18	153	372	312	60	915	188,4	

Çizelge 9. Bulanık Fine-Kinney risk değerlendirmesinden elde edilen önem sıralaması

Bulanık Fine-Kinney								
Tehlike Türü	Kabul Edilebilir Risk	Olası Risk	Önemli Risk	Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	Toplam	Ortalama Risk Puanı	Önem Sırası
Elektrik	0	0	0	3	32	35	405,4	1
Yangın	0	0	0	3	26	31	388,1	2
Makine	0	0	0	10	59	69	383,3	3
Organizasyon	0	0	2	12	51	65	367,2	4
Yetkinlik	0	0	6	11	73	90	366,4	5
Çalışma Ortamı	0	0	8	60	180	248	360,5	6
Ekipman/Malzeme	1	0	3	51	132	187	356,4	7
Sağlık	0	0	2	15	22	39	332,1	8
Kişisel Güvenlik	0	3	14	46	83	146	322,8	9
Kimyasal Maddeler	0	3	0	1	1	5	163,4	10
TOPLAM	1	6	35	212	661	915	411,8	

Çizelge 8 ve Çizelge 9’a bakıldığında klasik Fine-Kinney yaklaşımında kategorilere ait 18 adet kabul edilebilir risk mevcuttur, bulanık Fine-Kinney yaklaşımında kabul edilebilir risk değeri yalnızca 1 adettir. Benzer şekilde klasik Fine-Kinney metoduna göre olası risk sayısı 153 iken bulanık Fine-Kinney metodunda sadece 6 adettir. Bununla beraber, klasik Fine-Kinney yaklaşımında 312 adet yüksek risk içeren tehlike bulunurken bulanık Fine-Kinney sonuçlarında 212 adet bulunmaktadır. Yine klasik yöntemde çok yüksek risk seviyesinde 60 adet tehlike bulunurken, bulanık yaklaşımda bu sayı 661 olarak görülmektedir. Klasik yaklaşımda 5 risk seviyesinde de tehlikelerin bulunmasına karşın, bulanık yaklaşımda 7 tehlike hariç bütün tehlikeler, olası risk, önemli risk ve yüksek risk başlıkları altında toplanmış durumdadır. Klasik Fine-Kinney yaklaşımında tehlikeler çoğunlukla olası risk, önemli risk ve yüksek risk alanlarında kümelenmişken, bulanık Fine-Kinney metodunda, yüksek risk ve çok yüksek risk alanlarında kümelenmiştir.

Klasik Fine-Kinney ve bulanık Fine-Kinney metodlarıyla yapılan çalışmada elde edilen sonuçlara bakıldığında, tehlikelerin önceliği açısından ilk sırada bir farklılık görülmemektedir. Her iki yöntem de elektrik kategorisi altındaki tehlikeleri, birinci öncelikte belirlemektedir. Benzer şekilde son öncelik değerleri, her iki yönetime göre de kimyasal maddeler kategorisidir. Yine sağlık kategorisinin iki yöntemde de öncelik sırası 8. sıradadır. İki yöntemin bulgularındaki farklılar diğer kategorilerde oldukça değişken olarak gözlemlenmektedir.

Bu çıktılardan farklı olarak yine sonuçlar kıyaslandığında, kategorilerdeki tehlike sayılarının artması toplam tehlikeler içindeki ağırlığını da arttırmakta ve o kategoriyi daha önem verilir bir konuma yükseltmektedir. Örneğin 50 tehlikenin 5 tanesi çok yüksek risk seviyesinde iken yani oran olarak yüzde 10 seviyesinde iken, sayının söz gelimi 25 olarak değişmesi, aynı oranı yüzde 50 seviyesine çıkartmış olur ki bu durum, karar vericiler için ilgili kategori üzerinde çalışılmasının gerekliliği konusunda daha dikkat çekici olacaktır.

Klasik Fine-Kinney ve bulanık Fine-Kinney yöntemlerinden elde edilen verilere göre ortaya çıkan önem sıralamaları sadeleştirilmiş biçimde Çizelge 10'da verilmiştir.

Çizelge 10. Klasik ve bulanık Fine-Kinney sonuçlarının ortalama risk puanına göre karşılaştırılması

Tehlike Türü	Ortalama Risk Puanına Göre	
	Klasik Fine Kinney	Bulanık Fine Kinney
Elektrik	1	1
Yetkinlik	2	5
Çalışma Ortamı	3	6
Makine	4	3
Kişisel Güvenlik	5	9
Ekipman/Malzeme	6	7
Organizasyon	7	4
Sağlık	8	8
Yangın	9	2
Kimyasal Maddeler	10	10

4. SONUÇLAR

Yaşadığımız dönemde faaliyet gösteren firmalar açısından rekabet koşulları oldukça ağırdır. Firmaların içinde buldukları zaman, iş gücü ve sermaye gibi çeşitli kısıtlar, hatalı analizlere ve bunun sonucunda hatalı süreçlerin işletilmesine imkân tanımamaktadır. Bu sebeple firmaların faaliyetlerini sürdürmeleri için yapmaları gereken fizibilite çalışmaları kapsamında, iş sağlığı ve güvenliği alanında yapılan risk değerlendirmeleri güvenilir olmalı ve doğru sonuçları üretmelidir.

Aksi durumda yanlış konulara, hatalı değerler atfedilerek esas uğraşılması gereken sorunlara doğru önem ve öncelik tanınmasından uzaklaşılması durumu söz konusu olabilir. Bu durum da hem firmanın kaynaklarının hatalı tüketilmesine hem de can kaybı gibi telafisi mümkün olmayan sonuçların yaşanmasına sebep olabilir. Bu bakış açısı üzerine yaptığımız risklerin önceliklendirmesi konulu çalışmadaki bulgularının, sektördeki firmalar için önemli olduğunu düşünüyoruz.

Risk değerlendirme raporundaki mevcut 915 tehlikenin giderilmesi için nereden başlanması gerektiğine ve firmanın mevcuttaki, zaman, iş gücü, para vb. kaynaklarının, hangi kategorideki tehlikelerin giderilmesine öncelik vererek kullanılması gerektiğine karar verilmesi noktasında, ara değerleri belirleyememesi ve hassas sonuç üretmemesi sebebiyle klasik Fine-Kinney yöntemi yetersiz kalmaktadır. Klasik Fine-Kinney metodu ile bulanık Fine-Kinney metodunun çıktılarına bakıldığında sonuçların genellikle uyumlu bir şekilde bulanık metotta bir üst önem derecesine çıkmış olduğu görülmektedir. Mevcut tehlike kategorilerinin, ortalama risk puanı baz alınarak yapılan önceliklendirme işlemlerinin karşılaştırmaları göstermektedir ki, klasik Fine-Kinney yönteminde kabul edilebilir olarak sonuçlanan tehlikeler, bulanık Fine-Kinney yönteminde olası risk ya da daha üstü risk değerlerinde olarak görülmektedir. Benzer şekilde olası risk ve önemli risk olarak klasik Fine-Kinney yönteminde karşılaştığımız tehlikeler de bulanık Fine-Kinney yönteminde daha üst önem derecelerinde yer almaktadır.

Bu durumda klasik yöntemde kabul edilebilir risk ve olası risk olarak karşılaştığımız tehlikeler için addedilen tehlikeler için de eylem planları hazırlanması gerekecektir. Bu sonuç aslında risk değerlendirmesinin amacına hizmet eden bir sonuçtur çünkü risk değerlendirmesinin temel amacı, mevcut tehlikeleri ve olası etkilerini doğru belirleyip, bunun için çalışma stratejileri oluşturarak uygulanmasına katkı sağlamaktır. Bu anlamda bulanık tabanlı yöntem hemen her tehlike için klasik yöntemden daha yüksek bir risk değeri

üretmiştir ve literatürdeki benzer çalışmalarla paralel doğrultuda olarak daha tutarlı bir yol gösterici konumundadır. Bu sonuç, amaçlanan tehlikeler arasındaki ilişkileri gözeterek değerlendirme yapma ve etkileşimli bir risk değerlendirmesi yapılabilmesi açısından olumludur.

Yapılan bu çalışmanın, elektrik yapım işi sektöründe özgün bir çalışma olmasının yanı sıra başka sektörlerdeki firmalar için de uygulanmasının, gerçekte risklerin hangi öncelikte olduğunun tespiti ve buna uygun adımların atılması hususlarında faydalı olacağı sonucuna ulaşılmıştır.

5. TEŞEKKÜR

Bu makale Umut Ergün'ün Tarsus Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Fakültesi'nde yazdığı, "Elektrik Yapım İşi Sektörü İçin Analitik Hiyerarşi Süreci, Analitik Ağ Süreci ve Bulanık Mantık Yaklaşımları ile Risk Değerlendirmesi: Bir Firma Örneği" başlıklı doktora tezinden üretilmiştir. Söz konusu firmanın desteklerine teşekkürlerimizi sunarım.

6. KAYNAKLAR

1. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İşyeri Tehlike Sınıfları Listesi, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/yonetmelik/9.5.16909-Ek.xls>. Son erişim: 13.01.2023), (2012), Ankara.
2. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/06/20120630-1.htm>. (Son erişim: 13.01.2023), (2012), Ankara.
3. Kinney, G.F., Wiruth, A.D., 1976. Practical Risk Analysis for Safety Management (No. NWCTP-5865). Naval Weapons Center China Lake CA.
4. Oturakçı, M., Dağsuyu C., 2017. Risk Değerlendirmesinde Bulanık Fine-Kinney Yöntemi ve Uygulaması. *Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, (1-1), 17-25 Ara. 2017.
5. Delibalta, S.M., Türkmen, T.O., 2022. Kayseri Çimento Fabrikasında Kaza Risk Faktörlerinin Fine-Kinney Metodu ile Analizi, *Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, 6(3), 131-139.
6. Erdebilli, B., Gür, L., 2020. Bulanık Fine-Kinney Yöntemiyle Risk Değerlendirmesi Uygulaması. *Journal of Industrial Engineering*, 31(1), 75-86.
7. Çakmak, E., 2015. İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Yöntemlerinin Bulanık Mantık Yaklaşımı ile Analizi: Kobi Uygulama Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 164.
8. Zoroğlu, C., 2015. Bulanık Uzman Sistem Kullanarak Tıkayıcı Uyku Apnesi Sendromunun Ciddiyet Seviyesinin Tahmini. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 65.
9. Ak, M.F., 2017. İş Sağlığı ve Güvenliğinde Sinirsel Bulanık Mantık Yaklaşımı Kullanılarak Risk Değerlendirmesi. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 129.
10. Gül, M., Çelik, E., 2018. Fuzzy Rule-Based Fine-Kinney Risk Assessment Approach for Rail Transportation Systems. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 24, 1786-1812.
11. Çınar, F., Solmaz, M.S., Çakmak, E., 2021. Evaluation of Ship Manoeuvres in Port by Using Fuzzy Fine Kinney Method. *International Journal of Environment and Geoinformatics (IJEGEO)*, 8(4), 537-548, doi.10.30897/ijegeo.938973.
12. Durmaz, R.C., 2010. İnşaat Sektöründe Bulanık Risk Değerlendirmesi Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 131.
13. Arkan, R., 2014. Stratejik Yönetim için Bulanık Risk Değerlendirme Modelleri ve Karşılaştırmalı Analizi. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 139.
14. Ertaş, H.M., 2016. Yıkım İşlerinde Risk Analizi ve Risk Değerlendirmesi için Yeni Bir Yöntem Önerisi. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 344.