

Elektrik Yapım İşİ Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği Alanındaki Risklerin AHS ve AAS Kullanılarak Önceliklendirilmesi

Prioritization of Occupational Health and Safety Risks in the Electrical Construction Sector by Using AHP and ANP

Umut ERGÜN , Funda KAHRAMAN 

ÖZET

Hangi büyüklükte olursa olsun, yoğun rekabet koşulları altında faaliyetlerini sürdürülebilir kılmaya çalışan firmaların kısıtlı olan, zaman, iş gücü ve finansal kaynaklarını en verimli şekilde kullanma zorunluluğu her geçen gün artmaktadır. Kaynakları bu verimli kullanma şartı firmayı, iş sağlığı ve güvenliği alanında yapacağı risk değerlendirmesindeki tehlikelerin giderilmeye nereden başlanması gerektiği, hangi tehlikeye, ne ölçüde kıymet atfederek kaynak aktarması gerektiği konularında da karar verme durumunda bırakmaktadır. Bu çalışmada, elektrik yapım işi sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın, klasik Fine Kinney yöntemiyle hazırlanmış olan risk değerlendirme raporundaki tehlikeler 10 kategoriye ayrılmış, alanında uzman kişilerle değerlendirilip, Creative Decisions Foundation kuruluşunun ürettiği SuperDecisions yazılımı aracılığıyla, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ve Analitik Ağ Süreci (AAS) yöntemleri kullanılarak tehlike kategorileri önceliklendirilmiştir. Son olarak, AHS ve AAS sonuçları birbirleriyle karşılaştırılarak karar vericilere yön göstermeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Analitik Hiyerarşi Süreci, Analitik Ağ Süreci, Risk Önceliklendirme, İş Sağlığı ve Güvenliği.

ABSTRACT

The obligation of companies of any size, trying to make their activities sustainable under intense competition conditions, to use their limited time, workforce and financial resources in the most efficient way is increasing day by day. This condition of efficient use of resources leaves the company in the position of deciding where to start to eliminate the dangers in the risk assessment to be made in the field of occupational health and safety, to which danger and to what extent it should transfer resources. In this study, the hazards in the risk assessment report of a company operating in the electrical construction industry, prepared by the classical Fine Kinney method, were divided into 10 categories, evaluated by experts in the field, and Analytical Hierarchy Process (AHS) and Analytical Network Process through the SuperDecisions software produced by the Creative Decisions Foundation. Hazard categories were prioritized using AAS methods. Finally, AHP and AAS results were compared with each other and tried to guide the decision makers.

Keywords: Analytic Hierarchy Process, Analytic Network Process, Risk Prioritization, Occupational Health and Safety

Umut ERGÜN | umut_ergun@tarsus.edu.tr
Tarsus Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarsus, Türkiye
Tarsus University, School of Graduate Studies, Tarsus, Turkey

Funda KAHRAMAN | fkahraman@tarsus.edu.tr
Tarsus Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarsus, Türkiye
Tarsus University, School of Graduate Studies, Tarsus, Turkey

Bu çalışma, Prof. Dr. Funda KAHRAMAN danışmanlığında, Umut ERGÜN tarafından yazılmakta olan "Elektrik Yapım İşİ Sektörü için Analitik Hiyerarşi Süreci, Analitik Ağ Süreci ve Bulanık Mantık Yaklaşımları ile Risk Değerlendirmesi: Bir Firma Örneği" başlıklı doktora tezi çalışmasından türetilmiştir.

Received/Geliş Tarihi : 20.01.2023
Accepted/Kabul Tarihi: 27.03.2023

I. GİRİŞ

Bu çalışma; elektrik yapım işi sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın faaliyetlerinden doğan, iş sağlığı ve güvenliği konusundaki risklerinin, literatürde kabul görmüş ve sıklıkla başvurulan çok kriterli karar verme yöntemlerinden, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ve Analitik Ağ Süreci (AAS) yöntemleri aracılığıyla değerlendirilip önceliklendirmesini içermektedir. Bu sayede karar vericilere, firmanın risk değerlendirme tablosunda bulunan 915 tehlikenin giderilmesine, hangisinden başlanması gerektiğine ve hangi tehlike türüne ne ölçüde önem atfetmesi gerektiğine karar vermesi açısından yardımcı olmayı amaçlamaktadır.

Bir firmanın faaliyetlerini sürdürürken karşılaştığı tehlikelere hatalı önemler atfetmek hem firmanın kaynaklarının yanlış kullanılmasına hem de yüksek önem atfedilmesi gereken tehlikelere eksik önem verilmesine yol açabilir. Bu durum, firmanın kurumsal kaynak planlamasını olumsuz etkileyebileceği gibi önemli tehlikelerin de giderilmesinde geç kalınmasına sebep olarak, istenmeyen sonuçların yaşanmasına yol açabilir.

Literatürde AHS ve AAS yöntemleri kullanılarak çeşitli risk önceliklendirme çalışmaları mevcut olsa da elektrik yapım işi sektörüne özgü bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu açıdan yapılan çalışmanın bu sektördeki karar vericiler için yol gösterici olacağına inanmaktayız.

Birden çok kriterin olduğu ve tek bir doğruya ulaşılmamasının mümkün olmadığı karar verme problemlerinde, 1970 yılında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) kolay uygulanabilir ve anlaşılır olması sayesinde günümüzde pek çok alanda kullanılmaktadır.

Analitik Hiyerarşi Süreci ve Analitik Ağ Sürecine dair yakın zamanda yapılan çalışmalara dair literatür taraması

yaptığımızda;

Al-Harbi K. [2], Aslan N. [3], Sarı T. [4], Pamukçu H. [5], Gülenç İ. F. ve Bilgin A. G. [6], Chan ve Kumar [7], Karabıçak vd. [8], Karakaşoğlu N. [9], Ömürbek n. [10], Özcan S. G. [11], Yoo ve Choi [13], Kayan İ. F. [14] ve Murat U. [17], bu yöntemleri kullanarak çeşitli sektörler için mevcut tedarikçiler arasından seçim yapma ya da yatırım kararı, stok ağırlıkları belirleme, iş kazalarına neden olan faktörleri belirleme gibi ikili kıyaslamalar yoluyla seçim yapma problemlerine çözüm üretme üzerine çalışmalar yapmışlardır. Güfte C. [1], Pehlivanlı U. [12], Özsarı M. [15], ise yine farklı sektörlerde risk değerlendirmesi üzerine çalışmalar yapmış ve risk skorları belirleyerek riskleri ağırlıklandırmaya çalışmışlardır.

Türkiye’de yürürlükte olan iş sağlığı ve güvenliği mevzuatına göre çok tehlikeli sınıfta yer alan [16] elektrik yapım işi sektörü temel olarak; enerji santrallerinde üretilen elektriğin, enerji ihtiyacı duyulan her tür tesis ya da haneye aktarılması için gerekli olan alt yapının inşasını ve önceki altyapıların modernizasyonunu ya da büyütülmesini konu edinmiş bir sektördür. Herhangi bir firma, şayet ürettiği mal ya da hizmeti nihai tüketiciye ulaştıramazsa, üretimi anlamını ve önemini son tüketici için kaybeder. Bu sebeple üretime gösterilen özenin bir benzerini, dağıtıma da göstermesi gerekmektedir. Bu bakış açısıyla elektrik yapım işi sektörü, enerjinin dağıtımı açısından stratejik öneme sahip bir sektördür denilebilir.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

A. Materyal

1. Çalışma yapılan firmanın nitelikleri

Firma, 1981 yılında Ankara’da kurulmuştur. Halen Ankara merkezli olarak, yurdun çeşitli illerindeki şubelerinde faaliyetini sürdürmektedir. Firmanın ana faaliyet konu-

su elektrik yapım işidir ve ihale usulü ile aldığı işleri verilen taahhüt kapsamında tamamlamaktadır. Bu açıdan firma, Türkiye'deki 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 m2 kapalı, 22.200 m2 açık alana sahip şantiye sahasında kullanacağı direk, armatür, trafo, kablo, cıvata, travers ve benzeri malzemeleri depolamakta ve gerektiğinde çalışma sahasına sevk etmektedir. Bunların haricinde işletmenin deposuna çalışmalarında kullanacağı çeşitli elektrikli ve elektriksiz el aletleri ve çalışanların kullanacağı kişisel koruyucu donanımlar ve çevre yol emniyetini alınabilmesi için trafik levhası, duba, file ve şerit gibi malzemeler de bulunmaktadır.

Çalışma sahası ilin hemen hemen her ilçesinde olabilmektedir. Yıllık, aylık ve haftalık planlamalar dahilinde belirlenen çalışma lokasyonları, oldukça geniş bir coğrafyaya dağılmış durumdadır. İşletme ISO 9001 Kalite Yönetim Sistemi, ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi ve ISO 45001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi belgelerine sahiptir. 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. Elektrik Yapım İşİ Kapsamında Yapılan Temel Çalışmalar

Elektrik yapım işinin içeriğini oluşturan çalışmalar temel olarak aşağıdaki gibidir:

Direklerle Yapılan Çalışmalar

Demir, ağaç, beton, örme ve aydınlatma direkleriyle

yapılan montaj-demontaj çalışmaları

Enerji Kesintili Ortamda Yapılan Çalışmalar

Havai iletken ve kanal içi kablo montaj demontaj çalışmaları

Saha Dağıtım Kutusu, pano, trafo, hücre ve monoblok montaj-demontaj çalışmaları

Enerjili Ortamda Yapılan Çalışmalar

Bina yıkım çalışması

İskele üzerinde yapılan bina onarım işleri

İş Makineleri ve Ekipmanlarıyla Yapılan Çalışmalar

Forklift, kazıcı yükleyici, mobil vinç, asfalt kesme makinesi, transmikser, personel ve yük yükseltici, beton pompa makinesi, yatay sondaj makinesi ve elektrikli el taşıma makinesiyle yapılan çalışmalardır.

B. Yöntem

Çalışmada kullanılacak olan Analitik Hiyerarşi Süreci ve Analitik Ağ Süreci yöntemleri, alanında kabul görmüş ve sıklıkla başvurulan az sayıdaki bilgisayar programları içinden, SuperDecisions isimli yazılım aracılığıyla uygulanmıştır. Fine Kinney risk değerlendirme tablosundan elde edilen tehlikelerin bulunduğu tablonun bir kısmı Tablo 1'de verilmiştir.

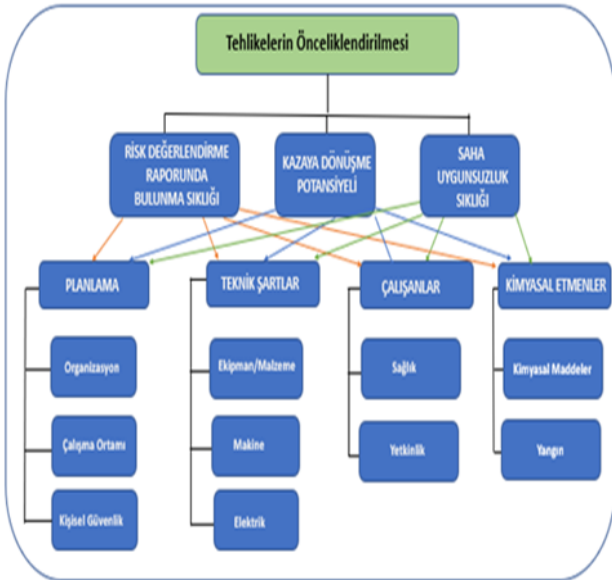
1. Analitik Hiyerarşi Süreciyle Önceliklendirme

Çalışmada, Fine-Kinney metodu ile oluşturulmuş olan firmanın risk değerlendirme tablosundaki mevcut 915 tehlike, firmadaki iş güvenliği uzmanları, iş yeri hekimi ve proje yöneticilerinin oluşturduğu alanında uzman 10 kişinin görüşleri alınıp kategorize edilerek 4 ana ve 10 alt kategoriye ayrılmıştır. Bu ayrımın analitik hiyerarşi sürecine uygun olarak tasarlanmış yapısı Şekil 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Tehlikeler tablosu

Tehlike Kodu	Ana Kriter	Alt Kriter	Tehlikenin Tanımı	Olasılık	Siddet	Frekans	Sonuç	Riskin Derecesi
T756	Teknik Şartlar	Makine	Gerekti bakımları yapılmayan iş makinelerinde en çeşitli kısıyasalların (Motor yağı, hidrolik yağı, mazot vb. sıvılar)	3	7	3	63	Olası Risk
T757	Planlama	Kişisel Güvenlik	Bims-tuğla taşlarının çalışanlar tarafından elden ele atılarak taşınması sırasında bimsin vücuda çarpması	3	7	3	63	Olası Risk
T758	Planlama	Çalışma Ortamı	Beton atma işlemi sırasında çevre ve milisentimetrelik	3	7	3	63	Olası Risk

Şekil 1: AHS hiyerarşisini oluşturan yapı



a. Kriter Ölçeği ve Hiyerarşik Yapı

Risklerin karşılaştırması için literatürde kabul edilen Saaty'nin 1-9 değerlendirme ölçeği kullanılmıştır. Bu ölçekte kriterlerin birbirlerine göre önem dereceleri 1 ila 9 arasındaki bir puan değerine göre belirlenmektedir. 1,3,5,7,9 puanları ana değerler olup, sırasıyla, eşit, orta derecede önemli, kuvvetli derecede önemli, çok kuvvetli

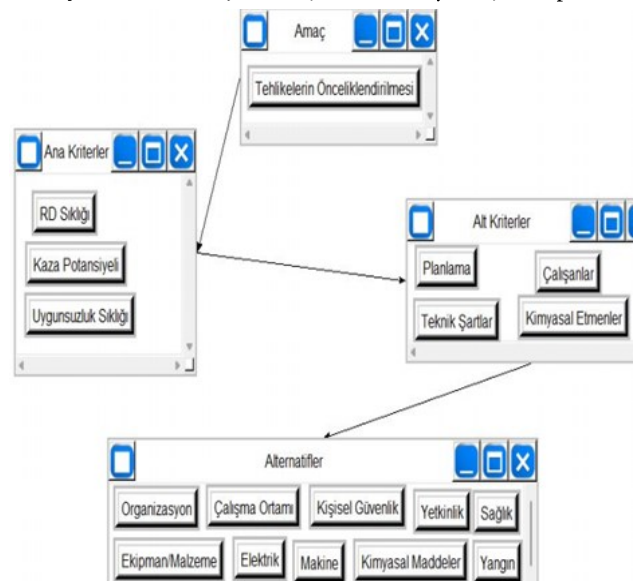
derecede önemli ve kesin önemli olarak ifade edilmektedir. 2,4,6,8 değerleri ise ara değerler olup net olarak belirtilmeyen kademeler için yardımcı karar vericiye yardımcı olmak amacıyla kullanılmaktadır. Ana ve alt kriter ağırlıklandırma için sorulan anket soruları bu tablodaki değerlere uygun olarak hazırlanmıştır. Saaty'nin geliştirdiği 1-9 kriter ölçeği Tablo 2'de verilmektedir [17].

Tablo 2: Saaty'nin 1-9 kriter ölçeği

Değer	Tanım	Açıklama
1	Eşit Önemli	İki seçenek de eşit derecede önemli
3	Orta Derecede Önemli	Teçrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı biraz üstün kılmakta
5	Kuvvetli Derecede Önemli	Teçrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı oldukça üstün kılmakta
7	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Bir kriter diğerine karşı üstün sayılmış
9	Kesin Önemli	Bir kriterin diğerine üstün olduğunu gösteren kanıt çok büyük güvenilirliğe sahip
2,4,6,8	Ara Değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasındaki değer

SuperDecisions programında, amaç, ana kriterler, alt kriterler ve alternatifler için oluşturulan hiyerarşi yapısı Şekil 2'de verilmektedir.

Şekil 2: AHS İçin Oluşturulan Hiyerarşik Yapı



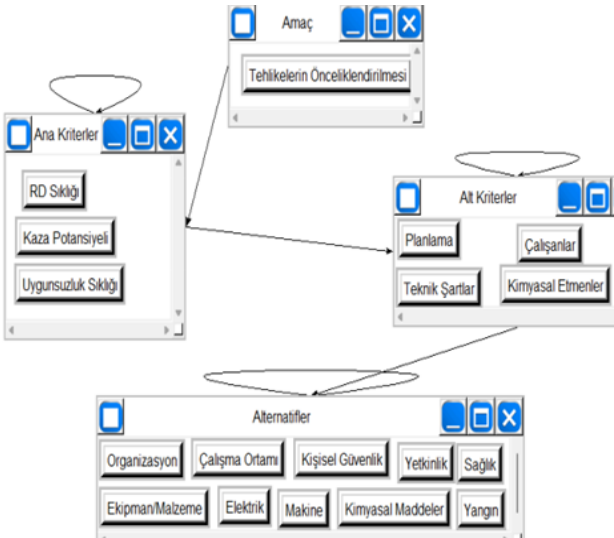
2. Analitik Ağ Süreciyle Önceliklendirme

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.

a. Kriter Ölçeği ve Ağ Yapısı

Çalışmada, AHS'de de kullanılan tehlike tanımları tablosu kullanılmış ve kriterler ile alt kriterler aynı 10 kişilik ekip tarafından belirlenmiştir. Karşılaştırmada kullanılan önem dereceleri yine Saaty'nin 1-9 skalasından faydalanılarak elde edilmiştir. SuperDecisions programında oluşturulan analitik ağ yapısının ekran görüntüsü Şekil 3'te verilmiştir.

Şekil 3: Oluşturulan Analitik Ağ Yapısı



III. BULGULAR

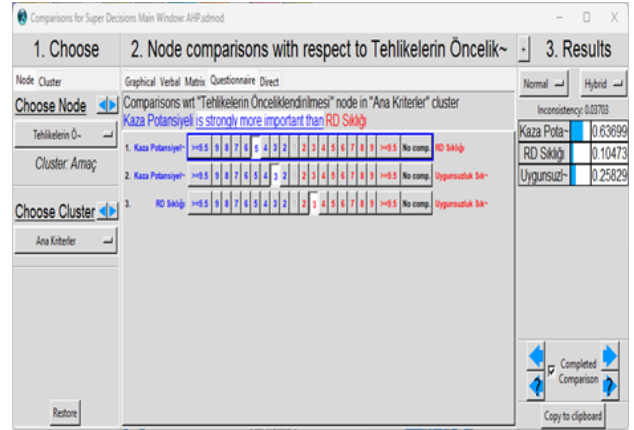
A. Analitik Hiyerarşi Süreci Bulguları

1. Ana Kriterler İçin Önem Ağırlıkları

Çalışmada önce ana kriterler için ardında da alt kriterler için analitik hiyerarşi süreci işletilmiştir. Amaç olan Tehlikelerin Önceliklendirilmesi başlığına dair ana kriterle-

rin karşılaştırılmasına dair program ekran çıktısı Şekil 4'te verilmiştir. Daha sonraki program çıktıları kolay anlaşılması için programın ekran görüntüsü yerine tablo olarak derlenip verilecektir.

Şekil 4: Ana kriterlerin karşılaştırma sonuçları



Ekran görüntüsündeki 3. Results alanında bulunan Inconsistency (Tutarsızlık) değerinin hem analitik hiyerarşik süreci hem de analitik ağ sürecinde 0,1'den küçük olması önemlidir. Aksi durumda verilen kararlar arasında bir tutarsızlık olduğu ve kararların tekrar gözden geçirilmesi önerilmektedir. Tutarsızlık 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), Uygunsuzluk Sıklığı (Sahada Tespit Edilen Uygunsuzluk Sıklığı) parametreleri için oluşturulmuş karşılaştırma tablosu yine Şekil 4'te görülmektedir.

2. 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 uygunsuzluk sıklıklarına göre ayrı ayrı karşılaştırılmıştır. Karşıla-

tırmaların sonuçları, yine tutarlılık değerleri ve önem ağırlıkları program tarafından sunulmuştur. Tablo 3'te Kaza Oluşturma Potansiyeline göre, Tablo 4'te Risk Değerlendirme Raporunda Bulunma Sıklığına göre ve Tablo 5'te de Saha Uygunluk Sıklığına göre alt kriterlerin karşılaştırma sonuçları verilmiştir.

Tablo 3: Kaza oluşturma potansiyeline göre alt kriterlerin karşılaştırılması

Kaza Oluşturma Potansiyeline Göre Alt Kriterlerin Karşılaştırılması	
Tutarsızlık değeri:	0,06392
Kimyasal Etmenler:	0,03988
Planlama:	0,56601
Teknik Şartlar:	0,26742
Çalışanlar:	0,12670

Tablo 4: Risk değerlendirmesinde bulunma sıklığına göre alt kriterlerin karşılaştırılması

Risk Değerlendirmesinde bulunma sıklığına göre alt kriterlerin karşılaştırılması	
Tutarsızlık değeri:	0,8880
Kimyasal Etmenler:	0,03936
Planlama:	0,58850
Teknik Şartlar:	0,21720
Çalışanlar:	0,15494

Bu karşılaştırmaların sonuçlarına bakıldığında görülmektedir ki, karşılaştırmaların tamamında birbirine yakın değerler ile (%56, %58 ve %56) Planlama alt kriteri daha önemli olarak tespit edilmiş ve önceliklendirmede öne çıkmıştır.

3. Alternatifler İçin Önem Ağırlıkları

Problemin bu aşamasında artık, içlerinden hangisinin

Tablo 5: Saha uygunluk sıklığına göre alt kriterlerin karşılaştırılması

Saha uygunluk sıklığına göre alt kriterlerin karşılaştırılması	
Tutarsızlık değeri:	0,06392
Kimyasal Etmenler:	0,03988
Planlama:	0,56601
Teknik Şartlar:	0,26742
Çalışanlar:	0,12670

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 Tablo 6'da Kimyasal Etmenler, Tablo 7'de Planlama, Tablo 8'de Teknik Şartlar ve Tablo 9'da Çalışanlar altındaki hedef öğelerin karşılaştırmaları, yine önem ağırlıkları ve tutarlılık değerleri ile birlikte verilmiştir.

Tablo 6'daki verilerde Yangın, Kimyasal Maddelere göre 0,75'e 0,25 oranında bir ağırlığa sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 6: Kimyasal etmenler başlığı altındaki hedeflerin karşılaştırılması

Kimyasal etmenler başlığı altındaki hedeflerin karşılaştırılması	
Tutarsızlık değeri:	0,00000
Kimyasal Maddeler:	0,25000
Yangın:	0,75000

Tablo 7'de gösterilen çıktılarda Çalışma Ortamının %

58'in üzerinde bir değer ile diğer seçeneklerden ayrıştığı görülmektedir.

Tablo 7: Planlama başlığı altındaki hedeflerin karşılaştırması

Planlama başlığı altındaki hedeflerin karşılaştırması	
Tutarsızlık değeri:	0,05156
Kişisel Güvenlik:	0,18400
Organizasyon:	0,23183
Çalışma Ortamı:	0,58417

Tablo 8'deki değerlerin belirttiği üzere Ekipman/Malzeme ögesi %59'un üzerinde bir değerde diğer öğelerden daha önemli bulunmaktadır.

Tablo 8: Teknik şartlar başlığı altındaki hedeflerin karşılaştırması

Teknik Şartlar başlığı altındaki hedeflerin karşılaştırması	
Tutarsızlık değeri:	0,05156
Ekipman/Malzeme:	0,59363
Elektrik:	0,24931
Malzeme:	0,15706

Tablo 9'da özetlenen sonuçlar Yetkinliğin %75 ile öne çıktığını göstermektedir.

Tablo 9: Çalışanlar başlığı altındaki hedeflerin karşılaştırması

Çalışanlar başlığı altındaki hedeflerin karşılaştırması	
Tutarsızlık değeri:	0,00000
Sağlık:	0,25000
Yetkinlik:	0,75000

4. AHS Nihai Öncelik Değerleri

Super Decisions programı tüm ana kriterler, alt kriterler ve alternatiflerin birlikte değerlendirildiği nihai öncelik-

ler tablosunu da kullanıcıya sunabilmektedir. Bu öncelikler tablosu Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10: AHS Öncelikler tablosu

Kimyasal Etmenler	0.03982
Planlama	0.56836
Teknik Şartlar	0.26216
Çalışanlar	0.12966
Ekipman/Malzeme	0.15563
Elektrik	0.06536
Kimyasal Maddeler	0.00995
Kişisel Güvenlik	0.10458
Makine	0.04117
Organizasyon	0.13176
Sağlık	0.03242
Yangın	0.02987
Yetkinlik	0.09724
Çalışma Ortamı	0.33202
Tehlikelerin Önceliklendirilmesi	0.00000
Kaza Potansiyeli	0.63699
RD Sıklığı	0.10473
Uygunsuzluk Sıklığı	0.25828

Tablo 10'daki verilere göre, Ana Kriterler içinde Kaza Oluşturma Potansiyeli, diğer kriterlere göre yaklaşık %63,7 ile öne çıkmaktadır. Alt kriterler içinde ise Planlama alt kriteri %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 Çalışma Ortamı başlığı altındaki tehli-

kelerin giderilmesi, diğerlerine göre daha fazla öncelik arz etmektedir bulgusu düşünülebilir.

B. Analitik Ağ Süreci Bulguları

1. Ana Kriterler İçin Önem Ağırlıkları

Program çıktılarında ikili karşılaştırmalar tablosu öncelikle ana kriterler için Tablo 11’de verilmektedir.

Tablo 11: Ana kriterler kümesindeki ikili karşılaştırma tablosu

Ana Kriterler Kümesindeki İkili Karşılaştırmalar Tablosu	
Tutarsızlık değeri:	0,03703
Kaza Potansiyeli:	0,63699
RD Sıklığı:	0,10473
Uygunsuzluk Sıklığı:	0,25829

Yukarıdaki verilere göre Kaza Oluşturma Potansiyeli, %63,7 ile öne çıkmaktadır. Bir sonraki aşamada alt kriterlerin ana kriterlerin her biri için birbirleriyle karşılaştırması yapılmaktadır. Buna göre alt kriterlerin, ana kriterlerden Saha Uygunsuzluk Sıklığına göre karşılaştırmalarını gösteren program çıktısı Tablo 12’de verilmektedir. Kaza oluşturma potansiyeline ve risk değerlendirme raporunda bulunma sıklığına göre de sonuçlar eşittir.

Tablo 12: Uygunsuzluk sıklığı için alt kriterlerin ikili karşılaştırmaları

Uygunsuzluk Sıklığı İçin Alt Kriterlerin İkili Karşılaştırmaları	
Tutarsızlık değeri:	0,06392
Kimyasal Etmenler:	0,03988
Planlama:	0,56601
Teknik Şartlar:	0,26742
Çalışanlar:	0,12670

2. Alt Kriterler İçin Önem Ağırlıkları

Alternatiflerin alt kriterlere göre ikili karşılaştırma sonuçları, Planlamanın Tablo 13’te, Teknik Şartların Tablo 14’te, Çalışanların Tablo 15’te ve Kimyasal Etmenlerin alternatifleri Tablo 16’da verilmektedir.

Tablo 13: Planlama alt kriterinin alternatif öğelerinin ikili karşılaştırmaları

Planlama Alt Kriterinin Alternatif Öğelerinin İkili Karşılaştırmaları	
Tutarsızlık değeri:	0,05156
Kişisel Güvenlik:	0,18400
Organizasyon:	0,23183
Çalışma Ortamı:	0,58417

Tablo 13’teki verilere göre Çalışma Ortamı %58,4 ile öne çıkmaktadır.

Tablo 14: Teknik şartlar alt kriterinin alternatif öğelerinin ikili karşılaştırmaları

Teknik Şartlar Alt Kriterinin Alternatif Öğelerinin İkili Karşılaştırmaları	
Tutarsızlık değeri:	0,05156
Ekipman/Malzeme:	0,59363
Elektrik:	0,24931
Malzeme:	0,15706

Yukarıdaki sonuçlara göre Ekipman/Malzeme %59,3 ile öne çıkmaktadır.

Tablo 15: Çalışanlar alt kriterinin alternatif öğelerinin ikili karşılaştırmaları

Çalışanlar Alt Kriterinin Alternatif Öğelerinin İkili Karşılaştırmaları	
Tutarsızlık değeri:	0,00000
Sağlık:	0,25000
Yetkinlik:	0,75000

Yukarıdaki sonuçlara göre Yetkinlik %75 ile öne çıkmaktadır.

Tablo 16: Kimyasal etmenler alt kriterinin alternatif öğelerinin ikili karşılaştırmaları

Kimyasal Etmenler Alt Kriterinin Alternatif Öğelerinin İkili Karşılaştırmaları	
Tutarsızlık değeri:	0,00000
Kimyasal Maddeler:	0,25000
Yangın:	0,75000

Yukarıdaki sonuçlara göre Yangın %75 ile öne çıkmaktadır.

3. AAS Nihai Öncelik Değerleri

Programın ürettiği nihai öncelikler tablosu Tablo 17'de verilmiştir.

Tablo 17: AAS önceliklendirilme tablosu

Ekipman/Malzeme	0.14855
Elektrik	0.06853
Kimyasal Maddeler	0.01830
Kişisel Güvenlik	0.04095
Makine	0.08695
Organizasyon	0.22967
Sağlık	0.02497
Yangın	0.03748
Yetkinlik	0.07314
Çalışma Ortamı	0.27146

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.

IV. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Elde edilen bulgulara göre AHS ve AAS çıktılarına dayanarak oluşturulan tehlikelerin önceliklendirilme tablosu Tablo 18'de verilmiştir.

Tablo 18: AHS ve AAS için tehlike kategorilerinin önceliklendirilmesi

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
Ekipman/Malzeme	15,56%	2	Organizasyon	22,96%	2
Organizasyon	13,17%	3	Ekipman/Malzeme	14,85%	3
Kişisel Güvenlik	10,45%	4	Makine	8,69%	4
Yetkinlik	9,72%	5	Yetkinlik	7,31%	5
Elektrik	6,53%	6	Elektrik	6,85%	6
Makine	4,11%	7	Kişisel Güvenlik	4,09%	7
Sağlık	3,24%	8	Yangın	3,74%	8
Yangın	2,98%	9	Sağlık	2,49%	9
Kimyasal Maddeler	0,99%	10	Kimyasal Maddeler	1,83%	10

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 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 yakın bir yaklaşım olacağı açıktır.

Analitik Ağ Sürecinin ilk 5 sıra için ürettiği sonuçlara bakıldığında;

- 1) Çalışma Ortamı,
- 2) Organizasyon,
- 3) Ekipman/Malzeme,
- 4) Makine
- 5) Yetkinlik olarak sıralanmaktadır.

Analitik Ağ sürecinin ürettiği sonuçlara bakıldığında, 1, 5, 6 ve 10. sıra AHS sonuçlarıyla aynı olup, 3. ve 4. sıradaki kategoriler yer değiştirmiştir. Dolayısı ile bu iki yöntem için üretilen sonuçlara göre sıralama bakımının çok ciddi bir farklılık bulunmamaktadır. Ancak esas farklılık atfedilen önem ağırlıklarında ortaya çıkmaktadır. Örneğin her iki yöntemde de Çalışma Ortamı kategorisi birinci sırada olsa da önem değerleri farklıdır. Bu değer farklılıkları sıralanmanın belirlenmesinden ziyade kurumsal kaynak planlamasında ayrılacak kaynak miktarının belirlenmesinde karar vericiler açısından önemlidir.

Tehlike kategorilerinin önceliklendirmesi işleminde kategorilerin birbirleri ile de etkileşim halinde kıyaslanmaları nispeten detaylı bir sorgulama gerekeceğinden daha geçerli bir yaklaşım olacaktır. Bu sebeple bu problem tipi için AHS ve AAS sonuçlarının değerlendirilmesinde

AAS'nin ürettiği sonuçların dikkate alınması daha doğru bir öneridir.

YAZAR KATKILARI: Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkıda bulunmuşlardır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını, makalede araştırma ve yayın etiğine uyulduğunu beyan eder.

FINANSAL DESTEK: Bu çalışmada herhangi bir kişi, kurum veya kuruluştan finansal destek alınmamıştır.

ETİK KOMİTE ONAYI: Bu çalışma insan örneği veya deneysel çalışma içermediğinden etik kurulu oluru gerekmemiştir.

KAYNAKÇA

- [1] G. C. Akın, "İş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirme süreci için yeni bir yaklaşım: tersane işletmelerinde uygulama," Doktora Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, 2020.
- [2] K. Al-Harbi, "Application of the AHP in project management," *International Journal of Project Management*, no. 19, pp. 19–27, 2001.
- [3] N. Aslan, "Analitik network prosesi," Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2005.
- [4] T. Sarı, "Taguchi, analitik ağ prosesi (ANP) ve TOPSIS yöntemleri ile bütünlük tedarikçi seçimi," Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2014.
- [5] H. Pamukçu, "Turizm sektöründe teşvik veren kurumların AHP ve ANP yöntemi ile belirlenmesi: Kastamonu örneği," Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyonkarahisar, 2014.
- [6] İ. F. Gülenç ve G. A. Bilgin, "Yatırım kararları için bir model önerisi: AHP yöntemi," *Öneri Dergisi*, Cilt 9, sayı 34, s. 97-107, 2010.

- [7] F. Chan and N. Kumar, "Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach," *The International Journal of Management Science*, vol. 35, no. 4, pp. 417-431, 2007.
- [8] Ç. Karabiçak, B. Özcan ve M. K. Akay, "Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi Kullanılarak Bir Otomotiv Yan Sanayi Firmasında Tedarikçi Seçimi," *Veri Bilim Dergisi*, cilt 3, no. 1, s. 26-32, 2020.
- [9] N. Karakaşoğlu, "Bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri ve uygulama," Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli, 2008.
- [10] N. Ömürbek ve A. Şimşek, "Analitik hiyerarşi süreci ve analitik ağ süreci yöntemleri ile online alışveriş sitesi seçimi," *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, no. 22, 2017.
- [11] S. G. Özcan, "İnşaat sektöründe iş kazalarına neden olan faktörlerin çok kriterli karar verme yöntemleriyle değerlendirilmesi," Yüksek Lisans Tezi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2019.
- [12] U. Pehlivanlı, "Tünel inşaatı projelerinde AHP kullanılarak kaza risklerinin değerlendirilmesi Marmaray projesinde bir uygulama," Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2019.
- [13] K. E. Yoo, Y. C. Choi, "Analytic Hierarchy Process Approach for Identifying Relative Importance of Factors to Improve Passenger Security Checks at Airport," *Journal of Air Transport Management*, vol. 12, no. 3, pp. 135-142, 2006.
- [14] İ. F. Kayan, "İş sağlığı ve güvenliği kriterleri temelinde çok kriterli karar verme yöntemleri ile alt işveren seçimi," Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 2020.
- [15] M. Özsarı, "Tarım işlerinin kazaya sebep olan etmenler bağlamında bulanık AHS ve bulanık TOPSIS yöntemleri ile karşılaştırılması: bir örnek uygulama," Yüksek Lisans Tezi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2019.
- [16] ÇSGB, İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği, EK-1 İşyeri Tehlike Sınıfları Listesi, 2012. (Erişim: 17.01.2023) <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/yonetmelik/9.5.16909-Ek.xls>
- [17] M. Uçar, "Çok kriterli karar verme yöntemleri ile ERP yazılımı seçimi," Yüksek Lisans Tezi, Hava Harp Okulu Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, İstanbul, 2021.