



e-ISSN: 2630-578X

OHSACADEMY  
İş Sağlığı ve Güvenliği Akademi Dergisi  
Açık Erişim  
Journal of Occupational Health and Safety Academy  
Open Access



10.38213/ohsacademy.1246278

Yıl 2023, Cilt 6, Sayı 2, Sayfa: 59-84

<https://dergipark.org.tr/pub/ohsacademy>

## Elektrik Yapım İşi Sektöründe Risklerin Önceliklendirilmesi

Umut ERGÜN<sup>1\*</sup>, Funda KAHRAMAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, Lisansüstü Eğitim Fakültesi, Tarsus Üniversitesi, Mersin, Türkiye

<sup>2</sup> Makine Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Tarsus Üniversitesi, Mersin, Türkiye

### Makale Tarihiçesi

Gönderim: 01.02.2023

Kabul: 12.07.2023

Yayın: 31.08.2023

### Araştırma Makalesi

**Öz-** Mevcut piyasanın ağır rekabet koşulları, şirketlerin sahip olduğu kaynaklarını daha verimli kullanması yönünde iyileştirmeler yapmaya mecbur bırakmaktadır. Bu durumun, şirketlerin iş sağlığı ve güvenliği alanındaki planlama ve aktivitelerine de yansımaları olmaktadır. Belirlenen risklere dair; hangi riske, hangi derecede önem verilerek, risklerin giderilmesi işlemine nereden başlanması gerekliliği, risklerin giderilmesi için hazırlanacak planlamanın belirlenmesi açısından kıymetli bir veri olacaktır. Bu sayede şirket hem gereksiz zaman ve para kaybindan uzaklaşmış olacaktır hem de doğru riskleri doğru zamanda gidererek, olası iş kazalarının önüne geçmek adına uygun bir adım atmış olacaktır. Aksi durumda nispeten düşük önem sahip risklere yüksek önemler atfedilerek giderilmesi daha öncelikli olan risklerin giderilmesinin ötelenmesine yol açılarak iş kazalarının yaşanmasına sebep olunabilir. Yapılan bu çalışma, elektrik yapım işi sektöründeki bir şirketin, klasik Fine Kinney yöntemiyle hazırlanan risk değerlendirme raporunu baz alarak, Analitik Hiyerarşi Süreci, Analitik Ağ Süreci ve Bulanık Fine Kinney yöntemleriyle riskler önceliklendirilmeye çalışılmıştır. Analitik Hiyerarşi Süreci ve Analitik Ağ Süreci yöntemleri için SuperDesicion yazılımı, Bulanık Fine Kinney metodu için ise MATLAB programında bulunan Fuzzy Logic Toolbox yazılımı kullanılmıştır. Risklerin önceliklendirilmesi işleminde firmanın risk değerlendirme raporunun da hazırlanmasında rol alan firma çalışanlarından iş güvenliği uzmanları, iş yeri hekimi ve proje yöneticilerinin oluşturduğu on kişilik bir ekip görev almıştır. Bu seçimin yapılmasında iş sağlığı ve güvenliği konusunda yetkin olmaları ve firmanın faaliyetlerine hâkim olmaları dikkate alınmıştır. Kullanılan yöntemlerin tümü bir arada değerlendirilerek, karar vericiye mevcut tehlikelerin giderilmesinde; hangilerine, ne ölçüde önem atfederek öncelik verilmesi konusunda önerilerde bulunulmuştur. Sonuçlar karşılaştırıldığında bulanık Fine Kinney yönteminin en uygun sonuç ürettiği görülmüş ve Elektrik kategorisindeki tehlikelerin öncelikli olarak ele alınarak giderilmesi gerektiği önerilmiştir.

**Anahtar Kelimeler** – Analitik ağ süreci, analitik hiyerarşi süreci, bulanık Fine Kinney, iş sağlığı ve güvenliği, risk önceliklendirme

## Prioritization of Risks in the Electrical Construction Sector

Umut ERGÜN<sup>1\*</sup>, Funda KAHRAMAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department Of Occupational Health And Safety, School Of Graduate Studies, Tarsus University, Mersin, Turkiye

<sup>2</sup> Department Of Mechanical Engineering, Faculty Of Engineering, Tarsus University, Mersin, Turkiye

### Article History

Received: 01.02.2023

Accepted: 12.07.2023

Published: 31.08.2023

### Research Article

**Abstract** – The heavy competition conditions of the current market oblige companies to make improvements in order to use their resources more efficiently. It is normal for this situation to be reflected in the planning and activities of companies in the field of occupational health and safety. Regarding the identified risks; The necessity of starting the process of eliminating the risks, by giving importance to which risk and to what degree, will be valuable data in terms of determining the planning to be prepared to eliminate the risks. In this way, the company will not only avoid unnecessary loss of time and money, but also will take an appropriate step to prevent possible work accidents by eliminating the right risks at the right time. Otherwise, by attaching high importance to relatively low-importance risks, the elimination of the more priority risks may be delayed, resulting in occupational accidents. In this study, risks were tried to be prioritized with the Analytical Hierarchy Process, Analytical Network Process and Fuzzy Fine Kinney methods, based on the risk assessment report prepared by the classical Fine Kinney method of a company in the electrical construction industry.

<sup>1</sup> [umut\\_ergun@tarsus.edu.tr](mailto:umut_ergun@tarsus.edu.tr) Orcid id: 0000-0003-3048-618X

<sup>2</sup> [fkahraman@tarsus.edu.tr](mailto:fkahraman@tarsus.edu.tr) Orcid id: 0000-0003-4333-4943

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: [umut\\_ergun@tarsus.edu.tr](mailto:umut_ergun@tarsus.edu.tr) Tarsus

SuperDecision software was used for Analytical Hierarchy Process and Analytical Network Process methods, and Fuzzy Logic Tool-box software in MATLAB program was used for Fuzzy Fine Kinney method. In the process of prioritizing risks, a team of ten employees consisting of occupational safety specialists, workplace physicians and project managers from the company's employees, who also took part in the preparation of the company's risk assessment report, took part. In making this selection, it was taken into account that they were competent in occupational health and safety and that they had a command of the company's activities. Evaluating all of the methods used together, the decision maker is able to eliminate the existing dangers; Suggestions were made about giving priority to which ones and to what extent. When the results were compared, it was seen that the fuzzy Fine Kinney method produced the most appropriate result and it was suggested that the hazards in the Electricity category should be addressed and eliminated.

**Keywords** – *Analytic hierarchy process, analytic network process, fuzzy Fine Kinney, occupational health and safety, risk prioritization,*

**Atf Bilgisi: Ergün, U. & Kahraman, F. (2023). Elektrik Yapım İş Sektöründe Risklerin Önceliklendirilmesi . OHS ACADEMY , 6 (2) , 59-84 . DOI: 10.38213/ohsacademy.1246278**

## 1. Giriş

Pek çok kriterin etkili olduğu karar verme problemlerinde, çok kriterli karar verme yöntemleri (ÇKKV) önemli bir işleve sahiptir. Bu yöntemler içerisinde Thomas L Saaty'nin literatüre kazandırdığı Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ve Analitik Ağ Süreci (AAS) pratik kullanımları ve bilgisayar destekli çözümler sunabilmesi açısından pek çok alanda sıklıkla başvurulan yöntemler arasında bulunmaktadır. Bununla birlikte Lotfi Aliasker Zadeh'in 1965 yılında ortaya koyduğu bulanık mantık kavramı, günlük hayatta kullanılan ifadelerin yetersiz kaldığı durumlarda yeterli betimlemeyi yapabilmek için kullanılmaktadır (Akalp, 2016).

Bu çalışmada elektrik yapım işi sektöründe faaliyet gösteren bir müteahhit firmanın mevcut risk değerlendirmesindeki tehlikeler kategorize edilerek, AHS, AAS ve bulanık Fine Kinney yöntemleri ile riskler önceliklendirilmiş ve sonuçları karşılaştırılmıştır.

Çalışmanın yapılmasındaki amaç elektrik yapım işi sektöründe faaliyet gösteren firmaların yönetiminde görev alan karar vericilere firmadaki mevcut risklerin giderilmesi adına bir sıralama sunmaktır. Bu sayede firmanın faaliyetleri sırasında yaşanması olası iş kazalarının önüne geçilmesi ve firma kaynaklarının doğru kullanılması mümkün olabilecektir. Literatür taraması yapıldığında bu çalışma elektrik yapım işi sektörü için risklerin önceliklendirmesi adına ilktir. Gelecek dönemde farklı sektörler için benzer çalışmalar yapılabilir ya da aynı sektör için farklı çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak bu çalışmadaki sonuçlarla karşılaştırılabilir.

Sonraki bölümlerde çalışma yapılan firmanın özellikleri, çalışma için hazırlanan materyal ve kullanılan yöntemler detaylarıyla anlatılarak elde edilen bulgular ve karşılaştırma analizleri sunulacaktır.

### 1.1. Literatür Taraması

AHS ve AAS yöntemleri üzerine literatürde oldukça çok çalışma var olmasına karşın, bulanık Fine Kinney yöntemi ile yapılan çalışma sayısı nispeten azdır. Elektrik yapım işi sektörü özelinde ise bulunmamaktadır. Bu anlamda yapılan çalışma literatüre özgün bir çalışma katmaktadır. Yakın tarihte yapılan çalışmalar kısaca şöyle özetlenebilir;

Aydeniz, S., U. (2020), Elektrikle yapılan çalışmalarda iş sağlığı ve güvenliği üzerine derleme çalışması yapmıştır. Bu çalışmada elektrikle ilgili kazaların nedenleri, insana etkileri ve korunmak için uyulması gereken kurallar ve elektrikle ilgili çalışmalarda mevzuatta bulunan yönetmelikleri belirtmiştir.

Bilgic, İ., O. (2018), Elektrik dağıtım sektöründe iş sağlığı ve güvenliği mevzuatının ve uygulamalarının incelenmesi ve irdelenmesi üzerine çalışma yapmıştır. Çalışmada, bir elektrik dağıtım şirketi örneğinde risk analizi ve değerlendirmeler yapılmış, şirketlerin yaşadıkları iş kazalarının sebepleri, analizleri, yaşadıkları sıkıntıların çözülebilmeleri için alınması gereken tedbirler belirlenmiştir. Yapılan analizde kabul edilebilir seviyenin çok üzerinde bir seviyesinin çıkması, sektör çalışanlarının eğitim ve tecrübelerinin olmasının gerektiği ile altyapı ve teknik ekipman anlamında yeterli seviyede olmalarının öncelikli gereklilikler olduğu neticesine ulaşmıştır.

Akın, G., C. (2020), iş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirme süreci için tersane işletmelerine özgü çok kriterli karar verme yöntemlerini karşılaştırmış ve mevcut tehlikeler analitik hiyerarşi süreci yöntemiyle ağırlıklandırılarak risklere ait risk skorlarını saptamıştır.

Oturakçı, M. & Dağsuyu, C. (2017), inşaat sektöründe hizmet veren orta ölçekli bir firmanın üstlendiği bir yapı işinde klasik Fine Kinney ve Bulanık Fine Kinney yöntemleriyle risk değerlendirmesindeki belirlenen tehlikelere uygulanmış, elde edilen bulguları karşılaştırınca bulanık Fine Kinney yönteminin klasik yöntemle göre daha hassas sonuçlar ürettiğini ortaya koymuştur.

İncel, E. (2019), bir işletmede bulanık çok kriterli karar verme yöntemleriyle iş sağlığı ve güvenliği açısından riskli alanların belirlenmesi konusunda çalışma yapmıştır. Yapılan çalışmada, bulanık TOPSIS ve bulanık VIKOR yöntemleri kullanılarak belirlenen kriterler doğrultusunda işletmede iş sağlığı ve güvenliği bakımında iyileştirmeye en çok ihtiyaç duyulan alanları belirlemiştir.

Kumar, A. vd. (2017), çok kriterli karar verme yöntemlerinden ağırlıklandırılmış toplam modeli, ağırlıklandırılmış ürün modeli, ELECTRE, TOPSIS, MAUT, PROMETHEE ve VIKOR yöntemlerini incelemiş, bunlar arasındaki güçlü ve zayıf yönleri belirterek, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmada karar verme süreçlerinde kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Chen, C., T. vd. (2015), bulanık TOPSIS metodu kullanarak pozitif ideal sonuçlar ve negatif ideal sonuçlar yöntemleri ile tedarikçi seçimi üzerine çalışma yapmış ve kullanılan bulanık modelin tedarikçi seçimi için oldukça uygun bir model olduğunu ortaya koymuştur.

Ünal, Y. (2011), bulanık AHS ve bulanık TOPSIS uygulamaları aracılığıyla bir futbol takımına oyuncu seçimi için belirlenen kriterler aracılığıyla karar verme süreci işletmiş ve yöntemlerin hemen hemen benzer seçimler yaptığını, sadece kaleci ve defans oyuncularından birinde farklı sonuçlar ürettiğini ortaya koymuştur.

Al-Harbi, K. (2001), analitik hiyerarşi uygulamasını proje yönetiminde uygulanmasını çalışmış, yüklenici ön yeterliliği ve iş sahibinin ihtiyaçları doğrultusunda oluşturulan kriterleri karşılanması üzerine karar süreci oluşturulabileceğini bir örnekle ortaya koymuştur.

Karabıçak, Ç vd. (2020), bulanık analitik hiyerarşi prosesi yöntemi kullanılarak bir otomotiv yan sanayi firmasında tedarikçi seçimi üzerine çalışma yapmıştır. Çalışmada kalite, teslimat, fiyat/maliyet ve esneklik olarak ana kriterlere ila veten, fiyat/maliyet için dörder adet, teslimat ve esneklik için üçer adet olarak belirlenen alt kriterlerle bulanık karşılaştırma matrisleri hazırlanmıştır. Bu sayede tedarikçi adayları için genel öncelik ağırlıklarına ulaşılmış ve en yüksek ağırlığa sahip ana ölçütlerin kalite ve fiyat/maliyet olduğunu belirlemiştir.

Eren, E. (2019), tıbbi atık lojistiğinde iş sağlığı ve güvenliği süreçlerinin iyileştirilmesi çalışmasında bulanık mantık ve analitik hiyerarşi süreci yaklaşımlarını kullanmış ve tıbbi atık toplama araçlarının rotalarının belirlenmesi üzerine önerilerde bulunmuştur.

Halıcı, A., K. (2019), metal sektöründe yaşanan elektrik kaynaklı kaza sebeplerinin önceliklendirilmesi için analitik hiyerarşi süreci yöntemi ile çalışma yapmıştır. Bu çalışmada, kaza sonrası raporlarda çalışan hatası olarak belirlenen kök-neden analizi sonuçlarının ışığında tasarım ve ekipman yerleşimi kaynaklı, sonrasında ise yönetsel ve işletme temelli sebeplerden kaynaklandığı, çalışan hatası kapsamına giren sebeplerin en sonda olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Karakaşoğlu, N. (2008), bulanık analitik hiyerarşi süreci ve bulanık TOPSIS kullanarak bir firmanın nakliye şirketi tercihinin belirlenmesi üzerine çalışma yapmıştır. Firmanın yurtdışındaki bir müşterisine, ürünlerinin teslimatı için belirlenen kriterler üzerinden üretilen sonuçla en uygun nakliye şirketinin seçiminde yardımcı olmaya çalışılmıştır.

Pehlivanlı, U. (2019), tünel inşaatı projelerinde analitik hiyerarşi süreci yöntemini kullanarak risk yönetiminin yapılması üzerine çalışma yapmış bu çalışmayı Marmaray özelinde gerçekleştirmiştir. Çalışmada riskler; teknik riskler, deprem sel vb. doğa sebepli riskler, çalışan temelli riskler, inşaat riskleri ve yönetim riskleri olmak üzere 5 farklı risk grubuna ayrılmış ve bu risk faktörleri önceliklendirilerek, en yüksek oranlı risk grubunun inşaat ile ilgili risk grubuna ait olduğunu saptamıştır.

Ömürbek, N & Şimşek, A. (2014), analitik hiyerarşi süreci ve analitik ağ süreci yaklaşımlarını kullanarak online alışveriş sitesi seçimi çalışması yapmıştır. Pozitif ve negatif özellikler, ödeme seçenekleri ve ürün yelpazesi olarak 4 ana kriterin belirlendiği çalışmada, analitik ağ süreci yöntemine göre online alışveriş site seçimini etkileyen en önemli kriter ürün yelpazesi olarak, analitik hiyerarşi süreci yönteminde ise pozitif özellikler tespit edilmiştir. İki yöntemde de ilk alternatif birinci sırada çıkmıştır.

Dağdeviren, M. Vd. (2004), personel seçimin analitik ağ süreci yöntemini kullanarak yaptığı çalışmada, personel seçiminde kullanılacak faktörler belirlenip bu faktörler arasındaki bağımlılıklar tespit edilerek karar verme modeli geliştirilmiştir. Modelde yer alan faktörlerin global ağırlıkları AAS ile belirlenerek bu ağırlıklar aracılığıyla faktörler temelinde geliştirilen skalalar ile personel seçimi algoritması önermiştir.

Aslan, N. (2005), bir belediyede uygulama yazılımları ve veri tabanı yönetim sistemi hizmeti sağlayan firma lamm seçiminde analitik ağ süreci yöntemini kullanarak tedarikçi seçimi önerisinde bulunmuştur.

Sarı, T. (2014), otomotiv sektöründe lastik üretimi yapan bir işletmede, farklı nitelikte iki ayrı dış ahlım için AAS ve Taguchi ile AAS ve TOPSIS bütünleşik yöntemleri ile karşılaştırmalı olarak tedarikçi seçimi yapmış, daha sonra oluşturulan modellere sanal tedarikçiler ekleyerek, tedarikçi sayısındaki artışın, kurulan modeller üzerindeki etkisini belirlemiştir.

Akalp, H., G. (2016), bir iş istasyonundaki ergonomik risklerin bulanık mantık yöntemi ile modellenmesi üzerine çalışma yapmış, bulanık TOPSIS yönteminin risk değerlendirme yöntemi olarak kullanılabilirliğini araştırmış ve başarılı bir karar aracı olarak kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Arslan, E. (2019), bir fabrika örneği özelinde inşaat işyerlerinde risk değerlendirmesinin bulanık mantık yöntemi ile modellenmesi üzerine çalışmış geleneksel yöntemlere göre bulanık modellenmenin daha iyi sonuçlar ürettiğini ortaya koymuştur.

Aslantaş, S. (2020), iş sağlığı ve güvenliğinde risk değerlendirme süreci için bulanık çok kriterli bir model önerisinde bulunmuştur. Çalışmada yeni bir aralık değerli Pisagor bulanık analitik hiyerarşi süreci ve TOPSIS yaklaşımlarının entegrasyonuna dayanan yeni bir model denenmiş, risk değerlerinin daha makul ve kesin bir şekilde hesaplanmasını ve ayrıca gözlemlenen hastanenin izlediği klasik risk analizi yönteminin etkinliğini artırdığını saptamıştır.

Çakmak, E. (2015), bir KOBİ örneğinde iş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirme yöntemlerinden; Fine Kinney, 5x5 L Matris, 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. Ayrıca çalışmada birden fazla risk değerlendirme yöntemini kapsayan bulanık mantık yaklaşımıyla elde edilen sonuçların karar verme aşamasında kullanılabilmesini ortaya koymuştur.

Doğanalp B. (2016), bulanık çok kriterli karar verme yöntemi ile öğretim üyesi değerlendirmesi üzerine çalışma yapmıştır. Çalışmada dört öğretim üyesi alternatif için kriterler oluşturularak, karar vericiler için derse ilişkin performansı en yüksek olan öğretim üyesini belirleme amacıyla bulanık TOPSIS yöntemini kullanarak en yüksekten en düşüğe dek sıralamıştır.

Irmak M. (2019), bir üniversite hastanesinde iş kazalarının incelenmesi ve bulanık TOPSIS yöntemi ile alınacak önlemlerin sıralanması üzerine çalışma yapmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre birinci öncelik eğitim, sonrasında kişisel koruyucu donanım kullanımı, üçüncü olarak mühendislik kontrollerinin uygulanması ve son olarak çalışma koşullarının iyileştirilmesi önlem sıralamasını ortaya koymuştur.

Durmaz, R., C. (2010), inşaat sektöründe hata modu ve etkileri analizi risk değerlendirme yöntemi ile kıyaslandığında, bulanık mantık yaklaşımının daha doğru ve güvenilir sonuçlar verdiğini ortaya koymuştur.

Oruç R & Yıldızbaşı, A. (2020), haber yayıncılığında çalışanların iş sağlığı ve güvenliği bağlamında bulanık çok ölçütlü karar verme yöntemleriyle değerlendirilmesi üzerine çalışmıştır. Çalışmada bulanık AHS ve bulanık TOPSIS yöntemlerinin hibrit şekilde kullanılması ile en önemli risk kriterinin mobbing olduğu tespit edilmiş ve bu ortamlardan kaynaklanan risklerin düzeyleri ortamlardan kaynaklanan risklerin düzeyleri göz önünde bulundurularak önerilerde bulunmuştur.

Özcan, S., G. (2019), inşaat sektöründe iş kazalarına neden olan faktörlerin çok kriterli karar verme yöntemleriyle değerlendirilmesi üzerine çalışma yapmıştır. Çalışmada bulanık AHS ve bulanık TOPSIS yöntemleriyle 3 farklı inşaat firması ile karşılaştırmalar yapılmıştır. Firmaların iş sağlığı ve güvenliği kanun ve yönetmeliklerine uyumlu çalışma niteliklerine göre bir sıralama yapılmış ve bulunan firma bazlı problemler için firmalara önerilerde bulunmuştur.

Özsarı, M. (2019), bulanık analitik hiyerarşi süreci ve bulanık TOPSIS yöntemlerinin karşılaştırılması aracılığıyla tarım işlerinde kazaya sebep olan etmenlerin tespiti üzerine örnek bir uygulama ile çalışma yapmıştır. Çalışmada tarım işlerindeki üç farklı sektör ele alınmış, sektörlerden hangisinin iş kazası sebepleri için daha riskli olduğu incelenmiş, tarım sektöründe en yüksek kaza oranının bitkisel ve hayvansal üretim alanında olduğu, sonrasında ormancılık, tomrukçuluk, balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliği olduğunu ortaya koymuştur.

Zoroğlu, C. (2015), incelenen kişilerin, vücut kitle indeksi, kandaki oksijen çözünürlük endeksi 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 çıktılarını elde etmiştir.

Arıkan, R. (2014), 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.

Gül, M & Çelik, E. (2018), demiryolu toplu taşıma sisteminde bulanık tabanlı Fine Kinney yaklaşımıyla risk değerlendirmesi yapmış sonuçlar doğrultusunda giderilmesi gereken tehlikelere dair önerilerde bulunmuştur.

Çınar, F. (2021), 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.

Erdebilli, B. ve Gür, L. (2020), 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.

Filizci, A., E., A. & Erdebilli, B. (2022), bir akaryakıt istasyonunda klasik Fine Kinney yönteminden elde edilen risk değerlendirmesi sonuçlarıyla bulanık Fine Kinney yönteminin sonuçlarını karşılaştırmış ve bulanık yöntemin daha net ve belirlenen tehlikeye özgü olduğunu ortaya koymuştur.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Çalışma Yapılan İşletmenin Nitelikleri

İşletme, 1981 yılında Ankara'da kurulmuştur. Halen Ankara merkezli olarak, yurdun çeşitli illerindeki şubelerinde faaliyetini sürdürmektedir. Firmanın ana faaliyet konusu elektrik yapım işidir ve ihale usulü ile aldığı işleri verilen taahhüt kapsamında tamamlamaktadır. Bu açıdan firma ülkemizdeki hemen her elektrik dağıtım şirketi ile Ana Yüklenici Firma sıfatıyla çalışabilmektedir. Elektrik yapım işi, yeni elektrik üretim ve dağıtım tesisleri kurmak ve devreye almak ile mevcut tesislerin büyütülmesi ve modernizasyonu ya da onarım işleri olarak tanımlanabilir.

Firma; 2.800 m<sup>2</sup> kapalı, 22.200 m<sup>2</sup> açık alana sahip şantiye sahasında kullanacağı direk, armatür, trafo, kablo, cıvata, travers ve benzeri malzemeleri depolamakta ve gerektiğinde çalışma sahasına sevk etmektedir. Çalışma sahası ilin hemen hemen her ilçesinde olabilmektedir. Yıllık, aylık ve haftalık planlamalar dahilinde belirlenen çalışma lokasyonları, oldukça geniş bir coğrafyaya dağılmış durumdadır. İşletmede insan kaynakları ve iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili kayıtlar düzenli biçimde tutulmaktadır. Firmada beyaz yaka sınıfında yaklaşık 70 personel, mavi yaka sınıfında ise yapılan işin ihtiyacına göre 400 ila 600 arası personel istihdam edilmektedir.

## 2.2 Çalışmada Kullanılacak Risk Değerlendirmesi

Firma işlere başlamadan önce çalışma yapacağı lokasyondaki şartları ve yapılacak işin niteliğini gözeterik risk değerlendirmesi hazırlamakta ve mevzuata uygun şekilde asgari olarak her yıl yenilemektedir. Bunun ötesinde firma, yeni bir ekipman ya da araç gereç kullanmaya başladığında ya da bir iş kazası olduğunda yine risk değerlendirmesini güncellemektedir. Çalışmaya konu olacak riskler de bu risk değerlendirmesinde var olan, yapılan işe özgü olan risklerin önceliklendirilmesi üzerinedir. Risk değerlendirmesi Fine-Kinney risk değerlendirme metodu ile oluşturulmuş olup tehlikeler tablosu bu risk değerlendirmesinin ilgili yerleri kullanılarak elde edilmiştir. Tehlikeler, risk değerlendirmesinde bulunan tehlikelerin kategorize edilmesi ile oluşturulmuştur Toplam 915 tehlikenin sıralandığı tehlike tablosunun bir kısmı Tablo 1'de sunulmuştur.

**Tablo 1. Şirketin Fine Kinney risk değerlendirme raporundan bir görünüş.**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Tehlike Kodu	Ana Kriter	Alt Kriter	Tehlikenin Tanımı	Olasılık	Siddet	Frekans	Sonuç	Riskin Derecesi	Risk Öncelik Değeri
1	T001	Kimyasal Etmenler	Yangın	İş makinası üzerinde bulunan akünün hasar alması sonucu yangın	1	40	1	40	Olası Risk	5
2	T002	Teknik Şartlar	Elektrik	Enerjili hatta yakın çalışmada topraklama yapılmaması	3	100	3	900	Cok Yüksek Risk	5
3	T003	Teknik Şartlar	Elektrik	Yeterli topraklama yapmadan çalışma	3	100	3	900	Cok Yüksek Risk	5
4	T004	Teknik Şartlar	Elektrik	Aydınlatma sokak fazının kesinti yapılan nokta dışından beslenmesi	3	100	3	900	Cok Yüksek Risk	5
5	T005	Planlama	Çalışma Ortamı	Çalışılan bölge değiştiğinde topraklamaların yerlerinin değiştirilmemesi	3	100	3	900	Cok Yüksek Risk	5
6	T006	Planlama	Kişisel Güvenlik	Ağaç direkte birden fazla kişinin çalışması	3	100	3	900	Cok Yüksek Risk	5
7	T007	Teknik Şartlar	Ekipman/ Malzeme	AG/YG topraklama aparatının kusurlu olması, eksik olması ya da elinde hiç bulunmaması	3	100	3	900	Cok Yüksek Risk	5
8	T008	Teknik Şartlar	Elektrik	Kabin içi topraklamanın yapılmaması/yanlış yapılması	3	100	3	900	Cok Yüksek Risk	5
9	T009	Planlama	Çalışma Ortamı	Sahada Alpek topraklamanın bulunmaması	3	100	3	900	Cok Yüksek Risk	5
10	T010	Planlama	Çalışma Ortamı	Topraklama kazığı çakılmadan ya da yeterince çakılmadan çalışmaya başlanması	3	100	3	900	Cok Yüksek Risk	5
11	T011	Teknik Şartlar	Ekipman/ Malzeme	Topraklama teçhizatının deforme olması	3	100	3	900	Cok Yüksek Risk	5
12	T012	Planlama	Çalışma Ortamı	Enerjili hatta geri besleme olması	3	100	3	900	Cok Yüksek Risk	5
13										

## 2.3 Yöntem

Çalışmada Analitik Hiyerarşi Süreci, Analitik Ağ Süreci ve Bulanık Mantık ve Fine-Kinney risk değerlendirme yöntemleri kullanılarak risklerin ağırlıklandırılması ve derecelendirmesi uygulanmıştır. Çalışmada kullanılan yöntemlerin uygulama sıralaması; Analitik Hiyerarşi Süreci, Analitik Ağ Süreci ve Bulanık Mantık şeklindedir. Bu yöntemlerin

kullanımının seçilmesinin sebebi çok kriterli karar verme yöntemleri olarak uzun bir süreden beri, literatürde güvenilirliği kabul edilmiş ve farklı çalışmalarda yaygın bir şekilde kullanılmış olmasıdır.

Çalışmaya iş yerinde görev alan iş sağlığı ve güvenliği uzmanları, iş yeri hekimi ve proje yöneticisi olmak üzere toplam 10 çalışan dahil edilerek görüşleri anket yöntemi ile toplanmıştır. Çalışmada AHS ve AAS için literatürde kullanımı kabul görmüş olan, Creative Decisions Foundation kuruluşunun ürettiği Super Decisions isimli ücretsiz program kullanılmıştır. Bulanık Fine-Kinney uygulaması için ise MATLAB programında bulunan Fuzzy Logic Toolbox yazılımı kullanılmıştır.

### 2.3.1 Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi

Literatürde ilk olarak 1968 yılında James H. Myers ve Mark I. Alpert, tarafından, tüketicilerin satın alma tutumlarını anlama ve ölçme üzerine yaptıkları çalışmada yer bulan AHS, daha sonraları 1980 yılında Thomas L. Saaty tarafından yaptığı çalışmalarla geliştirilmiştir. 1 ile 9 arasında bir ölçeklendirme kriteri belirleyen Saaty'nin bu yaklaşımı günümüzde de kullanılan yöntemin temellerini oluşturmuştur. Karar verme sürecine hem nicel hem de nitel değerlendirmelerin dahil edilebilmesine olanak sağlayan bu yöntem günümüzde popülerliğini korumaktadır (Karabıçak vd., 2020).

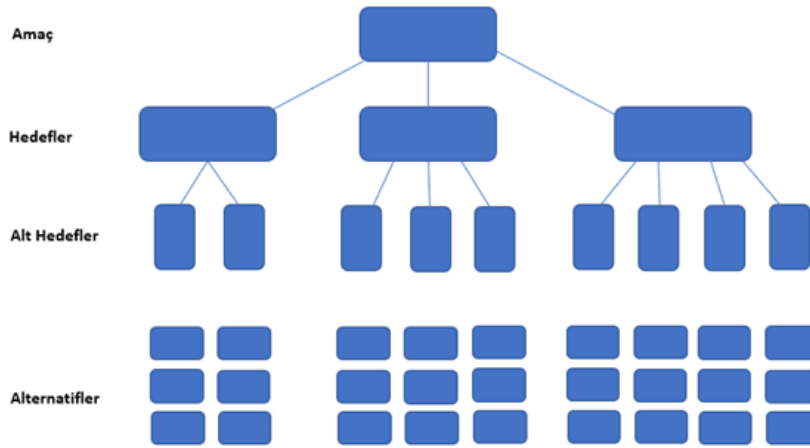
AHS yöntemi, karar vericilere seçenekler arasında tercih yaparken hem nicel hem de nitel verilerin dahil edilmesine, dolayısı ile de daha doğru sonuçlar vererek değerlendirmede yardımcı olmaktadır. Literatür taraması kısmında anılan çalışmalar değerlendirildiğinde anlaşılacağı üzere iş sağlığı ve güvenliği açısından da tehlikelerin önem ve öncelik değerlerinin belirlenmesi konusunda fayda sağlamaktadır.

AHS yöntemi temelde dört aşamada gerçekleştirilmektedir (Eren, 2019). Bunlar:

- 1- Hiyerarşik bir yapı oluşturulması
- 2- İkili karşılaştırma matrisinin hazırlanması
- 3- Kriter ağırlıklarının tutarlılıklarının belirlenmesi
- 4- Sonuç öncelik değerine göre alternatiflerin seçilmesi

olarak karşımıza çıkmaktadır.

Probleme ait hiyerarşik yapı oluşturma aşaması, problemle ilgili kriterlerin ve alternatif seçeneklerin belirlenmesi ile başlar. Konunun uzmanların görüşlerine ve/veya literatürde geçen sonuçlara bakılarak bu kriterlere ağırlıklar atanır. Sonrasında kriterlerle birlikte şayet varsa alt kriterler de belirlenir. Genel hiyerarşik yapı Şekil 1. gösterilmiştir (Gülenç ve Bilgin, 2010). Burada amaç karar vericilerin karar verme süreçlerini kolaylaştırmaktır. Ayrıca hiyerarşik düzen gösterimi, karar vericiye ana ve alt kriterlere toplu bir bakış açısında bakma rahatlığını sağlar ve bu durum da karar vericinin homojen bir karar vermesine imkân tanır (Halıcı, 2019).



Şekil 1. AHS'nin hiyerarşik yapısı (Gülenç, Bilgin, 2010)

Hiyerarşinin oluşturulmasını takiben ikili karşılaştırma matrisinin elde edilmesi aşamasında, kriterler ikili olarak önem derecelerine göre; “Eşit önemli”, “Orta derecede önemli”, “Kuvvetli derecede önemli”, “Çok kuvvetli derecede önemli” ve “Kesin önemli” ölçek ifadelerine göre değerlendirilir. İkili karşılaştırmada kullanılan bu değerlendirme ölçeği Tablo 2’de bulunmaktadır. Gerçekleştirilen ikili karşılaştırmalarla kriterlerin önem dereceleri birbirlerine göre kıyaslanarak belirlenir (Karakaşoğlu, 2008).

Tablo 2. Karşılaştırmada kullanılan önem dereceleri (Saaty 1-9 önem skalası) (Karakaşoğlu, 2008)

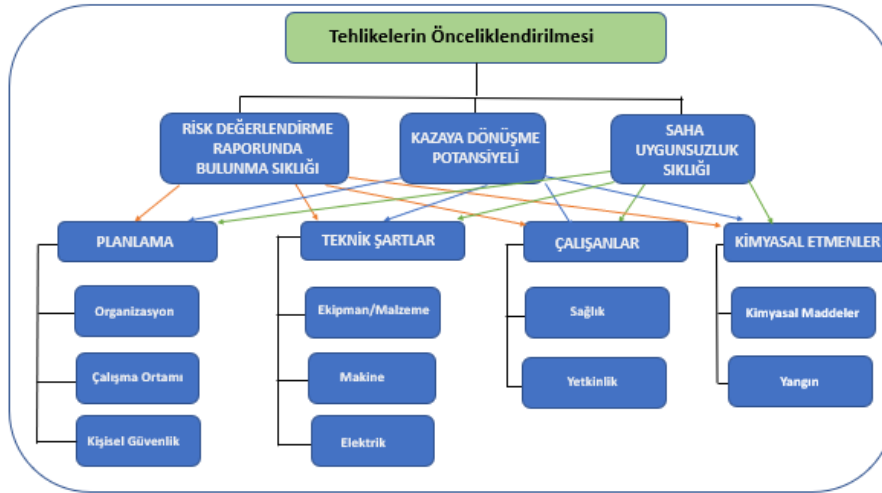
Değer	Tanım	Açıklama
1	Eşit önemli	İki seçenekte eşit derecede öneme sahip
3	Orta derecede önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı biraz üstün kılmakta
5	Kuvvetli derecede önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı oldukça üstün kılmakta
7	Çok kuvvetli derecede önemli	Bir kriter diğerine göre üstün sayılmıştır
9	Kesin önemli	Bir kriterin diğerinden üstün olduğunu gösteren kanıt çok büyük güvenilirliğe sahip
2,4,6,8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasındaki değer

İkili karşılaştırma matrisinin oluşturulmasının ardından bu matrisin tutarlılık değerinin (CR) değeri hesaplanır. Bu hesaplama karar vericinin kriterler arasında karşılaştırma yaparken tutarlı davranıp davranmadığının belirlenmesi için yapılmaktadır (Pehlivanlı, 2019). Hesaplanan değer 0,10'un üzerindeyse kriterlere atanan matris girilen değerler gözden geçirilmelidir (Saaty, 2014).

Nihai öncelik değerine göre alternatiflerin seçilmesi: Değerlendirmelerin sonunda elde edilen ikili karşılaştırma matrisi aracılığıyla en uygun seçenek belirlenir. AHS yönteminin bu son adımında tüm alternatifler puanlanır ve bir öncelik vektörü oluşturulur. Tüm öncelik vektörleri değerlendirilerek bir karma öncelik vektörü elde edilir ve bu vektör son kararın alınmasında kullanılır. Karar verici bu vektörü kullanarak seçim yapar (Çitli, 2006).

### 2.3.1.1 Analitik Hiyerarşik Yapının Oluşturulması

Çalışmada anılan tehlike başlıkları; Planlama, Teknik Şartlar, Çalışanlar ve Kimyasal Etmenler olarak belirlenmiştir. Bu dört ana kriter de Organizasyon, Çalışma Ortamı, Kişisel Güvenlik, Ekipman/Malzeme, Makine, Elektrik, Sağlık, Yetkinlik, Kimyasal Maddeler ve Yangın olmak üzere on altı kriterle detaylandırılarak sınıflandırılmıştır. Bu seçimler literatür taraması sonucu ve firmadaki İSG profesyonellerince detaylandırılmıştır (Akın, 2020). Tehlike tanımları ve bağlı alt tehlikenin tablosunu oluşturulan AHS hiyerarşisi Şekil 2'de belirtilmiştir.

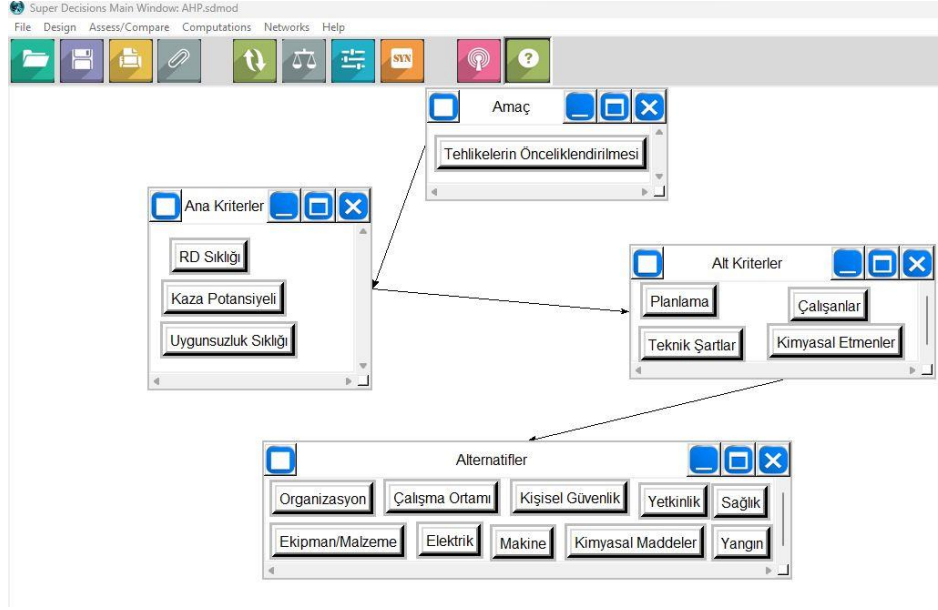


Şekil 2. AHS hiyerarşisini oluşturan ana ve alt kriterler

### 2.2.1.2 Ana Kriterler İçin Önem Ağırlıkları

Çalışmada önce ana kriterler için ardından da alt kriterler için analitik hiyerarşi süreci işletilmiştir. Amaç olan Tehlikelerin Önceliklendirilmesi başlığına dair ana kriterlerin ve alt kriterlerin hiyerarşik yapısı Şekil 3'te gösterilmektedir.





Şekil 3. AHS için kurulan hiyerarşik yapı

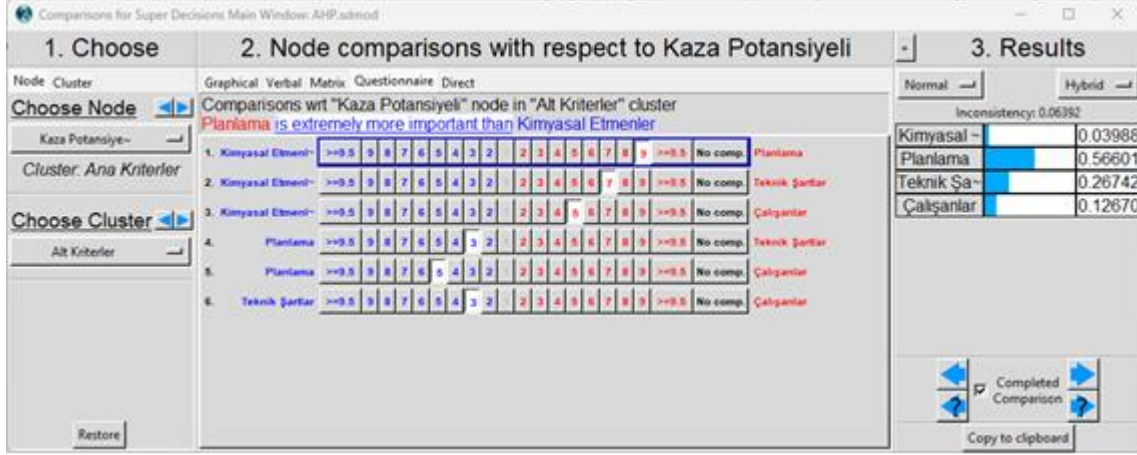
Şekil 4'te Ana kriterlerin karşılaştırma sonuçları bulunmaktadır. Ekran görüntüsündeki 3. Results alanında bulunan Inconsistency (Tutarlılık) değerinin hem analitik hiyerarşik süreci hem de analitik ağ sürecinde 0,1'den küçük olması önemlidir. Aksi durumda verilen kararlar arasında bir tutarlılık olduğu ve kararların tekrar gözden geçirilmesi önerilmektedir. Tutarlılık değerinin altında bulunan grafik ve sayısal değerler ise belirtilen cevaplara göre şekillenmekte ve anlık olarak sunulabilmektedir. Buna göre ana kriterler olan RD Sıklığı (Risk Değerlendirme Raporunda Bulunma Sıklığı), Kaza Potansiyeli (Kazaya Dönüşme Potansiyeli), Uyumsuzluk Sıklığı (Sahada Tespit Edilen Uyumsuzluk Sıklığı) parametreleri için oluşturulmuş karşılaştırma tablosu şekilde görülmektedir.

Node	Comparison	Result
1. Kaza Potansiyeli	>=9.5	No comp. RD Sıklığı
2. Kaza Potansiyeli	>=9.5	No comp. Uyumsuzluk Sıklığı
3. RD Sıklığı	>=9.5	No comp. Uyumsuzluk Sıklığı

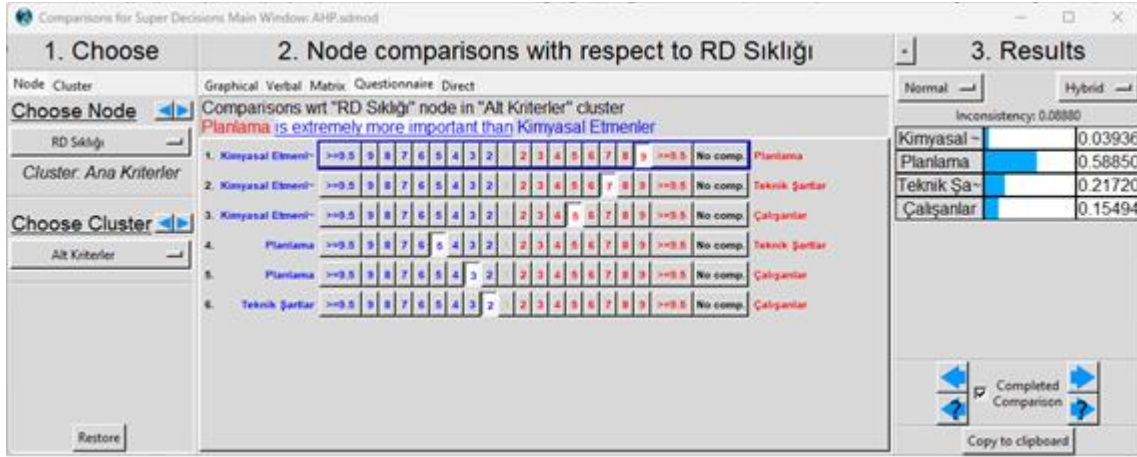
Şekil 4. Ana kriter karşılaştırması sonuçları

### 2.2.1.3. Alt Kriterler İçin Önem Ağırlıkları

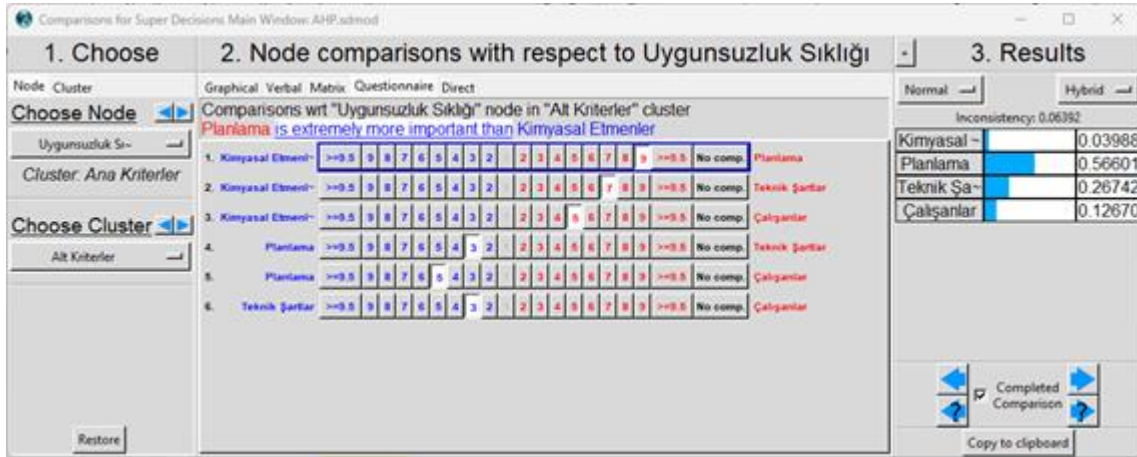
Bu aşamada ana kriterlere göre alt kriterlerin karşılaştırılması işlemi yapılmaktadır. Buna göre alt kriterler olan Planlama, Teknik Şartlar, Çalışanlar ve Kimyasal Etmenler, ayrı ayrı olacak şekilde risk değerlendirme raporunda bulunma sıklığı, kazaya dönüşme potansiyeli ve saha uyumsuzluk sıklıklarına göre ayrı ayrı karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaların sonuçları yine tutarlılık değerleri ve önem ağırlıkları aynı ekran olacak şekilde program tarafından sunulmaktadır. Şekil 5'te Kaza Oluşturma Potansiyeline göre, Şekil 6'da Risk Değerlendirme Raporunda Bulunma Sıklığına göre ve Şekil 7'de de Saha Uyumsuzluk Sıklığına göre alt kriterlerin karşılaştırma sonuçları verilmiştir.



Şekil 5. Kaza oluşturma potansiyeline göre alt kriterlerin karşılaştırılması



Şekil 6. Risk değerlendirmedeki sıklığa göre alt kriterlerin karşılaştırılması

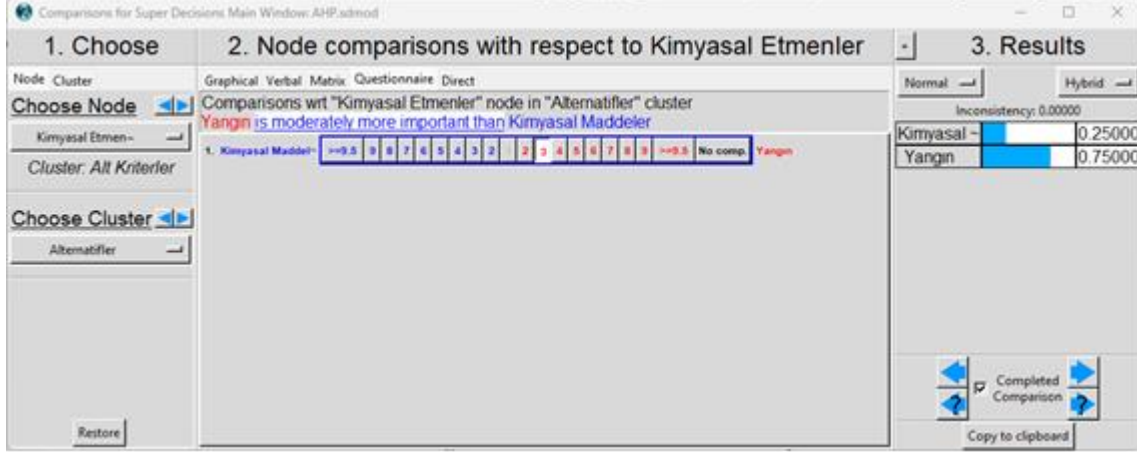


Şekil 7. Saha uygunsuzluk sıklığına göre alt kriterlerin karşılaştırılması

Sonuçlara bakıldığında görülmektedir ki, bu karşılaştırma ların tamamında birbirine yakın değerlerle (%56, %58 ve %56) Planlama alt kriteri daha önemli olarak tespit edilmiş ve önceliklendirmede öne çıkmıştır.

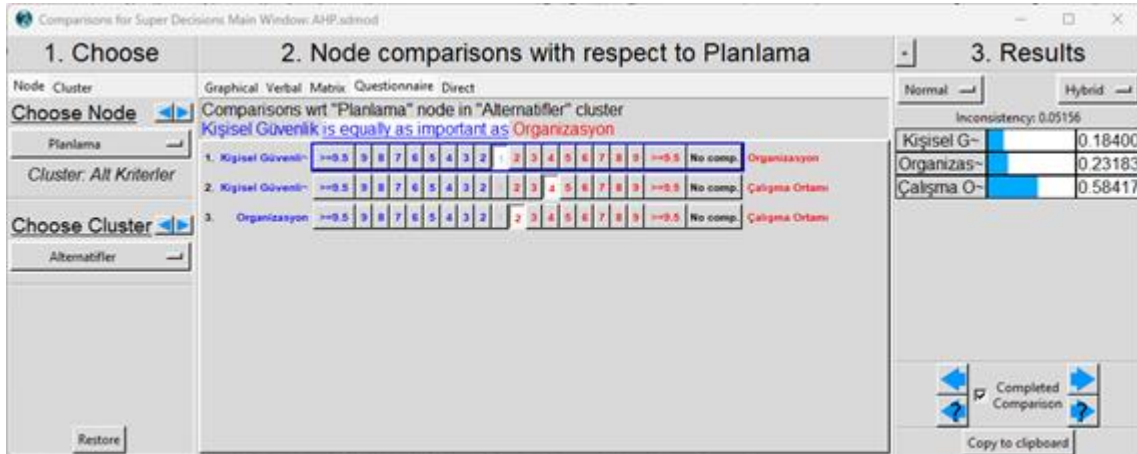
#### 2.2.1.4. Alternatifler İçin Önem Ağırlıkları

Problemin bu aşamasında artık içlerinden hangisinin daha önemli olduğunu bulmaya çalıştığımız hedef başlıklarımızın tespit edilmesi sürecine geçilmiştir. Bu aşamada Planlama alt kriterinin altındaki, Organizasyon, Çalışma Ortamı ve Kişisel Güvenlik, Teknik Şartlar alt kriteri altındaki, Ekipman/Malzeme, Makine ve Elektrik, Çalışanlar alt kriteri altındaki Sağlık ve Yetkinlik ve son olarak Kimyasal etmenler alt kriteri altındaki, Kimyasal Maddeler ve Yangın karşılaştırılacaktır. Program çıktısı olarak Şekil 8’de Kimyasal Etmenler, Şekil 9’da Planlama, Şekil 10’da Teknik şartlar ve Şekil 11’de Çalışanlar altındaki hedef öğelerin karşılaştırmaları yine önem ağırlıkları ve tutarlılık değerleri ile verilmiştir.



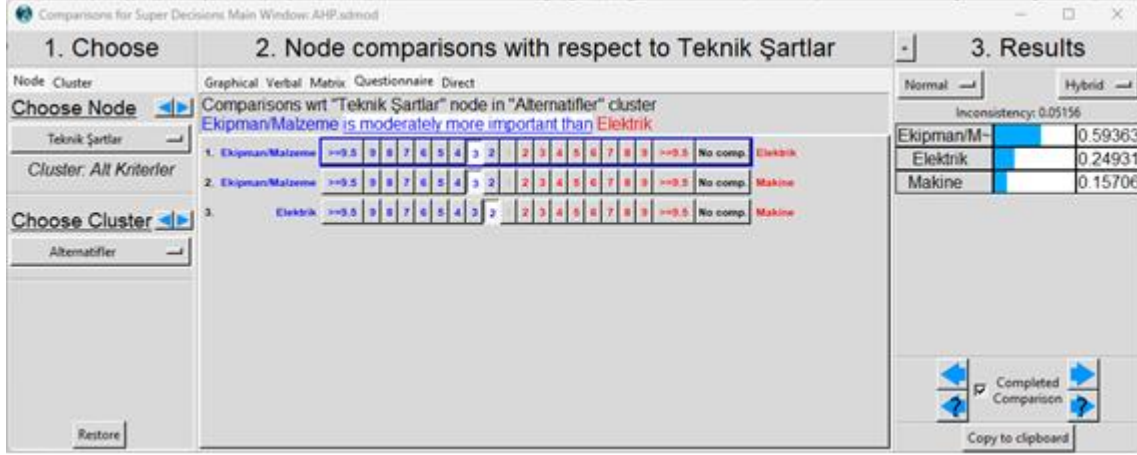
Şekil 8. Kimyasal etmenler başlığı altındaki hedeflerin karşılaştırması

Yukarıdaki verilere bakıldığında, Yangın, Kimyasal Maddelere göre 0,75’e 0,25 oranında bir ağırlığa sahip olduğu görülmektedir.



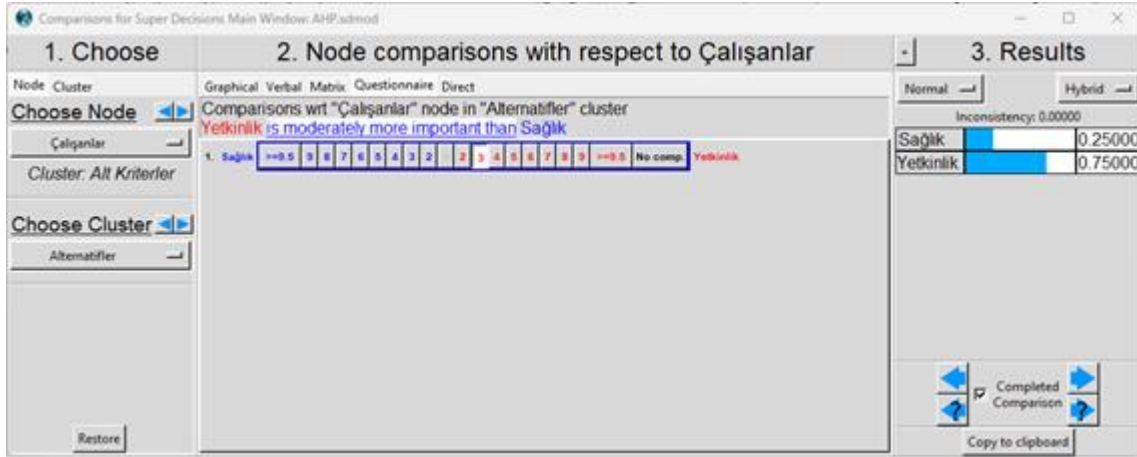
Şekil 9. Planlama başlığı altındaki hedeflerin karşılaştırması

Yukarıdaki çıktılarda, Çalışma Ortamının %58’in üzerinde bir değer ile diğer seçeneklerden ayrıştığı görülmektedir.



Şekil 10. Teknik şartlar başlığı altındaki hedeflerin karşılaştırması

Yukarıdaki değerlerin belirttiği üzere, Ekipman/Malzeme ögesi %59'un üzerinde bir değerde diğer öğelerden daha önemli bulunmaktadır.



Şekil 11. Çalışanlar başlığı altındaki hedeflerin karşılaştırması

Yukarıdaki sonuç, Yetkinliğin %75 ile öne çıktığını göstermektedir.

### 2.2.1.5. Nihai Öncelik Değerleri

SuperDecisions programı tüm ana kriterler, alt kriterler ve alternatiflerin birlikte değerlendirildiği nihai öncelikler tablosunu da kullanıcıya sunabilmektedir. Bu öncelikler tablosu Şekil 12'de verilmiştir.

Icon	Name	Normalized by Cluster	Limiting
No Icon	Kimyasal Etmenler	0.03982	0.013274
No Icon	Planlama	0.56836	0.189455
No Icon	Teknik Şartlar	0.26216	0.087386
No Icon	Çalışanlar	0.12966	0.043219
No Icon	Ekipman/Malzeme	0.15563	0.051875
No Icon	Elektrik	0.06536	0.021786
No Icon	Kimyasal Maddeler	0.00995	0.003318
No Icon	Kişisel Güvenlik	0.10458	0.034860
No Icon	Makine	0.04117	0.013724
No Icon	Organizasyon	0.13176	0.043921
No Icon	Sağlık	0.03242	0.010805
No Icon	Yangın	0.02987	0.009955
No Icon	Yetkinlik	0.09724	0.032414
No Icon	Çalışma Ortamı	0.33202	0.110674
No Icon	Tehlikelerin Önceliklendirilmesi	0.00000	0.000000
No Icon	Kaza Potansiyeli	0.63699	0.212329
No Icon	RD Sıklığı	0.10473	0.034910
No Icon	Uygunsuzluk Sıklığı	0.25828	0.086095

Şekil 12. AHS öncelikler tablosu

Şekil 2.11'e göre, ana kriterler içinde Kaza Oluşturma Potansiyeli diğer kriterlere göre yaklaşık %63,7 ile öne çıkmaktadır. Alt kriterler içinde ise Planlama %56,8 ile en önemli kriter konumundadır. Nihai hedef değerlerinde ise Çalışma Ortamı %33,2 ile birinci öncelikte, Ekipman/Malzeme %15,5 ile ikinci öncelikte ve Organizasyon ise %13,1 ile üçüncü önceliktedir. Bu verilere dayanarak ilk üç öncelikli tehlike grupları içerisinde 1. ve 3. konumda 2 öge Planlama alt kriterinden, 2. Konumdaki 1 öge ise Teknik Şartlar alt kriterinden gelmektedir. Bu değerler ışığında Tehlike Tanımları tablosunda yer alan Çalışma Ortamı başlığı altındaki tehlikelerin giderilmesi diğerlerine göre daha fazla önem arz etmektedir bulgusu düşünülebilir.

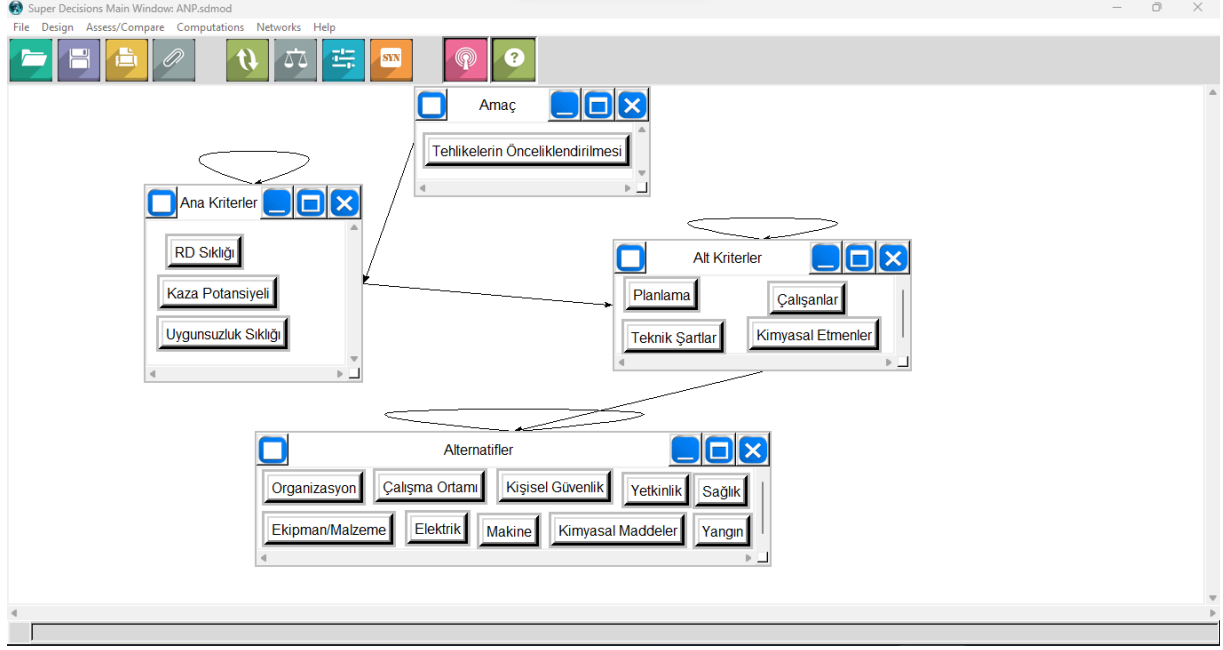
## 2.2.2 Analitik Ağ Süreci Yöntemi

Analitik Ağ Süreci, AHS'den farklı olarak sadece bir hiyerarşik düzende ilerleyerek değil kriterlerin kendi içlerindeki etkileşimlerinden de beslenerek analiz süreci işletir. Buna göre ana kriterler ve alt kriterler de kendi içlerinde bir etkileşimle sorgulanmak ve hedef alternatifler de kendi içlerinde bir karşılaştırmaya tabi tutulmaktadır.

### 2.2.2.1 Tehlikelerin Belirlenmesi ve Ağ Yapısının Oluşturulması

Çalışma içeriğinde, analitik hiyerarşi sürecinde kullanılan risk değerlendirme raporundan elde edilen tehlike tanımları tablosu kullanılmış ve kriterler ile alt kriterler yine aynı 10 kişilik ekip tarafından belirlenmiştir. Karşılaştırmada kullanılan önem derecelerinin belirleme anketi yine Saaty'nin 1-9 skalasından faydalanılarak elde edilmiştir.

Analitik ağ süreci işlemlerine, analitik hiyerarşi süreci işlemlerinde olduğu gibi yine Creative Decisions Foundation kuruluşunun ürettiği Super Decisions isimli ücretsiz program kullanılmıştır. SuperDecisions programında risklerin önem sırasının tayinine yönelik oluşturulan analitik ağ yapısının ekran görüntüsü Şekil 13'de verilmiştir.



Şekil 13. Ana kriter ve alt kriterle oluşturulmuş analitik ağ yapısı

Program üzerinde analitik ağ süreci için analitik hiyerarşi süreci benzeri işlemleri yaptığımızda, Şekil 14'te verilmiş olan Nihai Öncelik Değerleri tablosu alınmaktadır.

Icon	Name	Normalized by Cluster	Limiting
No Icon	Kimyasal Etmenler	0.00000	0.000000
No Icon	Planlama	0.00000	0.000000
No Icon	Teknik Şartlar	0.00000	0.000000
No Icon	Çalışanlar	0.00000	0.000000
No Icon	Ekipman/Malzeme	0.14855	0.148546
No Icon	Elektrik	0.06853	0.068528
No Icon	Kimyasal Maddeler	0.01830	0.018300
No Icon	Kişisel Güvenlik	0.04095	0.040951
No Icon	Makine	0.08695	0.086954
No Icon	Organizasyon	0.22967	0.229673
No Icon	Sağlık	0.02497	0.024973
No Icon	Yangın	0.03748	0.037477
No Icon	Yetkinlik	0.07314	0.073136
No Icon	Çalışma Ortamı	0.27146	0.271463
No Icon	Tehlikelerin Önceliklendirilmesi	0.00000	0.000000
No Icon	Kaza Potansiyeli	0.00000	0.000000
No Icon	RD Sıklığı	0.00000	0.000000
No Icon	Uygunsuzluk Sıklığı	0.00000	0.000000

Şekil 14. AAS nihai öncelik tablosu

Sonuç ekranında görüleceği üzere Çalışma Ortamı %27,1 ile önem ağırlığı en yüksek olan seçenek çıkmıştır. Bunu %22,9 ile Organizasyon ve % 14,8 ile Ekipman/Malzeme takip etmektedir.

### 2.2.3. Bulanık Fine-Kinney Yöntemi

Firmanın bulanık risk değerlendirmesi yapılırken, Fine-Kinney metodunun belirlediği ve literatürde kabul görmüş olan risk skoru yani Olasılık x Şiddet x Sıklık değerleri derlenip bulanıklaştırılarak risk öncelik sayısı hesaplanmıştır. Bu hesabın yapılmasında MATLAB R2022b programında Mamdani çıkarım sistemi kullanılmıştır.

Hazırlanan Bulanık Risk Modeli Süreci Şekil 15’te verilmiştir (Durmaz, 2010). Bu süreç için önce olasılık, şiddet ve sıklıktan oluşan giriş verileri belirlenmiştir. Bu veriler MATLAB programında üçgen üyelik fonksiyonlarıyla bulanıklaştırılmış, modelin kural tabanına uzmanlar tarafından 125 kural yazılarak Mamdani yöntemi ile Centroid durulaştırma yöntemiyle durulaştırma yapılarak Risk Öncelikleri tespit edilmiştir. Değerler ve ifadeler Fine-Kinney Risk Değerlendirme metodundaki ifadeler ve değerlerdir.



Şekil 15. Bulanık risk modeli süreci

#### 2.2.3.1 Bulanıklaştırma

Her tehlikenin Olasılık, Şiddet ve Sıklık değerleriyle 3 sistem girdisi belirlenmiştir. Bu giriş değerleri tehlikeye ilişkin belirlenen kesin sayılardır ve üçgen üyelik fonksiyonları ile bulanıklaştırılarak dilsel değişkenlere dönüştürülmüştür. Tablo 4, Tablo 5 ve Tablo 6’da 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 İlk yardım 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 (Gül ve Çelik, 2018).

Tablo 4. 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)

Tablo 5. Bulanık risk değerlendirme şiddet tablosu

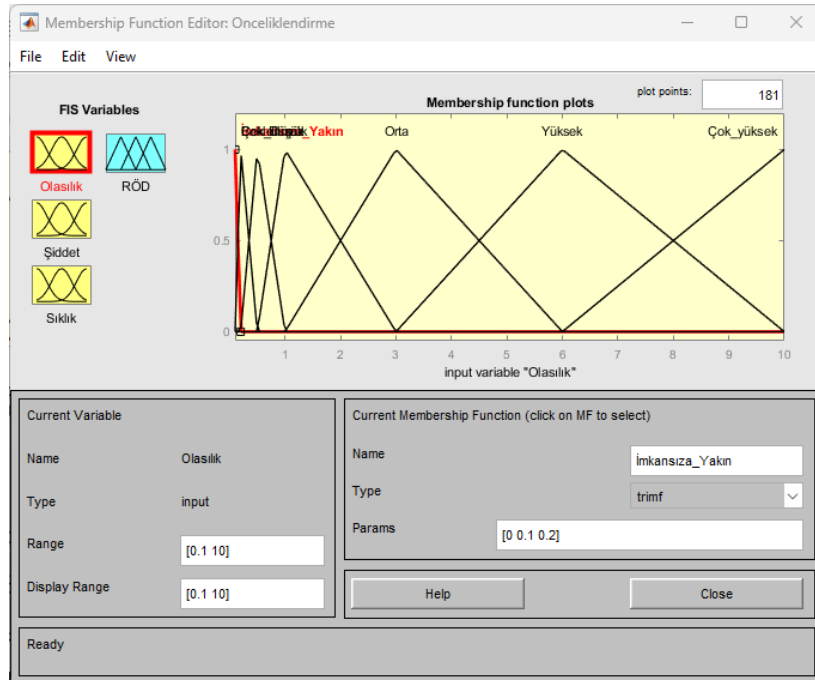
Şiddet	Dilsel Değişken	Ağırlığı (S)	Bulanık Değeri
Birden fazla ölüm, çevre felaketi	Felaket	100	(40,100,100)
Ölüm tehlikesi, sürekli iş göremezlik	Çok şiddetli	40	(15,40,100)
Majör yaralanma, uzuv kaybı, kalıcı sakatlık	Şiddetli	15	(7,15,40)
Tedavi gerektiren ancak iyileşilen kaza	Orta	7	(3,7,15)
İlkyardım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

Tablo 6. 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)

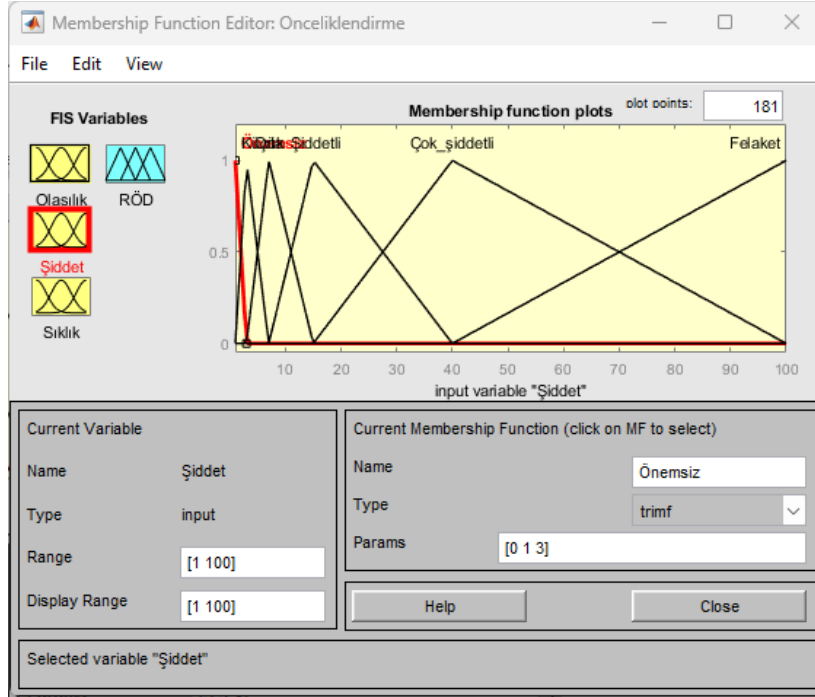
### 2.2.3.2 Üyelik Fonksiyonlarının Oluşturulması

MATLAB programına üyelik fonksiyonu yazım ekranı araçlığıyla girilen modelin olasılık, şiddet ve sıklık giriş verileriyle üyelik fonksiyonları oluşturulmuştur. Üyelik fonksiyonlarının ekran çıktıları program çıktıları Şekil 16, Şekil 17 ve Şekil 18'te verilmiştir.

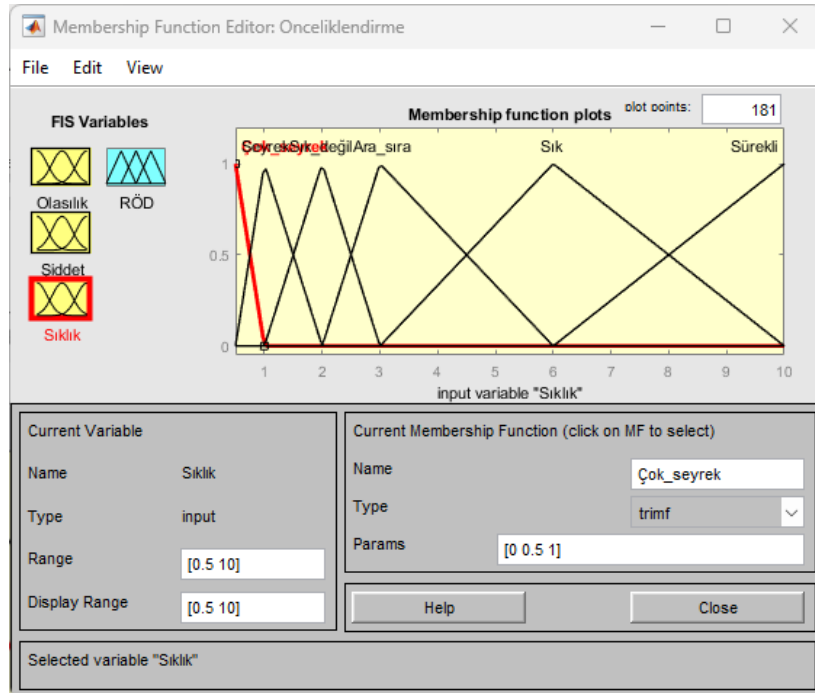


Şekil 16. Olasılık giriş değişkeni üyelik fonksiyonu





Şekil 17. Şiddet giriş değişkeni üyelik fonksiyonu



Şekil 18. Sıklık giriş değişkeni üyelik fonksiyonu

Giriş verilerini takiben sistemin çıktısını oluşturacak olan Risk Öncelik Değeri (RÖD) belirlenmiştir. Risk öncelik değeri için bulanık ölçek Tablo 7’de belirtilmiştir.

Tablo 7. 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

Risk Skoruna ait Tablo 7'deki farklı seviyelerde bulunan üçgen üyelik fonksiyonun değerleri, Fine-Kinney yöntemindeki risk skorlarına ait seviyelerdeki değerlerin aritmetik ortalamaları kabul edilmiştir. 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 (Çınar, 2021).

Sonraki aşamada modelin çıktısı olan Risk Öncelik Değeri üyelik fonksiyonu oluşturulmuştur. RÖD'ün çıkış kümesi [0, 900] aralığında 5 adet üçgen alt küme ile belirtilmiştir. RÖD'ün üyelik fonksiyonuna ait program çıktısı Şekil 19'da verilmiştir.



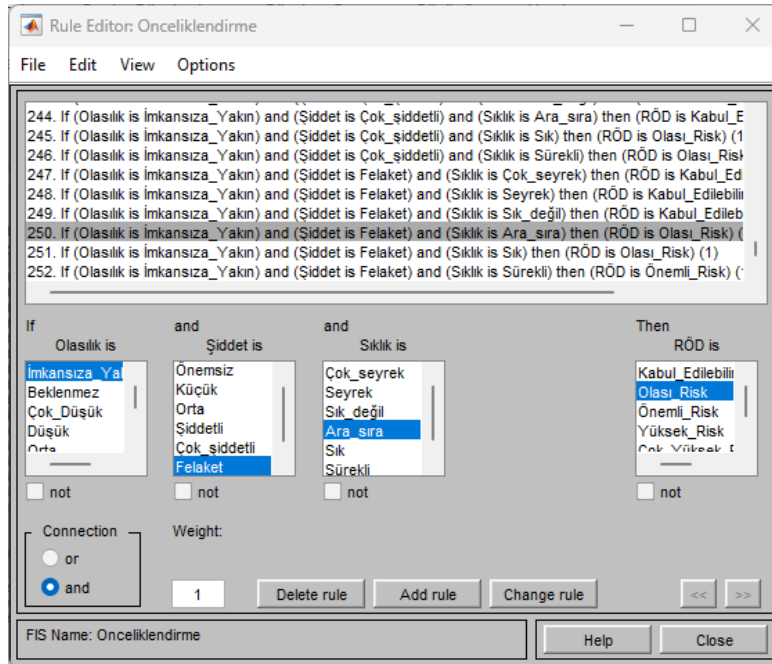
Şekil 19. RÖD üyelik fonksiyonu program çıktısı

### 2.2.3.3 Kural Tabanının Oluşturulması

MATLAB'in kural penceresi olan Rule Editor'de sistem için 252 kural tanımlanmıştır. Bu kurallar, risk analizinin yapımında da görev alan uzman kişiler tarafından oluşturulmuştur. Kuralların yazımında IF-THEN koşulu arasında AND bağlacı kullanılması dikkate alınmıştır (Erdebelli ve Gür, 2020). Tanımlanan kurallar Tablo 8'de, kural tabanının program çıktısı ise Şekil 20'de verilmiştir.

Tablo 8. Tanımlanan kurallar tablosu

	ŞİDDET	SIKLIK						
		Çok Seyrek	Seyrek	Sık Değil	Ara sıra	Sık	Sürekli	
OLASILIK	İmkansız Yakin	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
		Şiddetli	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk
		Çok Şiddetli	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
		Şiddetli	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Olası Risk
		Çok Şiddetli	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	Kabul Edilebilir Risk	Olası Risk	Olası Risk	
	Şiddetli	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Olası Risk	Olası Risk	
	Çok Şiddetli	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	Çok 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	Kabul Edilebilir Risk	
	Orta	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Olası Risk	Olası Risk	Olası Risk	
	Şiddetli	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Olası Risk	Olası Risk	Önemli Risk	Önemli Risk	
	Çok Şiddetli	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	
	Şiddetli	Olası Risk	Olası Risk	Önemli Risk	Önemli Risk	Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	
	Çok Şiddetli	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	Olası Risk	Olası Risk	
	Küçük	Kabul Edilebilir Risk	Kabul Edilebilir Risk	Olası Risk	Olası Risk	Önemli Risk	Önemli Risk	
	Orta	Olası Risk	Olası Risk	Önemli Risk	Önemli Risk	Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	
	Şiddetli	Olası Risk	Önemli Risk	Önemli Risk	Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	
	Çok Şiddetli	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	Olası 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	
	Şiddetli	Önemli Risk	Önemli Risk	Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk	
	Çok Şiddetli	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	

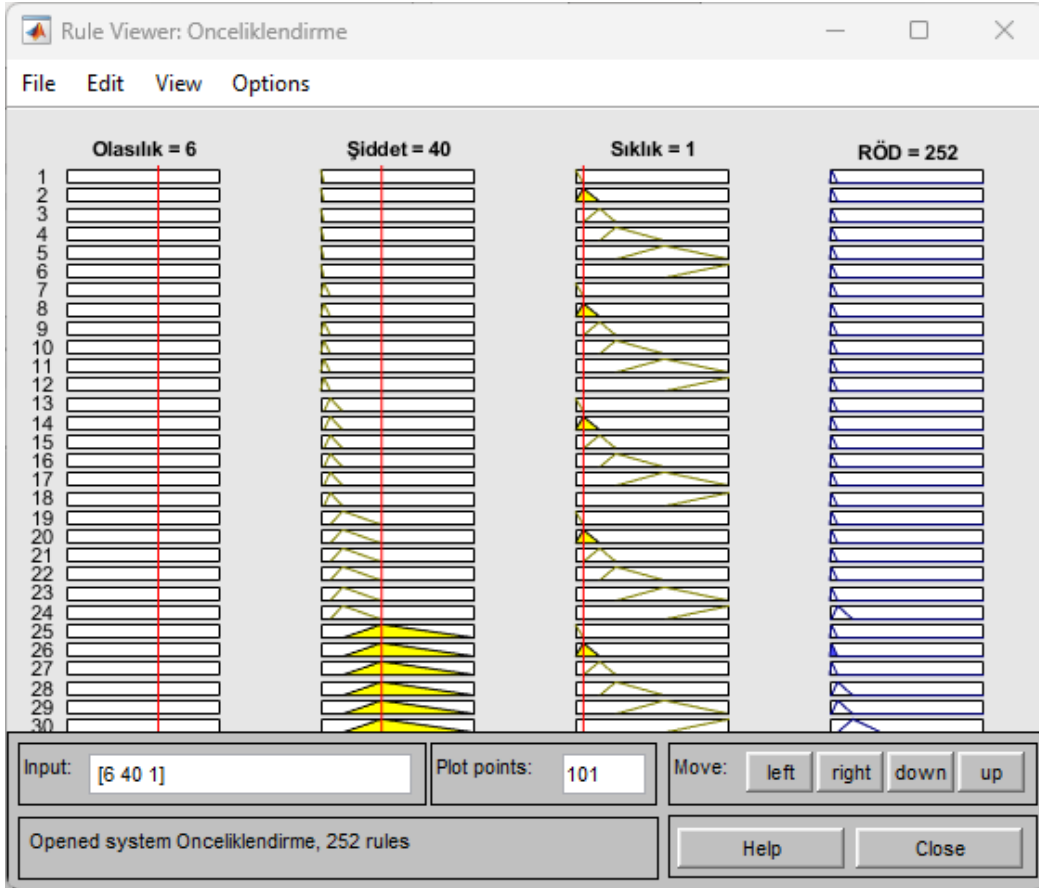


Şekil 20. Bulanık risk değerlendirme için oluşturulan kural tabanı

### 2.2.3.4 Bulanık Çıkarım ve Durulaştırma

MATLAB programında bulanık çıkarım ve durulaştırma işleminde Mamdani yöntemi seçilmiştir. Mamdani yönteminde çıktı, bulanık bir sonuç kümesidir. Bu nedenle bulanık sonuç kümesi olan RÖD'ün durulaştırılarak nicel bir sayı haline dönüştürülmesi gerekmektedir. Durulaştırma aşamasında kullanılacak yöntem, bulanık çıkarım ekranında (FIS Editor) bulunan Durulaştırma (Defuzzification) açılır menüsü yardımıyla "centroid" olarak seçilmiştir. Bulanık kural tabanındaki kuralların işlenmesi için "and" metodunda "min", "veya" metodunda ise "max" yöntemi seçilmiştir (Filizci ve Erdebili, 2022).

Kural Gösterim (Rule Viewer) 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 21'de gösterilmiştir.



Şekil 21. Bulanık çıkarım ekranı

## 3. Araştırma Bulguları

### 3.1 AHS ve AAS Sonuçlarının Karşılaştırılması

Elde edilen bulgulara göre Analitik Hiyerarşi Süreci ve Analitik Ağ Süreci çıktılarına dayanarak oluşturulan tehlikelerin önceliklendirilmesi tablosu Tablo 9'da verilmiştir.

**Tablo 9. Tehlikelerin önceliklendirilmesinde AHS ve AAS sıralaması**

Tehlikelerin Önceliklendirilmesi					
Analitik Hiyerarşi Süreci			Analitik Ağ Süreci		
Tehlike Türü	Ağırlığı	Sırası	Tehlike Türü	Ağırlığı	Sırası
Çalışma Ortamı	33,20%	1	Çalışma Ortamı	27,14%	1
Organizasyon	13,17%	3	Organizasyon	22,96%	2
Kişisel Güvenlik	10,45%	4	Kişisel Güvenlik	4,09%	7
Ekipman/Malzeme	15,56%	2	Ekipman/Malzeme	14,85%	3
Makine	4,11%	7	Makine	8,69%	4
Elektrik	6,53%	6	Elektrik	6,85%	6
Sağlık	3,24%	8	Sağlık	2,49%	9
Yetkinlik	9,72%	5	Yetkinlik	7,31%	5
Kimyasal Maddeler	0,99%	10	Kimyasal Maddeler	1,83%	10
Yangın	2,98%	9	Yangın	3,74%	8

Tablodaki sonuçlara baktığımızda Çalışma Ortamı kategorisi, ağırlıkları farklı olsa da her iki analiz yönteminde de 1. sırada çıkmıştır. Sonuçlara göre AHS'de 2. durumda olan Ekipman/Malzeme seçeneği, AAS'de yerini Organizasyon seçeneğine bırakarak 3. öncelik durumuna inmiştir. Elektrik, Yetkinlik ve Kimyasal Maddeler konuları her iki tabloda da aynı durumda bulunurken, Sağlık, Yangın, Makine ve Kişisel Güvenlik, sıralamada farklı yerlerde bulunmaktadır. Bu farklılıkların temelinde AHS ve AAS arasındaki temel fark olan kriterlerin kendi aralarında da etkileşimleri gösterilebilir.

Kriterlerin kendi aralarındaki etkileşimler, yani kıyaslamalar ikili karşılaştırmalara dahil edildiğinde önem ağırlıkları değişkenlik göstermiştir. Her ne kadar birinci ve ikinci öncelikler benzer olsa da sonrasında atılacak adımların önceliği farklı olacağı için AHS ve AAS yöntemlerinin sonuçlarından birinin tercih edilmesi gerekecektir. Çünkü çözülmeye çalışılan problem, tek bir ögenin tespit edilme problemi olmayıp, bütün seçeneklerin hangi sırayla yapılmasının belirlenmesi üzerinedir. Dolayısı ile sonuçlar içinde birinci adımın ve ikinci adımın belirlenmesi yeterli değildir. Risklerin önceliklendirilmesi probleminde, mevcut tehlikelerin ana ve alt kategorilerini kendi aralarında da etkileşime sokarak birbirleriyle olan kıyaslamalarını da yapmanın daha tutarlı sonuçların elde edilmesi adına akla yatkın bir yaklaşım olacaktır. Bu sebeple AHS ve AAS sonuçlarının değerlendirilmesinde AAS'nin ürettiği sonuçların dikkate alınmasını önermek, görece daha doğru bir tutum olacaktır.

### 3.2 Klasik Fine Kinney ve Bulanık Fine Kinney Sonuçlarının Karşılaştırılması

Fine-Kinney risk değerlendirme raporundan elde edilen ve Ek 1'de verilen kategorize edilmiş tehlikeler tablosunda bulunan kategorilerin risk seviye değerleri, tablodaki bulunma sayıları ve aldıkları risk skorlarının ortalamaları ve buna bağlı oluşan önem sıraları klasik Fine Kinney metodu için Tablo 10'da verilmiştir.

**Tablo 10. Klasik Fine-Kinney risk değerlendirmesine göre 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
<b>TOPLAM</b>	18	153	372	312	60	915	188,4	

Bulanık Fine Kinney sonuçlarından derlenen risk seviye değerleri, alınan skorların ortalamaları ve bu ortalamalara göre ortaya çıkan önem sıralamaları Tablo 11'de verilmiştir.

**Tablo 11. 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	28	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
<b>TOPLAM</b>	1	6	35	212	661	915	411,8	

Tablo 10 ve Tablo 11'e bakıldığında klasik Fine Kinney yaklaşımında kategorilere ait 18 adet kabul edilebilir risk mevcutken, 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 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 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 yöntemde de kimyasal maddeler kategorisidir. Yine sağlık kategorisinin iki yöntemde de öncelik sırası 8. sırada dır. İki yöntemin bulgularındaki farklılar diğer kategorilerde oldukça değişken olarak gözlemlenmektedir.

Bu çıktılarından farklı olarak yine Tablo 10 ve Tablo 11'e bakıldığında kategorilerdeki tehlike sayılarının artması toplam tehlikeler içindeki ağırlığını da arttırmakta ve o kategoriyi daha önem verilir bir konuma yükseltmektedir. Örneğin 5 tehlikenin 5 tanesi çok yüksek risk seviyesindeyken 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 Tablo 12'de verilmiştir.

**Tablo 12. Klasik ve bulanık Fine Kinney sonuçlarının 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

### 3.3 AHS, AAS, Bulanık Fine Kinney Sonuçlarının Karşılaştırılması

Çalışmanın bu aşamasında klasik Fine Kinney yöntemindeki verilerden derlenen, AHS, AAS ve bulanık Fine Kinney metotlarına dair sonuçlar karşılaştırılacaktır. Elde edilen değerlerin karşılaştırması Tablo 13'te verilmiştir.

**Tablo 13. AHS, AAS, bulanık Fine Kinney metotlarının karşılaştırması**

Tehlikelerin Önceliklendirilmesi					
Analitik Hiyerarşi Süreci		Analitik Ağ Süreci		Bulanık Fine-Kinney	
Tehlike Türü	Sırası	Tehlike Türü	Sırası	Tehlike Türü	Sırası
Çalışma Ortamı	1	Çalışma Ortamı	1	Elektrik	1
Ekipman/Malzeme	2	Organizasyon	2	Yangın	2
Organizasyon	3	Ekipman/Malzeme	3	Makine	3
Kişisel Güvenlik	4	Makine	4	Organizasyon	4
Yetkinlik	5	Yetkinlik	5	Yetkinlik	5
Elektrik	6	Elektrik	6	Çalışma Ortamı	6
Makine	7	Kişisel Güvenlik	7	Ekipman/Malzeme	7
Sağlık	8	Yangın	8	Sağlık	8
Yangın	9	Sağlık	9	Kişisel Güvenlik	9
Kimyasal Maddeler	10	Kimyasal Maddeler	10	Kimyasal Maddeler	10

Tablo 13'e göre elektrik yapım işi sektörü özelinde elektrik kategorisi başlığı altındaki tehlikeler, bulanık mantık yaklaşımında daha çok önem kazanmaktadır. Analitik hiyerarşi süreci ve analitik ağ süreci metotlarında alt önem sıralarında yer alan yangın tehlikesi, bulanık mantık yaklaşımında 2. sırada bulunmaktadır. Yetkinlik kategorisindeki tehlikeler her üç yöntemde de 5. sırada yer almaktadır. Yine Kimyasal Maddeler kategorisinde yer alan tehlikeler her üç değerlendirilmede de son önem sırasında yer almıştır.

### 4. Tartışma ve Sonuç

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 pek çok konuda yapılan gereken risk değerlendirmeleri gibi iş sağlığı ve güvenliği alanında da yapacakları risk değerlendirmeleri güvenilir olmalı ve doğru sonuçları üretmelidir (Çınar, 2021). Aksi durumda yanlış konulara, hatalı değerler atfedilerek uğraşılabilir ve bu sebeple esas uğraşılması gereken sorunlara doğru önem ve öncelik tanınmasından uzaklaşılması durumu söz konusu olabilir. Bu durum da ne yazık ki can kaybı gibi tela fisi mümkün olmayan sonuçların yaşanmasına sebep olabileceği gibi firmanın kaynaklarının doğru kullanılmamasının olası olumsuz sonuçlarının yaşanmasına da neden olabilecektir. Bu bakış açısı üzerine yaptığımız risklerin önceliklendirmesi konulu çalışmadaki bulgularının, 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 kullanılmasında, hangi tehlikelerin giderilmesine öncelik vererek kullanılması gerektiğine karar verilmesi konusunda, klasik Fine Kinney yöntemi ara değerleri belirleyememesi ve hassas sonuç üretmemesi sebebiyle 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 durum 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.

AHS ve AAS'nin, bulanık Fine Kinney metoduyla kıyaslanması noktasında ise bulanık Fine Kinney metodunun; 6631 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği kanununda tanımlanan tehlike sınıflarına göre, çok tehlikeli sınıfta yer alan elektrik yapım işi sektörü gerçeklerine daha uyumlu bir sonuç ürettiği gözlemlenmektedir. Bulanık metodun özellikle Elektrik kategorisindeki tehlikeleri ilk öncelik sırasında belirlemesi anlamlıdır. Yangın kategorisindeki tehlikelerin ikinci sırada

yer alması da bir işletmede ve faaliyetleri esnasında her an oluşma ve çok şiddetli sonuçlar üretme potansiyeli olan yangın kavramının öncelikli tehlikeler arasında çıkması, yine akla yatkın bir sonuç olarak görülmektedir.

Sonuç olarak karar vericilere; risklerin önceliklendirilmesi amacıyla, klasik Fine Kinney metodu ile hazırlanan risk değerlendirme raporundan elde edilen tehlikelerin ve risk skorlarının kategorize edilmesi ile başlanarak gerçekleştirilen, AHS, AAS ve bulanık Fine Kinney metodlarının ürettiği öncelik çıktıları içerisinde, bulanık Fine Kinney yönteminden elde edilen öncelik sıralaması önerilmektedir. Esasen cevabını aradığımız problem, yani risklerin önceliklendirmesi, çok kriterli karar verme tekniklerinin sıklıkla kullanıldığı birden çok seçenek içinden en uygununu bulma problemi değildir. Çünkü çözülmeye çalışılan problem, tek bir ögenin tespit edilme problemi olmayıp, bütün seçeneklerin hangi sırayla ve hangi önem derecesi atfedilerek yapılmasının belirlenmesi üzerinedir. Dolayısı ile sonuçlar içinde birinci adımın ve ikinci adımın belirlenmesi yeterli olmayıp tüm sonuçların, kendi önem ölçüğünde değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu açıdan çalışmada elde edilen sonuç listesinin tamamı önemlidir.

### Kaynaklar

- Akalp, H. G. (2016). Bir İş İstasyonundaki Ergonomik Risklerin Bulanık Mantık Yöntemi ile Modellenmesi. Okan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Programı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Akın, G. C. (2020). İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Süreci İçin Yeni Bir Yaklaşım: Tersane İşletmelerinde Uygulama. İstanbul Aydın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı Doktora Tezi, İstanbul.
- Al-Harbi, K. (2001). Application of the AHP in Project Management. International Journal of Project Management 19 (2001) 19–27
- Ankan, R. (2014). Stratejik Yönetim İçin Bulanık Risk Değerlendirme Modelleri ve Karşılaştırmalı Analizi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.
- Arslan, E. (2019). İnşaat İşyerlerinde Risk Değerlendirmesinin Bulanık Mantık Yöntemi ile Modellenmesi Bir Fabrika Örneği. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Sivas.
- Aslan, N. (2005). Analitik Network Prosesi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Matematik Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Aslantaş, S. (2020). İş Sağlığı ve Güvenliğinde Risk Değerlendirme Süreci İçin Bulanık Çok Kriterli Bir Model Önerisi ve Uygulaması. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul
- Aydeniz, S. U. (2020). Elektrikle Çalışmalarda İş Sağlığı ve Güvenliği. İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Bilgür, İ. O. (2018). Elektrik Dağıtım Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği Mevzuatının ve Uygulamalarının İncelenmesi ve İrdelenmesi. Çankaya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Buckley, J. J. (1985). Ranking Alternatives Using Fuzzy Numbers. Elsevier Science Publishers B.V., Fuzzy Sets and Systems 15 (1985) 21-31, (North-Holland).
- Chen, C. T., Lin, C. T., Huang, S. F. (2005). A Fuzzy Approach For Supplier Evaluation And Selection In Supply Chain Management. Int. J. Production Economics, 102 (2006), 289–301.
- Çakmak, E. (2015). İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Yöntemlerinin Bulanık Mantık Yaklaşımı ile Analizi Kobi Uygulama Örneği. Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Çınar, F. (2021). Evaluation of Ship Manoeuvres in Port by Using Fuzzy Fine Kinney Method. International Journal of Environment and Geoinformatics, 8(4):537-548 (2021)
- Çitli, N. (2006). Bulanık Çok Kriterli Karar Verme. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Matematik Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Dağdeviren, M., Akar, D., Kurt, M. (2004). İş Değerlendirme Sürecinde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Uygulaması. Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., Cilt 19, No 2, 131-138, 2004.
- Doğanalp, B. (2016). Bulanık Çok-Kriterli Karar Verme ile Öğretim Üyesi Değerleme Çalışması. Kastamonu Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Nisan 2016, Sayı:12 (498-517).
- Durmaz, R. C. (2010). İnşaat Sektöründe Bulanık Risk Değerlendirmesi Uygulaması. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya.



- Erbebilli, B., Gür, L. (2020). Bulanık Fine-Kinney Yöntemiyle Risk Değerlendirmesi Uygulaması. Endüstri Mühendisliği 31(1), 75-86, 2020.
- Eren, E. (2019). Tıbbi Atık Lojistiğinde İş Sağlığı ve Güvenliği Süreçlerinin İyileştirilmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul.
- Ertaş, M. H. (2016). Yıkım İşlerinde Risk Analizi ve Risk Değerlendirmesi İçin Yeni Bir Yöntem Önerisi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Elâzığ.
- Filizci, A. E. A., Erbebilli, B. (2022). Akaryakıt İstasyonuna Ait Klasik Fine Kinney Risk Analizinin Bulanık Fine Kinney Yöntemi Karşılaştırılması. Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi, 2022, 5(2): 188-198.
- 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, ISSN: 1080-7039 (Print) 1549-7860 (Online) Journal homepage: <http://www.tandfonline.com/loi/bher20/>
- Gülenç, İ. F., Bilgin, G. A. (2010). Yatırım Kararları İçin Bir Model Önerisi: AHP Yöntemi. Öneri.C.9.S.34. Temmuz 2010.97-107.
- Halıcı, A. K. (2019). Elektrik Kaynaklı İş Kazalarına Farklı Bir Bakış Metal Sektöründe Yaşanan Kaza Sebeplerinin Önceliklendirilmesi. Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi, 3(1), 1-12, 2019
- Irmak, M. (2019). Bir Üniversite Hastanesinde İş Kazalarının İncelenmesi ve Bulanık TOPSIS Yöntemi ile Alınacak Önlemlerin Sıralandırılması. Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Yüksek Lisans Programı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- İncel, E. (2019). Bir İşletmede Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Riskli Alanların Belirlenmesi. Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli.
- Karabıçak, Ç., Özcan, B., Akay, M. K. (2020). Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi Kullanılarak Bir Otomotiv Yan Sanayi Firmasında Tedarikçi Seçimi. Veri Bilim Dergisi, 3(1), 26-32, 2020.
- Karakaşoğlu, N. (2008). Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Uygulama. Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı Sayısal Yöntemler Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Denizli.
- Kayan, İ. F. (2020). İş Sağlığı ve Güvenliği Kriterleri Temelinde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Alt İşveren Seçimi. Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli.
- Kerman, U. (2016). Yönetim Biliminin Öncülerinden Woodrow Wilson ve Frederick Winslow Taylor'un Farklı Bir Açından Değerlendirilmesi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt: 8 Sayı: 14 (Mart 2016) (232-247).
- Kinney, G. F., Wiruth, A. D. (1976). Practical Risk Analysis for Safety Management (No. NWCTP-5865). Naval Weapons Centre China Lake CA.
- Kumar, A., Sahb, B., Singhc, A. R., Denga, Y., Hea, X., Kumarb, P., ve Bansal R. C. (2017). Review of Multi Criteria Decision Making (MCDM) Towards Sustainable Renewable Energy Development. Renewable and Sustainable Energy Reviews 69 (2017) 596–609.
- Oruç, R., Yıldızbaşı, A. (2020). Haber Yayıncılığında Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Koşullarının Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleriyle Değerlendirilmesi. Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi, 4(2), 95-109, 2020.
- Oturakçı, M., Dağsuyu C. (2017). Risk Değerlendirmesinde Bulanık Fine-Kinney Yöntemi ve Uygulaması. Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi, Cilt. 1, Sayı: 1, (Aralık 2017) (17-25)
- Ömürbek, N., Şimşek, A. (2014). Analitik Hiyerarşi Süreci ve Analitik Ağ Süreci Yöntemleriyle Online Alışveriş Sitesi Seçimi. Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi – Sayı:22 (2014) (306-327).
- Özcan, S. G. (2019). İnşaat Sektöründe İş Kazalarına Neden Olan Faktörlerin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Değerlendirilmesi. Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Yüksek Lisans Programı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Özsarı, M. (2019). Tarım İşlerinin Kazaya Sebep Olan Etmenler Bağlamında Bulanık AHS ve Bulanık TOPSIS Yöntemleri ile Karşılaştırılması Bir Örnek Uygulama. Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Yüksek Lisans Programı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Pamukçu, H. (2014). Turizm Sektöründe Teşvik Veren Kurumların AHP ve ANS Yöntemi ile Belirlenmesi Kastamonu Örneği. Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Afyonkarahisar.

Pehlivanlı, U. (2019). Tünel İnşaatı Projelerinde AHP Kullanılarak Kaza Risklerinin Değerlendirilmesi Marmaray Projesinde Bir Uygulama. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Saaty, L. T. (2014). Analytic Hierarchy Process. Wiley StatsRef: Statistics Reference Online, 2014 (1-11) PA, USA.

Sarı, T. (2014). TAGUCHI, Analitik Ağ Prosesi (ANP) ve TOPSIS Yöntemleri ile Bütünleşik Tedarikçi Seçimi. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Sayısal Yöntemler Bilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul.

Ünal, Y. (2011). Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Bir Takım Oyunu İçin Oyuncu Seçimi Uygulaması. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya.

Zadeh, A. (1965). Fuzzy Sets. Information and Control 8, 338–353 (1965).

Zoroğlu, C. (2015). Bulanık Uzman Sistem Kullanarak Tıka yıcı Uyku Apne Hipopne Sendromunun Ciddiyet Seviyesinin Tahmini. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Anabilim Dalı Biyomedikal Mühendisliği Programı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

#### **Araştırmacıların Katılım Oranları**

Yazarların çalışmaya katılım oranı eşit olup %50'dir.

#### **Conflict of Interest / Çıkar Çatışması**

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

No conflict of interest was declared by the authors.