

Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş tarihi / Received: 20.06.2024

Kabul tarihi / Accepted: 23.07.2024

Atıf İçin: Künteş, Ö. ve Bezek Güre, Ö. (2024). Yapay Sinir Ağı Kullanılarak Petrol Sektöründe Yaşanan İş Kazalarının İncelenmesi. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 14(3), 1000-1012.

To Cite: Künteş, Ö. & Bezek Güre, Ö. (2024). Investigation of Work Accidents Occuring in the Oil Industry using Artificial Neural Network. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 14(3), 1000-1012.

Yapay Sinir Ağı Kullanılarak Petrol Sektöründe Yaşanan İş Kazalarının İncelenmesi

Önder KÜNTEŞ¹, Özlem BEZEK GÜRE^{2*}

Öne Çıkanlar:

- İş kazaları
- Petrol sektörü
- Yapay sinir ağları

Anahtar Kelimeler:

- İş sağlığı ve güvenliği
- İş kazaları
- Petrol sektörü
- Veri madenciliği
- Yapay sinir ağları

ÖZET:

Türkiye’de her yıl birçok sektörde iş kazası yaşanmaktadır. Petrol sektöründe meydana gelen iş kazalarının değerlendirilmesini amaçlayan bu çalışmada yapay sinir ağları kullanılarak kaza tahminlemesi yapılmıştır. Petrol sektöründe faaliyet gösteren bir şirkette 2020-2023 yıllarında meydana gelmiş olan 2210 adet iş kazası verileri kullanılmıştır. Çalışmada; aylık kaza verileri ile yapay sinir ağı modellemesi yapılmıştır. Çalışmada ileri beslemeli ağlardan olan Çok Katmanlı Algılayıcı yapay sinir ağları (ÇKAYSA) ile Radyal Tabanlı Fonksiyon yapay sinir ağları (RTFYSA) kullanılmıştır. Çalışmada verilerin %70’i eğitim verisi diğerleri ise test verisi olarak kullanılmıştır. Analizler sonucunda; ÇKAYSA yönteminde %84.1 doğru sınıflama oranı, RTFYSA yöntemi ile %86.4 doğru sınıflama oranı elde edilmiştir. RTFYSA yönteminin ÇKAYSA yöntemine göre daha başarılı performans gösterdiği söylenebilir. Yöntemlerin iş kazalarının tahmini amacıyla kullanılması önerilmektedir.

Investigation of Work Accidents Occuring in the Oil Industry using Artificial Neural Network

Highlights:

- Work accidents
- Oil industry
- Artificial neural networks

Keywords:

- Occupational health and safety
- Work accidents
- Oil industry
- Data mining
- Artificial neural networks

ABSTRACT:

Occupational accidents occur in many sectors in Türkiye every year. In this study, which aims to evaluate occupational accidents occurring in the oil sector, accident estimation was made using artificial neural networks. Data on 2210 work accidents that occurred between 2020 and 2023 in a company operating in the oil sector were used. In this study; Artificial neural network modeling was done with monthly accident data. In the study, Multilayer Perceptron Artificial Neural Networks (MLPANN) and Radial Basis Function Artificial Neural Networks (RBFANN), which are feed-forward networks, were used. 70% of the data is divided as training data and 30% as test data. As a result of the analysis; An 84.1% correct classification rate was obtained with the MLPANN method, and an 86.4% correct classification rate was obtained with the RBFANN method. It can be said that the RBFANN method performs more successfully than the MLPANN method. It is suggested to use the methods in order to estimate the occupational accidents .

¹ Önder KÜNTEŞ ([Orcid ID: 0009-0000-8841-3632](https://orcid.org/0009-0000-8841-3632)), Özlem BEZEK GÜRE ([Orcid ID: 0000-0002-5272-4639](https://orcid.org/0000-0002-5272-4639)), Batman Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Batman, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Özlem BEZEK GÜRE, e-mail: obezekgure@gmail.com

Bu çalışma Önder KÜNTEŞ’in Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

GİRİŞ

Küresel enerji politikalarına yön veren petrol ve doğalgaz sektörü, milli ekonomiler için önemli bir yere sahiptir. Bundan dolayı da ülkeler petrol ve doğal gaz arama faaliyetleri ve uluslararası pazarlara ulaştırılmasında birbirleriyle rekabet halindedirler (Bayraç 2009). Hali hazırda yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim olsa da dünyada nüfusun artması ve teknolojinin gelişimine paralel olarak enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla fosil yakıtlardan enerji talebi karşılanmaya devam edilmektedir. Bundan dolayı; petrol ve doğalgaz, dünyada enerji alanındaki önceliğini korumaya devam etmektedir. Ülkeler, petrol ve doğalgaz kuyuları açarak enerji ihtiyacını karşılamak istemektedirler. Bu alanda çalışmalar yapılarak rezervlerini artırmak amacındadırlar (Güllü ve ark., 2021). Yapılan çalışmalar sırasında birçok kazalar meydana gelmektedir. Bu kazalardan dolayı petrol ve doğalgaz sektöründe çalışan için bedende yaralanmalar ve ölümler, işyeri sahipleri içinde maddi kayıplar ve kalifiye işçi kayıpları başta olmak üzere maddi ve manevi kayıplar olmaktadır. Bu kazaların önlenmesi ya da en aza indirilmesi, öncelikle işçi sağlığı ardından ülke ekonomisi açısından da önem arz etmektedir. Bu nedenle petrol ve doğalgaz sektöründeki iş kazalarının nedenlerini saptamak kazaları en aza indirgemede yardımcı olacaktır.

Çalışma hayatı kendisiyle birlikte pek çok problemi de getirmektedir. Söz konusu bu problemlerden bir tanesi de sağlıksız ve güvensiz çalışma koşul ve ortamlarıdır. Bu kötü şartlar söz konusu olduğunda ve önlem alınmadığı zaman iş kazaları ve meslek hastalıkları söz konusu olabilmektedir. Bir işyerinde çalışan personelleri kazalardan ve hastalıklardan korumak için günümüzde alınan tedbir ve önlemler iş sağlığı ve güvenliği kapsamında kabul edilmektedir. (Akbulut 2017).

İşçilerin fiziksel ve psikolojik tıbbi yetilerinin en üst noktaya çıkartılması, bütün işçilerin fiziksel ve psikolojik açıdan kendilerine ait kabiliyetlere uygun olacak işlerde emek sarf etmeleri, olumlu olmayan koşullar sebebi ile işçilerinin sağlık durumlarının kötüye gitmesinin engellenmesi, işçiler ile sarf edilen işle ilgili bir ahengin temin edilerek en az çabayla en yüksek verime ulaşılması, işyerindeki tıbbi kapasiteye olumsuz olarak yansiyacak faktörlerin engellenmesi, oluşabilecek sağlık problemlerinin ve meslek hastalıklarının saptanarak, etkin tedaviye ulaşmaları, söz konusu hususlarla karşı karşıya kalan işçilerin tekrardan işe geri dönmelerinin sağlanması, oluşabilecek olan risklerin objektif, etik ve bilimsel bir şekilde saptanması iş sağlığı ve güvenliğinin hedeflerindedir. (Oğan, 2014).

Ülkemizin ve dünya ekonomisindeki, endüstriyel ve teknolojik ilerlemeler insan yaşamının her noktasında yaşam kalitesini artırırken öteki taraftan bireylere birtakım problemler çıkarmakta hatta bireylerin yaşamlarını yitirmelerine neden olabilmektedir. Tüm bu meydana gelişlerin yaygın olarak iş yaşamı içerisinde olduğu dile getirilebilir. Bundan dolayı gereken önlemlerin alınarak çalışma ortamlarının güvenlik ve sağlık bakımından çalışılabilir bir duruma getirilmesi zorunludur. (Altinel, 2013).

Şimdilerde endüstrileşmenin gelişimine bağlı olarak rekabetin artış göstermesi, işverenlerin gider kalemi olarak kabul ettikleri güvenlik ve sağlık ve güvenlik faktörlerinde belirli bir standardın olmamasından dolayı işle alakalı yaralanma ve hastalıkların artış gösterdiği gözlenmektedir. Dünyanın genelinde olduğu üzere Türkiye’de de endüstrileşmenin ertesinde iş kazaları ve meslek hastalıklarındaki artış mühim bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Halbuki iş kazalarını ve meslek hastalıklarını azaltabilmek adına yapılan iş sağlığı ve güvenliği çalışmalarının giderleri azalttığı, çalışanlardaki iş memnuniyeti neticesinde verimliliğin arttığı ve işten çıkmayı düşünen

işçilerin bu düşüncelerini terk ederek çalışan değişiklik oranının azaldığı ifade edilebilir (Çolak ve Çetin, 2017).

Mevcut çalışmada, yapay sinir ağları ailesinden ÇKAYSA ve RTFYSA yöntemleri kullanılarak petrol sektöründe yaşanan iş kazalarının tahmin edilmesi ve her iki yöntemin tahminleme performanslarının karşılaştırılması amaçlanmaktadır. Alan yazın incelendiğinde söz konusu yöntemlerin bu amaçla işe koşulduğu çalışmalara rastlanmamıştır.

İlgili Çalışmalar

Alan yazın incelendiğinde; çalışmamıza benzer olarak Akın, Duman ve Alkan (2021) tarafından yapılan çalışmada, inşaat sektöründe meydana gelen iş kazaları yapay sinir ağları kullanılarak incelenmiştir. Yine Türker ve Kandı (2020) çalışmalarında, iş kazaları şiddetini yapay sinir ağları ile tahminlemiştir. Benzer bir şekilde; Tokdemir ve Ayhan (2019) tarafından yapılan çalışmada, yaralanma verilerine yapay sinir ağları uygulanmıştır. Ek olarak; Ayanoğlu ve Kurt (2019) tarafından yapılan çalışmada, ÇKAYSA yöntemi kullanılarak metal sektöründe yaşanan iş kazaları tahminlenmiştir. Yine Şahmutoğlu ve arkadaşları çalışmalarında, iş kazalarının risk değerlendirilmesi amacıyla ÇKAYSA yöntemini kullanmışlardır (Şahmutoğlu ve ark., 2021). Şen ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada da iş kazalarını tahminlemek amacıyla yapay sinir ağları kullanılmıştır (Şen ve ark., 2023). Ek olarak; Altındış (2023) tarafından yapılan çalışmada, maden sektöründe yaşanan iş kazaları, YSA, K- en yakın komşuluk algoritması (KNN) ile Destek Vektör makineleri (DVM) yöntemleri kullanılarak incelenmiştir. Yine Sabet ve arkadaşları, iş kazalarına bağlı yaralanma riskini tahminlemek amacıyla yapay sinir ağlarını kullanmışlardır (Sabet ve ark., 2021). Mahmoud (2021) tarafından yapılan çalışmada ise işçilerin kaza oranlarını tahminlemek amacıyla YSA ve Bulanık Mantık kümeleme yöntemleri kullanılmıştır. Diğer taraftan; Nayak ve arkadaşları, iş kazaları riskini belirlemek amacıyla Bayesyen Network yöntemini kullanmışlardır (Nayak ve ark., 2022). Yine Stripling ve arkadaşları, RTFYSA yönteminin yanı sıra Lojistik Regresyon (LR), Rastgele Ormanlar (Random Forest-RF), Sınıflandırma ve Regresyon Ağaçları (CART) ve Destek Vektör Makineleri (DVM) yöntemlerini kullanarak işçi tazminatlarını belirlemek amaçlamışlardır (Stripling ve ark., 2018). Ergül (2018) tarafından yapılan çalışmada ise Türkiye'deki iş kazaları ARIMA ve yapay sinir ağları kullanılarak incelenmiştir.

Diğer taraftan; alan yazın incelendiğinde, mevcut çalışmada kullanılan yöntemler kullanılarak farklı alanlarda çalışmaların yapıldığı görülmektedir. Fath ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, ham petrol sistemlerinin çözelti oranını tahmin etmek amacıyla ÇKAYSA ve RTFYSA yöntemleri kullanılmıştır (Fath ve ark., 2020). Baklacioğlu, yöntemleri ticari uçakların yakıt akış hızını tahminlemek amacıyla kullanmıştır (Baklacioğlu, 2021). Yöntemler, Sadeghi ve arkadaşları tarafından güneş kolektörlerinin performanslarının tahmin edilmesinde kullanılmıştır (Sadeghi ve ark., 2021). Yan ve arkadaşları, yöntemleri enerji yükünün tahmin edilmesinde kullanmışlardır (Yan ve ark., 2023). Benzer bir şekilde; Ramana ve Shanmugam, kısa vadeli güç tüketimini tahmin etmek amacıyla kullanmışlardır (Ramana ve Shanmugam, 2024). Yöntemler, Deymi ve arkadaşları tarafından nano akışkanların yoğunluğunu tahmin edilmesinde kullanılmıştır (Deymi ve ark., 2024). Bonini Neto ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada ise çim verimini tahmin etmek amacıyla kullanılmıştır (Bonini Neto ve ark., 2023). Yine Champati ve arkadaşları çalışmalarında, Shatavarin IV içeriğini tahmin etmek amacıyla kullanmışlardır (Champati ve ark., 2023). Diğer taraftan; Kayri (2015), üniversite öğrencilerinin başarı durumlarını etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla söz konusu yöntemleri kullanmıştır. Yine Özbey ve Kayri çalışmalarında öğrencilerin işlemsel uzaklık algılarını

etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla aynı yöntemleri kullanmışlardır (Özbey ve Kayri, 2023). Benzer bir şekilde; Güre ve arkadaşları tarafından öğrencilerin matematik başarılarını etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla RTFYSA yöntemi kullanılmıştır (Güre ve ark., 2019). Yine yazarlar aynı amaçla ÇKAYSA ve Random Forest yöntemlerini kullanmışlardır (Güre ve ark., 2020).

Son zamanlarda; yapay sinir ağları yöntemlerinin birçok alanda kullanıldığı çalışmalara rastlanmaktadır. Eker ve arkadaşları, DC motor hız kontrolü için ÇKAYSA yönteminin eğitiminde atom arama optimizasyonunu uygulamışlardır (Eker ve ark., 2021). Yine yazarlar tarafından yapılan başka bir çalışmada, aynı amaçla sürü tabanlı meta sezgisel algoritmalar yöntemi uygulanmıştır (Eker ve ark., 2023). Diğer taraftan; Paçal ve Kunduracıoğlu, Convolutional Neural Networks (CNN) ve Vision Transformer (ViT) modellerini kullanarak şeker kamışını sınıflandırmışlardır (Paçal ve Kunduracıoğlu, 2024). Yine Kunduracıoğlu ve Paçal (2024) tarafından yapılan çalışmada söz konusu yöntemler, bitkilerde meydana gelen hastalıkların sınıflandırılmasında kullanılmıştır. Paçal ve arkadaşları deri kanserinin teşhis edilmesinde bu yöntemlere ek olarak ÇKAYSA yöntemlerini kullanmışlardır (Paçal ve ark., 2024). Diğer taraftan Özüpak ve Aslan kablosuz güç aktarımı sistemlerine yapay sinir ağlarını uygulamışlardır (Özüpak ve Aslan, 2024).

MATERYAL VE METOT

Makalenin bu bölümünde; çalışmada kullanılan veri seti, iş kaza sayılarını tahmin etmek amacıyla kullanılan yöntem ve yöntemlerin performanslarını karşılaştırmak amacıyla kullanılan performans ölçütlerine değinilmiştir

Veri Seti

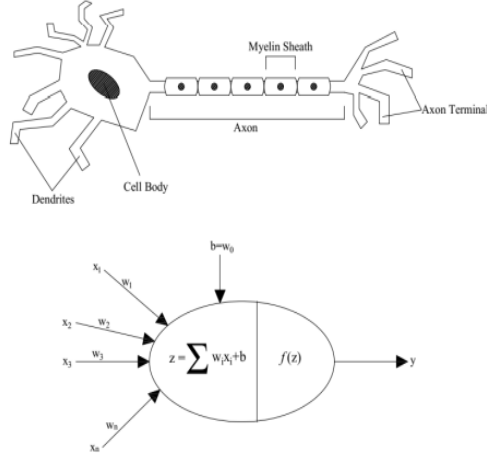
Bu çalışmada, petrol sektöründe faaliyet gösteren bir şirkette 2020-2023 yıllarına yönelik iş kazaları verileri resmi izin alınarak talep edilmiştir. Çalışmada verilerin analizi için, Excel ve SPSS 21 programları kullanılmıştır. Öncelikle; iş kazaları aylık olarak düzenlenmiştir. Ardından kaza sayılarını tahminlemek amacıyla ÇKAYSA ve RTFYSA yöntemleri kullanılarak tahminlemeler yapılmıştır. Bu amaçla; ay, yıl ve kaza sayıları olmak üzere 3 adet değişken kullanılmıştır. Bunlardan kaza sayıları bağımlı değişken, diğerleri ise bağımsız değişken olarak analize alınmıştır.

Yöntem

Yapay sinir ağları

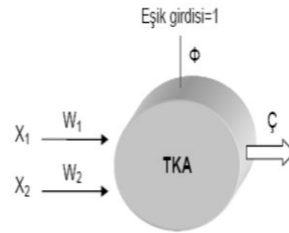
Yapay sinir ağları (YSA), niceliksel modellemede yüksek doğruluk ve minimum hata ile bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkileri araştıran yöntemler topluluğudur (Kayri, 2016). Son yıllarda bilgisayar teknolojilerinde yaşanan gelişmeler dolayısıyla YSA'ya olan ilgi artmaktadır. En sık kullanılan istatistiksel yöntemlerden olan YSA; eğitim, sağlık, mühendislik gibi birçok alanda kullanılmaktadır. YSA'nın herhangi bir varsayımı bulunmamaktadır. Örnek verilecek olursa; gözlemlerin bağımsızlığı, aykırı değer, normallik ve çoklu bağlantılılık sorunu vb. (Güre ve ark., 2020). YSA, değişkenler arasında karmaşık ve doğrusal olmayan ilişkileri ortaya çıkarabilme yeteneğine sahiptir (Somers ve Casal, 2009). Yöntemler, sınıflama, kümeleme, tahminlemede başarılı sonuçlar vermektedir (Zhang, 2010). YSA'nın, değişkenler arasında doğrusal olmayan ilişki olması durumunda bile tahminleme yeteneği bulunmaktadır (Bezek Güre, 2023). Yöntem, bağımsız değişkenler arasındaki etkileşimlerdeki olasılık değerlerini kullanarak bağımlı değişkeni tahmin etmektedir (Cascallar ve ark.,2015).

YSA, insan beyninden ilham alınarak geliştirilmiştir. McCulloch ve Pitts tarafından 1943 yılında temelleri atılan YSA, elektrik devrelerini kullanarak yapay sinir hücrelerini geliştirmişlerdir. Yapay sinir ağları, insan beynini temel alan bir akıl yürütme modeli olarak da ifade edilebilir. YSA'nın en temel hesaplama birimi olan yapay nöronlar basit bir yapıya ve muazzam bir işlem gücüne sahiptirler. Bir nöronun yapısı incelendiğinde, soma, dendrit ve akson'dan oluşur. (Negnevitsky, 2005).



Şekil 1. Biyolojik Nöron ve Yapay Nöron Yapısı (Koroğlu, 2023)

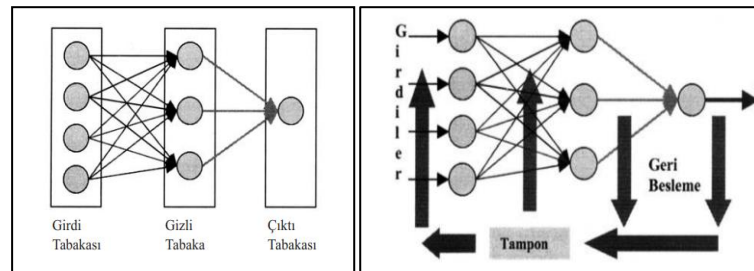
Frank Rosenblatt tarafından 1960 yılında yapay sinir ağının en basit hali olan perceptron geliştirilmiştir (Rosenblatt, 1960). Bu ağlar, giriş ve çıktı katmanından oluşmaktadır.



Şekil 2. Tek Katmanlı Algılayıcılar Yapısı (Öztemel, 2012)

YSA'nın yapısı incelendiğinde, temel olarak birbirine bağlı yapay nöronlardan oluştuğu görülmektedir. YSA, giriş, gizli ve çıktı katmanlarından oluşmaktadır. Giriş katmanı bağımsız değişkenlerden oluşurken, bu katman aracılığıyla gizli katmana bilgi iletilmektedir. Gizli katman, aktivasyon fonksiyonlarını içermektedir. Bu katmanda, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkilerini hesaplamak amacıyla ağırlıklar hesaplanır (Hagan ve Menhaj, 1994; Saini, 2008).

YSA'lar geri ve ileri beslemeli ağlar olarak sınıflandırılmaktadır. Bunlara ait görseller aşağıda verilmiştir.



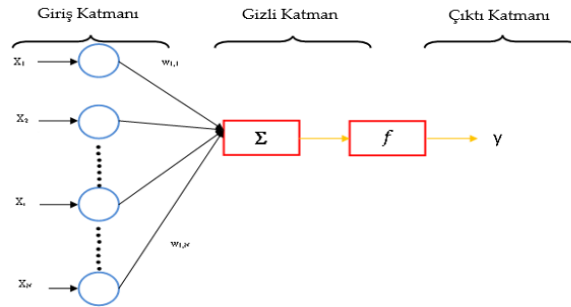
Şekil 3. İleri ve Geri Beslemeli YSA Yapısı (Diler, 2003)

İleri beslemeli ağlar, bir dizi öngörücü veya girdi değişkeni ile bir veya birden fazla yanıt veya çıktı değişkeni arasındaki ilişkileri modellemede kullanılmaktadır (Zhang, 2010). Bu ağlar, örüntü tanımanın yanı sıra, fonksiyon yaklaşımı, dinamik modelleme ve zaman serisi tahmini gibi amaçlarla

kullanılmaktadır (Yu ve ark., 2002). Geri beslemeli ağlar ise örüntü tanıma ve çok değişkenli doğrusal olmayan ilişkilerin modellenmesinde başarılıdır (Goh, 1995). Bu ağlarda, bilgi akışı çıkıştan girişe doğru iken ileri beslemeli ağlarda durum tam tersidir. Bu ağlarda bilgi akışı sadece tek yönde ilerlemektedir.

Çok katmanlı algılayıcı yapay sinir ağları

ÇKAYSA, YSA'lar arasında sıklıkla kullanılan algoritma olup, birçok alandaki sınıflandırma ve regresyon uygulamalarında başarılı performans göstermektedir (Haykin, 2009).



Şekil 4. ÇKAYSA'nın Temel Yapısı (Kayri, 2015)

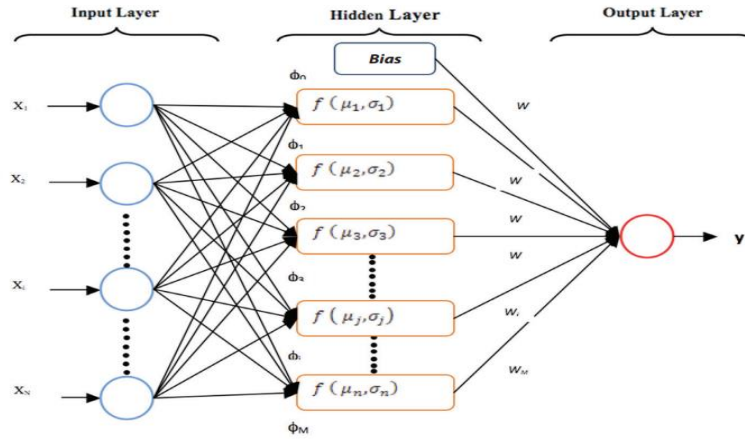
ÇKAYSA'larda giriş ve çıkış katmanı birer adettir. Ancak gizli katman birden fazla olabilir (Gönül ve ark., 2015). Bu ağlarda geri yayılım algoritması kullanılarak ağ eğitilmektedir. Geri yayılım algoritması ile hatalar, çıkıştan girişe doğru olacak şekilde minimum yapılmaya çalışılmaktadır (Seyman ve Taşpınar, 2009). ÇKAYSA'nın yapısı, katman sayısı seçimine ve bu katmanların her birinde bulunan gizli düğümlerin sayısına bağlı olarak değişmektedir. (Zanchettin ve ark., 2011).

ÇKAYSA yönteminin eğitilerek öğrenebilme yeteneği bulunmaktadır. Bu amaçla eğitim verisi kullanılmaktadır. Eğitim verisi, girdi verileri ile çıktı vektöründen oluşmaktadır. Çok katmanlı bir algılayıcıyı eğitiminde, ağın modellediği ilişkinin doğru bir şekilde çözümleneceği şekilde bireysel ağırlık değerleri belirlenmektedir (Gardner ve Dorling, 1998). Diğer bir deyişle, hatayı en aza indirecek en iyi ağırlık setinin farklı öğrenme algoritmaları kullanılarak değerlendirilmektedir. ÇKAYSA'nın eğitiminde çeşitli teknikler kullanılmaktadır. Son yıllarda bu amaçla geri yayılım algoritması kullanılmaktadır (Delashmit ve Manry, 2005).

Radyal tabanlı fonksiyon yapay sinir ağları

İleri beslemeli ağlardan olan RTFYSA'nın yapısı incelendiğinde tek bir gizli katmana sahip olduğu görülmektedir. Bu ağlar ÇKAYSA ağlarına benzerdir (Abdi ve ark., 2018). Ancak; RTFYSA'nın yalnızca iki ağırlık katmanına sahip olması ve her katmanın sırayla belirlenebilmesinden dolayı daha hızlı öğrenme hızına sahiptir (Hwang ve Bang, 1997).

Şekil 5'te görüldüğü üzere RTFYSA ağlarında giriş, gizli ve çıktı katmanı birer adettir. Yani 3 katmandan oluşmaktadır.



Şekil 5. RTYSA'nın Temel Yapısı (Kayri, 2015)

Bu ağlarda, önsel bilgi veya geçmiş deneyimler yoluyla belirlenen ağ yapısı kullanılarak eğitim başlanmaktadır. Deneme yanılma yoluyla uygun ağ yapısı belirlenmektedir (Billings ve Zheng, 1994). RTFYSA'da σ_i genişliğini hesaplamak, μ_i merkezini ve ω_i ağırlıklarını ayarlamak suretiyle eğitim gerçekleştirilmektedir. (Kayri, 2015). Bu ağların eğitimindeki en önemli aşama ağırlık merkezlerinin sayısının ve konumlarının seçilmesidir. Bununla birlikte, gizli nöronların sayısı ağın performansını önemli düzeyde etkilemektedir. Nöron sayısının azlığı öğrenme açısından yetersiz olabileceği gibi fazlalığı aşırı uyum problemine yol açabilmektedir (Raitoharju, 2016).

Mevcut çalışmada yöntemlerin uygulanmasından önce verilerin %70'i eğitim verisi diğerleri ise test verisi olarak kullanılmıştır. Her deneme için farklı performans göstermeleri nedeniyle her iki yönteme ait analizler, birçok kez tekrarlanmıştır. İş kazalarının söz konusu iki yöntemle tahminlenmesi için performans ölçütleri olarak; RMSE, MAE, RAE, RRSE ve korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Performans ölçütlerine ait denklemler aşağıda verilmiştir (Kayri, 2015).

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (P_i - O_i)^2} \quad (1)$$

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |P_i - O_i| \quad (2)$$

$$RAE = \frac{\sum_{j=1}^n P_{ij} - O_i}{\sum_{j=1}^n |O_j - \bar{O}|} \quad (3)$$

$$RRSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_i - O_i)^2}{\sum_{j=1}^n (|O_j - \bar{O}|)^2}} \quad (4)$$

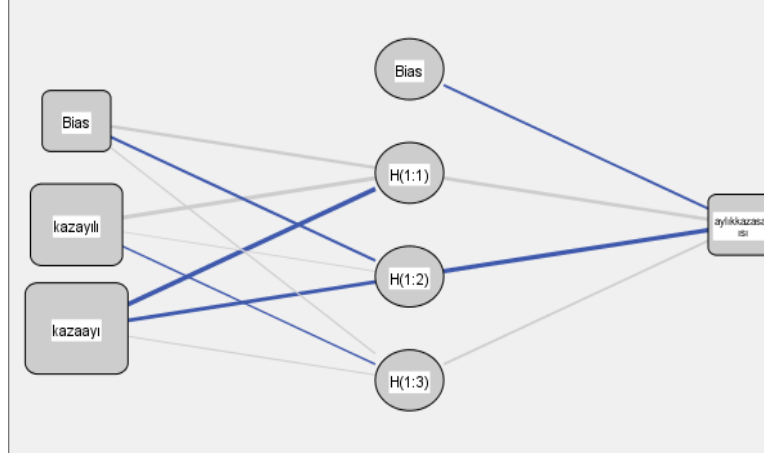
$$CE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^N (P_i - O_M)^2} \quad (5)$$

Yukarıda verilen denklemlerde; P_i tahmin değerini, O_i gözlem değerlerini göstermektedir (Kayri, 2015).

BULGULAR VE TARTIŞMA

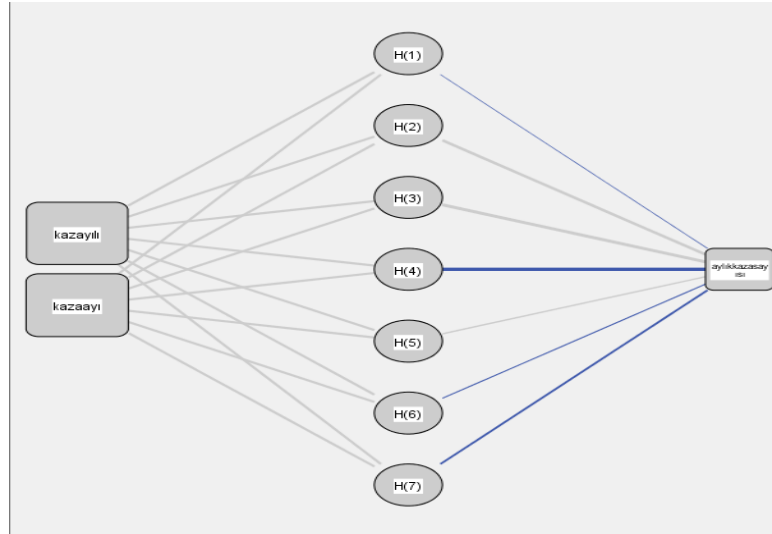
Bu bölümde 2020-2023 yılları arasında petrol sektöründe faaliyet gösteren bir şirkette meydana gelen iş kazaları istatistiksel olarak incelenmiştir. Çalışmada, aylık kaza sayısı bağımlı değişken, ay ve yıl değişkenleri de bağımsız değişken olarak kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan yöntemler bir çok kez denenmiş ve en yüksek doğruluğun elde edildiği değerler alınmıştır.

Yapılan analizler sonucu ÇKAYSA yöntemine ait gizli katman aktivasyon fonksiyonu “hiperbolik tanjant”, çıktı katmanı aktivasyon fonksiyonu “identify” olarak belirlenmiştir. Yönteme ait ağ yapısı Şekil 6’da verilmiştir.



Şekil 6. ÇKAYSA Yöntemine Ait Ağ Yapısı

Yapılan analizler sonucu RTFYSA yöntemine ait gizli katman aktivasyon fonksiyonu “softmax”, çıktı katmanı aktivasyon fonksiyonu “identify” olarak belirlenmiştir. Yönteme ait ağ yapısı Şekil 7’de verilmiştir.



Şekil 7. RTFYSA Yöntemine Ait Ağ Yapısı

Çalışmada kullanılan yöntemlerin performanslarını gösteren analiz sonuçları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. ÇKAYSA ve RTFYSA Yöntemlerinin Performansı

Yöntemler	Doğru Sınıflandırma Oranı%	Korelasyon	MSE	RMSE	MAE	RAE	RRSE
ÇKAYSA	84.1	0.584	0.356	0.596	0.042	0.798	0.819
RTFYSA	86.4	0.673	0.289	0.538	0.037	0.713	0.739

Tablo 1’de, ÇKAYSA ve RTFYSA yöntemleri, iş kaza sayılarını tahmin etmek amacıyla belirlenen performans ölçütlerine göre değerlendirilmiştir. ÇKAYSA yönteminin doğru sınıflandırma oranı %84,1, RTFYSA yönteminin doğru sınıflandırma oranı %86,1 olarak bulunmuştur. RTFYSA yönteminin daha doğru sınıflama performansı gösterdiği görülmektedir. Diğer taraftan; kullanılan

MSE, RMSE, MAE, RAE ve RRSE hata metrikleri açısından da RTFYSA yönteminin minimum hata oranlarına sahip olduğu belirlenmiştir. Bu sebeple yöntemin daha başarılı sınıflama performansı gösterdiği söylenebilir.

Bu çalışmada; ÇKAYSA ve RTFYSA yöntemlerini kullanarak, petrol sektöründe meydana gelen iş kazalarını tahmin etmek ve her iki yöntemin tahminleme performanslarını karşılaştırmak amaçlanmaktadır. Analizler sonucunda; RTFYSA yönteminin diğer yöntemlere nazaran daha iyi performans gösterdiği görülmüştür.

Alanyazın incelendiğinde, iş kazalarına ait veriler ile mevcut çalışmada kullanılan yöntemlerin bir arada çalışıldığı çalışmalara rastlanmamıştır. Ancak; ÇKAYSA yönteminin kullanıldığı çalışmaların olduğu görülmektedir. Ayanoglu ve Kurt (2019) yapay sinir ağı yöntemini kullandıkları çalışmada %90 doğruluk oranı ile metal sektöründe iş kazalarını tahminlemişlerdir. Sahmutoglu ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, iş kazalarının risk değerlendirilmesi amacıyla ÇKAYSA yöntemini kullanmışlardır (Sahmutoglu ve ark., 2021). Yine. Kunt ve arkadaşları tarafından trafik kazalarının şiddetini tahminlemek amacıyla ÇKAYSA yöntemi, genetik algoritma ve örüntü arama yöntemleri kullandıkları çalışmalarında ÇKAYSA yönteminin daha iyi sonuçlar verdiği belirtilmektedir (Kunt ve ark., 2011). Şen ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada iş kazalarını tahmin etmek amacıyla YSA kullanılmıştır (Şen ve ark., 2023) Yöntemler yine Sabet ve arkadaşları, iş kazalarına bağlı yaralanma riskini tahminlemek amacıyla kullanılmıştır (Sabet ve ark., 2021). Mahmoud (2021) tarafından yapılan çalışmada ise işçilerin kaza oranlarını tahminlemek amacıyla bu yöntemin yanı sıra bulanık mantık kümeleme yöntemlerini kullandıkları çalışmalarında YSA'nın daha başarılı tahminleme yaptığı sonucuna ulaşmışlardır. Stripling ve arkadaşları, RTFYSA yönteminin yanı sıra LR, RF, CART ve SVM yöntemlerini kullanarak işçi tazminatlarını belirlemek amaçlamışlardır (Stripling ve ark., 2018)

SONUÇ

Bu çalışmada, petrol sektöründe çalışan bir şirkette 2020-2023 yılları arasında meydana gelen iş kazaları verileri kullanılarak, yapay sinir ağı ailesinden ÇKAYSA ve RTFYSA yöntemleri ile kaza sayılarını tahminlemek ve kullanılan yöntemlerin performanslarını karşılaştırmak amaçlanmaktadır. Veri madenciliği yöntemleri kullanılarak metal, maden, inşaat vb. sektörlerde çalışmalar yapılmasına rağmen petrol sektöründe bu tür çalışmaların sıklıkla yapılmadığı görülmektedir. Ayrıca; mevcut çalışmada kullanılan yöntemlerin bir arada kullanıldığı bu alandaki çalışmalara rastlanmamıştır. Petrol sektörü en temel enerji kaynağı olan, politik olarak önemli ve en çok dışa bağımlı olunan alandır. Dışa bağımlılığı azaltmak amacıyla ülkeler kendi kaynaklarını bulma arayışı içindedirler. Petrol arama, bulma ve üretim faaliyetleri sırasında işçiler pek çok kazayla karşılaşabilmektedirler. Böylesine önemli olan petrol sektöründeki çalışmaların iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilmesi önemli görülmelidir. Bu nedenle; aylık kaza sayılarını söz konusu yöntemler ile eğiterek minimum hata ve yüksek doğruluk oranıyla tahmin modelleri oluşturmak suretiyle; işçi, işveren ve milli ekonomi açısından son derece öneme sahip iş kazalarına ait risk değerlendirmesinde fayda sağlayabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte; iş kazalarını azaltacak tedbirleri önceden almayı mümkün kılacaktır. Çalışmada; sadece bir şirketten veri alınması ve alınan verilerin sadece dört yıllık dönemi kapsaması ve verilerin toplam sayıları içermesi çalışmanın sınırlılıklarını oluşturmaktadır. Gelecekte, petrol sektöründe faaliyet gösteren tüm şirketlerden ya da birden fazla şirketten alınan ve daha uzun dönemi kapsayan veriler kullanılarak çalışma genişletilebilir. Dahası, çalışmada kullanılan değişkenlerin dışında kazazedenin yaşı, eğitim durumu, kıdem yılı, gece veya gündüz vardiyasında

çalışması, İSG eğitimi alıp almaması, yaralanma türü vb. değişkenler kullanılarak da çalışmalar yapılabilir. Diğer taraftan; bu sektörün dışındaki sektörler için veriler kullanılarak çalışmalar yapılabileceği gibi, söz konusu yöntemlerin dışında farklı veri madenciliği yöntemleri uygulanarak yeni çalışmaların yapılması önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada katkılarından dolayı Turkish Petroleum International Ananım Şirketi (TPİC) iş sağlığı ve güvenliği birimine teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Abdi-Khanghah, M., Bemani, A., Naserzadeh, Z., & Zhang, Z. (2018). Prediction of solubility of N-alkanes in supercritical CO₂ using RBF-ANN and MLP-ANN. *Journal of CO₂ Utilization*, 25, 108-119.
- Akbulut, M. C., 2017, Bankacılık ve Sigortacılık Programı Öğrencilerinin İş Sağlığı ve Güvenliğine Yönelik Tutumları: Beypazarı MYO Örneği. *Bankacılık ve Sigortacılık Araştırmaları Dergisi*, 2(10), 37-48.
- Akın, G. C., Duman, İ., ve Alkan, Ü. (2021). İnşaat sektöründe iş kazalarının yapay sinir ağı ile değerlendirilmesi: İstanbul İlinde Bir Örnek Uygulama. *Ergonomi*, 4(3), 162-167.
- Altındış, B. (2023). Amasra taşkömürü işletmesinde iş kazalarının incelenmesi. Yüksek lisans tezi. Afyon Kocatepe Üniversitesi
- Altinel, H. (2013). *İş Sağlığı ve İş Güvenliği*, 3. Baskı, Ankara: Detay Yayıncılık.
- Ayanoğlu, C. C. ve Kurt, M. (2019). Metal sektöründe veri madenciliği yöntemleri ile bir iş kazası tahmin modeli önerisi. *Ergonomi*, 2(2), 78-87.
- Baklacioglu, T. (2021). Predicting the fuel flow rate of commercial aircraft via multilayer perceptron, radial basis function and ANFIS artificial neural networks. *The Aeronautical Journal*, 125(1285), 453-471.
- Bayraç, H. N., 2009, Küresel Enerji Politikaları Ve Türkiye: Petrol Ve Doğal Gaz Kaynakları Açısından Bir Karşılaştırma. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(1), 115-142.
- Billings, S.A., Zheng, G.L., 1994. Radial basis function network configuration using genetic algorithms. research report. *ACSE Research Report 521*.
- Bonini Neto, A., Moreira, A., dos Santos Batista Bonini, C., Campos, M., & Andrighetto, C. (2023). Fuzzy Logic and Artificial Neural Network Perceptron Multi-Layer and Radial Basis in Estimating Marandu Grass Yield in Integrated Systems. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 54(21), 2965-2976.
- Cascallar, E., Musso, M., Kyndt, E., & Dochy, F. (2014). Modelling for Understanding AND for Prediction/Classification--The Power of Neural Networks in Research. *Frontline Learning Research*, 2(5), 67-81.

- Champati, B. B., Padhiari, B. M., Ray, A., Jena, S., Sahoo, A., Mohanty, S., ... & Nayak, S. (2023). Implementation of multilayer perceptron (MLP) and radial basis function (RBF) neural networks for predicting Shatavarin IV content in Asparagus racemosus accessions. *Industrial Crops and Products*, 191, 115968.
- Colak, M., & Cetin, T. (2017). Analysis of the Occupational Health and Safety at SMES. *Research Journal of Business and Management*, 4(3), 384-389.
- Delashmit, W. H., & Manry, M. T. (2005, May). Recent developments in multilayer perceptron neural networks. *In Proceedings of the seventh annual memphis area engineering and science conference, MAESC* (Vol. 7, p. 33).
- Deymi, O., Rezaei, F., Atashrouz, S., Nedeljkovic, D., Mohaddespour, A., & Hemmati-Sarapardeh, A. (2024). On the evaluation of mono-nanofluids' density using a radial basis function neural network optimized by evolutionary algorithms. *Thermal Science and Engineering Progress*, 102750.
- Diler, A. İ. (2003). İMKB Ulusal-100 Endeksinin Yönünün Yapay Sinir Ağları Hata Geriye Yayma Yöntemi ile Tahmin Edilmesi. *Türkiye'de Bankalar, Sermaye Piyasası ve Ekonomik Büyüme: Koentegrasyon ve Nedensellik Analizi (1989-2000)*, *İMKB Dergisi*, 7, 25-26.
- Eker, E., Kayri, M., Ekinci, S., & Izci, D. (2021). A new fusion of ASO with SA algorithm and its applications to MLP training and DC motor speed control. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 46, 3889-3911.
- Eker, E., Kayri, M., Ekinci, S., & İzci, D. (2023). Comparison of swarm-based metaheuristic and gradient descent-based algorithms in artificial neural network training. *ADCAIJ: Advances in Distributed Computing and Artificial Intelligence Journal*, 12, e29969-e29969.
- Ergül, B. (2018). Türkiye'deki iş kazalarının zaman serisi analiz teknikleri ve yapay sinir ağları tekniği ile incelenmesi. *Karaelmas Journal of Occupational Health and Safety*, 2(2), 63-74.
- Fath, A. H., Madanifar, F., & Abbasi, M. (2020). Implementation of multilayer perceptron (MLP) and radial basis function (RBF) neural networks to predict solution gas-oil ratio of crude oil systems. *Petroleum*, 6(1), 80-91.
- Gardner, M. W., Dorling, S. R., 1998. Artificial Neural Networks (The Multilayer Perceptron). A Review of Applications in the Atmospheric Sciences. *Atmospheric Environment*, 32 (14/15): 2627—2636.
- Goh, A.T.C., 1995. Back-propagation neural networks for modeling complex systems. *Artificial Intelligence in Engineering*, 9: 143-151.
- Gullu, A., Yaşar, E., & Özdemir, A. (2021). Türkiye'deki Petrol ve Doğalgaz Sondaj Kuyularının Optimizasyonu. *European Journal of Science and Technology*, 27, 398-406.
- Güre, Ö. B., Kayri, M., & Erdoğan, F. (2019) Predicting Factors Affecting PISA 2015 Mathematics Literacy via Radial Based Artificial Neural Network. *Journal of Engineering and Technology*, 3(1), 1-11.
- Güre, Ö. B., Kayri, M., & Erdoğan, F. (2020). PISA 2015 matematik okuryazarlığını etkileyen faktörlerin eğitsel veri madenciliği ile çözümlenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 45(202).
- Hagan, M.T.; Menhaj, M.B. Training Feed Forward Networks with the Marquardt Algorithm. *IEEE Trans. NeuralNetw.* 1994, 5, 989–993.
- Haykin, S. S. (2009). *Neural Networks and Learning Machines* (Vol. 3). Upper SaddleRiver, NJ, USA: Pearson.
- Hwang, Y. S., & Bang, S. Y. (1997). An efficient method to construct a radial basis function neural network classifier. *Neural networks*, 10(8), 1495-1503.

- Kayri, M. (2016). Predictive abilities of Bayesian regularization and Levenberg–Marquardt algorithms in artificial neural networks: a comparative empirical study on social data. *Mathematical and Computational Applications*, 21(2), 20.
- Kayri, M., 2015. An intelligent approach to educational data: performance comparison of the multilayer perceptron and the radial basis function artificial neural networks. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 15 (5): 1247-1255.
- Köroğlu, F.B.(2023). *Application Of Artificial Neural Networks to Structural Reliability Problems*. İzmir Teknoloji Üniversitesi. Yüksek lisans tezi
- Kunduracıoğlu, I., & Pacal, I. (2024). Advancements in deep learning for accurate classification of grape leaves and diagnosis of grape diseases. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 131(3), 1061-1080.
- Mahmoud, M. M. (2021). Comparison Between Tailor-Made-ANN Techniques and Fuzzy c-Mean Clustering Technique in Industrial Laborers' Accident-Rates Prediction Modelling Based on Human Factors.
- Nayak, N. R., Kumar, S., Gupta, D., Suri, A., Naved, M., & Soni, M. (2022). Network mining techniques to analyze the risk of the occupational accident via bayesian network. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 13(Suppl 1), 633-641.
- Negnevitsky, M., 2005. *Artificial Intelligence A Guide to Intelligent Systems* Second Edition. Addison-Wesley
- Oğan, H., 2014, Sağlık çalışanları için işçi sağlığı ve güvenliği, *Türk Tabipleri Birliği Yayınları*, Ankara.
- Öztemel, E. (2003). *Yapay Sinir Ağları*. Papatya Yayıncılık, İstanbul.
- Özupak, Y., & Aslan, E. (2024). Using artificial neural networks to improve the efficiency of transformers used in wireless power transmission systems for different coil positions. *Revue Roumaine Des Sciences Techniques—Série Électrotechnique Et Énergétique*, 69(2), 195-200.
- Paçal, İ., & Kunduracıoğlu, İ. (2024). Data-Efficient Vision Transformer Models for Robust Classification of Sugarcane. *Journal of Soft Computing and Decision Analytics*, 2(1), 258-271.
- Pacal, I., Alaftekin, M., & Zengul, F. D. (2024). Enhancing Skin Cancer Diagnosis Using Swin Transformer with Hybrid Shifted Window-Based Multi-head Self-attention and SwiGLU-Based MLP. *Journal of Imaging Informatics in Medicine*, 1-19.
- Raitoharju, J., Kiranyaz, S., & Gabbouj, M. (2015). Training radial basis function neural networks for classification via class-specific clustering. *IEEE transactions on neural networks and learning systems*, 27(12), 2458-2471.
- Ramana, V. V., & Shanmugam, D. (2024). Different meta-heuristic optimized radial basis function neural network models for short-term power consumption forecasting. *Advances in Engineering and Intelligence Systems*, 3(02), 63-82.
- Rosenblatt, F. (1960). *Perceptron simulation experiments*. Proceedings of the IRE, 48(3), 301-309.
- Sabet, M. F. A., Dahroug, A., & Hegazy, A. F. (2021, December). A Proposed model for field workers Injuries' prevention based on machine learning. In *2021 Tenth International Conference on Intelligent Computing and Information Systems (ICICIS)* (pp. 383-388). IEEE.
- Sadeghi, G., Pisello, A. L., Nazari, S., Jowzi, M., & Shama, F. (2021). Empirical data-driven multi-layer perceptron and radial basis function techniques in predicting the performance of nanofluid-based modified tubular solar collectors. *Journal of Cleaner Production*, 295, 126409.

- Sahmutoglu, I., Temizçeri, F. T., & Bozkus, E. (2021). Evaluation of occupational accidents with artificial neural networks in occupational health and safety management systems. https://www.researchgate.net/profile/Emine-Bozkus-2/publication/357285118_evaluation_of_occupational_accidents_with_artificial_neural_networks_in_occupational_health_and_safety_management_systems/links/61c4ca320ae6751c882f2371/evaluation-of-occupational-accidents-with-artificial-neural-networks-in-occupational-health-and-safety-management-systems.pdf
- Saini, L. M. (2008). Peak Load Forecasting using Bayesian Regularization, Resilient and Adaptive Backpropagation Learning based Artificial Neural Networks. *Electric Power Systems Research*, 78(7), 1302-1310.
- Şen, H., Efe, Ö. F., & Efe, B. (2023). Estimation of occupational accidents in Turkey until 2030. *Natural Resources and Technology*, 17(1), 26-32.
- Seyman M N., Taşpınar N., 2009. Çok katmanlı yapay sinir ağları kullanarak ofdm sistemlerinde kanal dengeleme. *5.Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09)*. 13–15 Mayıs 2009, Karabük, Türkiye.
- Somers, M. J., & Casal, J. C. (2009). Using artificial neural networks to model nonlinearity: The case of the job satisfaction—job performance relationship. *Organizational Research Methods*, 12(3), 403-417.
- Stripling, E., Baesens, B., Chizi, B., & vanden Broucke, S. (2018). Isolation-based conditional anomaly detection on mixed-attribute data to uncover workers' compensation fraud. *Decision Support Systems*, 111, 13-26.
- Tokdemir, O. B. ve Ayhan, B. U., 2019, Keskin bir cisim ile temas sonucu yaralanma kazalarının analitik hiyerarşi prosesi ve yapay sinir ağları ile analizi. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 10(1), 323-334.
- Türker, M., & Kanıt, R. (2020). Yapı üretim sürecindeki iş kazaları şiddetinin ön bilgilendirilmiş yapay öğrenme metodu ile tahmini. *Konya Journal of Engineering Sciences*, 8(4), 943-956.
- Yan, Z., Zhu, X., Wang, X., Ye, Z., Guo, F., Xie, L., & Zhang, G. (2023). A multi-energy load prediction of a building using the multi-layer perceptron neural network method with different optimization algorithms. *Energy Exploration & Exploitation*, 41(1), 273-305.
- Yu, X., Efe, M. O., & Kaynak, O. (2002). A General Backpropagation Algorithm for Feedforward Neural Networks Learning. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 13(1), 251-254.
- Zanchettin, C., Ludermir, T. B., & Almeida, L. M. (2011). Hybrid training method for MLP: optimization of architecture and training. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)*, 41(4), 1097-1109.
- Zhang, G. P. (2010). *Neural networks for data mining*. *Data mining and knowledge discovery handbook*. In Maimon and Rokach (Ed.) (pp. 419-444).