



## Bilimsel çalışmalarda kullanılan yapay zeka uygulamalarının ve trendlerinin incelenmesi

**Soner UZUNDURUKAN**

Süleyman Demirel Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Isparta  
[soneruzundurukan@sdu.edu.tr](mailto:soneruzundurukan@sdu.edu.tr) ORCID: 0000-0003-4080-6642, Tel: (246) 211 1204

**Kemal SAPLIOĞLU\***

Süleyman Demirel Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Isparta  
[kemalsaplioglu@sdu.edu.tr](mailto:kemalsaplioglu@sdu.edu.tr) ORCID: 0000-0003-0016-8690, Tel: (246) 211 1213

Geliş: 14.02.2018, Kabul Tarihi: 26.02.2018

### Öz

Çeşitli bilim alanlarındaki modelleme ve optimizasyon problemlerinin çözümünde yapay zeka algoritmalarının kullanımı gün geçtikçe artan bir trende sahiptir. Bilgisayar teknolojisindeki gelişmelerle birlikte yeni algoritmaları kullanan optimizasyon ve modelleme çalışmaları literatüre girmektedir. Bu çalışmada literatürde kullanılan bazı yapay zeka algoritmaları hakkında incelemeler yapılmış ve sunulmuştur. İncelenen algoritmalar Yapay Sinir Ağları, Bulanık Mantık, Adaptif Sinirsel Bulanık Çıkarım Sistemi, Genetik Algoritmalar, Yapay Arı Kolonisi, Karınca Kolonisi, Diferansiyel Gelişim Algoritması, Parçacık Sürüsü, Kedi Sürüsü Armoni Arama, Tabu Arama, Dağınık Arama ve Tepe Tırmanma Algoritmaları olarak dikkate alınmıştır.

Çalışmada, incelenen algoritmalar hakkında bazı istatistiksel bilgiler verilmiştir. Yapay zeka algoritmalarının kullanıldığı zaman aralıkları, bu zaman aralıklarında yıllara bağlı yayın sayıları, bu yayınların toplam yayınlara oranları, bu çalışmada incelenen algoritmaları en çok kullanan araştırmacıların bulunduğu ülke sıralaması, ülkemizde bu çalışmalara katkısı olan üniversitelerin sıralaması ve algoritmaların yaygın olarak kullanıldığı bilim alanları hakkında bilgiler verilmiştir. Son aşamada ise yapılan yayınların eğilimleri Mann-Kendall test istatistiği ile araştırılmış ve gelecekteki yayın potansiyellerinden bahsedilmiştir. İncelenen algoritmalar arasında Kedi Sürüsü Algoritması dışındaki tüm algoritmalarda %95 güven aralığında artan bir trend tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yapay Zeka Algoritmaları; Mann-Kendall; Yapay Sinir Ağları; Bulanık Mantık; ANFİS; Genetik Algoritmalar;

\* Yazışmaların yapılacağı yazar

## Giriş

Çeşitli bilim alanlarındaki modelleme ve optimizasyon problemlerinin çözümünde yapay zeka algoritmalarının kullanımı gün geçtikçe artan bir trende sahiptir. Aynı zamanda mevcut algoritmalara yeni yöntemlerin eklendiği görülmektedir. Örneğin Yapay Sinir Ağları (YSA), Bulanık Mantık, Adaptif Sinirsel Bulanık Çıkarım Sistemi (ANFİS) ve Genetik Algoritmalar (GA) en çok kullanılan yapay zeka uygulamalarındandır.

YSA öğrenen bilgisayar sistemleridir. Birbirine bağlı yapay sinir hücrelerinden oluşurlar. Her bir bağlantı noktasına farklı ağırlıklar atanır. Eğitim için kendisine verilen veri setlerini kullanarak öğrenme işlemi gerçekleştirirler (Saplıoğlu, 2010). Öğrenmenin çok iyi olduğu durumlarda sonuç kesinliği yoktur. Bazen eğitim aşaması tamamen ezberleme mantığı ile de çalışabilmektedir. Bu nedenle mutlaka test verisi ayrılmalı ve öğrenme aşamasında elde edilen fonksiyonlar test için ayrılan verilerle denetlenmelidir. Eksik bilgi ile çalışabilmesi ve benzerlikler altında karar verebilmesi bu sistemin hemen hemen her alanda kullanılabilmesine olanak sağlamaktadır (Öztemel, 2012). YSA uygulamaları mühendisliğin birçok alanında sıklıkla kullanılmaktadır. Yağış- Akış modellemeleri (Nourani, 2017; Chang, et al., 2017), toprak erozyonunun (Gholami, et al., 2018), mekanik parçaların mukavemeti (Shabani a & Mazahery, 2011) ve rezervuar kapasite tahminleri (Adibifard, et al., 2014) gibi çeşitli konularda kullanılmıştır.

Bulanık Mantık Modelleri diğer modellerden farklı olarak uzman görüşü tarafından eğitilirler. Uzmanların görüşü alınarak oluşturulan modeller deneysel veya matematiksel sonuçlarla karşılaştırılarak doğruluğu tespit edilir. Bu yöntemin çıkış mantığı kümeleme sisteminin daha esnek olması üzerine kurulmuştur. Herhangi bir olayın doğruluğu veya yanlışlığı belli ağırlıklar çerçevesinde kabul edilebilir. Bulanık mantık üzerine mühendisliğin pek çok dalında çalışmalar yapılmıştır. Örneğin

sıkıştırılmış betonun basınç-gerilme ilişkisinin tahmini (Sahin & Bedirhanoglu, 2014), açık kanalların optimum dizaynı (Fuat, 2009), çalışma alanlarındaki sağlıklı ve konforlu ses seviyesinin belirlenmesi (Aluclu, et al., 2008), zemin sınıflandırılması (Toksoz, et al., 2016), geotermal sistemlerdeki minerallerin bulanık olarak kontrol edilmesi (Haklidir & Haklidir, 2017) ve taşımacılığın mevsimsel etki dikkate alınarak düzenlenmesi (Ülengin, et al., 2017) gibi pek çok alanda kullanılmaktadır.

ANFİS, Bulanık Mantık ve YSA modellerini hibrit olarak birleştiren bir modelleme yöntemidir. Bulanık Mantıktan farkı kuralların mevcut veriler kullanılarak otomatik olarak elde edilmesine dayanır. Mıknatıslı senkron motorların çekirdek dirençlerinden dolayı oluşan kayıpların tahmini (Erdoğan & Ozdemir, 2016), sediment taşınımının modellenmesi (Ebtehaj & Bonakdari, 2017), büyük depremlerin sismik dalga hareketinin tahmini (Chaudhur, et al., 2018), internet erişim sensörlerinin yerlerinin belirlenmesi (Baccar, et al., 2017) sıkıştırılmış zeminlerde şişme potansiyelinin belirlenmesi (Kayadelen, et al., 2009), buhar sıkıştırılmalı soğutma sistemlerinde enerjisel performansın belirlenmesi (Gill & Singh, 2017) ve delikli polimer liflerin çekme miktarının belirlenmesi (Salim, 2017) gibi pek çok konuda kullanılmaktadır.

GA, biyolojideki gen, kalıtım, mutasyon, doğal seleksiyon ve çaprazlama gibi evrim ile ilgili kavramlardan ilham alan algoritmalarıdır. GA temel olarak, ilgilenilen optimizasyon probleminin çözümü için olası çözüm adaylarının (kromozomların) bulunduğu popülasyon üzerinde yapılan genetik işlemlere dayanır. Öncelikle rastgele genlerden oluşan kromozomlardan teşkil edilen bir popülasyon oluşturulur. Bir sonraki nesle aktarılacak kromozomlar, uygunluk fonksiyonu kullanılarak hesaplanan uygunluk değerine bağlı olarak seçilir. Uygunluk değeri daha yüksek kromozomlar elde etmek amacıyla, seçilen kromozomlar üzerinde çaprazlama işlemi yapılır. Ayrıca yerel minimum çözüm elde etme riskini azaltmak amacıyla mutasyon işlemiyle

popülasyondaki kromozom çeşitliliği artırılabilir ve çözüm kümesi genişletilebilir. İstenilen uygunluk değerine ulaşıncaya kadar iteratif işlemlerle süreç tekrarlanır (Haznedar, et al., 2017). Mikro aralıklı verilerin sınıflandırılması (Bilen, et al., 2015), doğal gaz ihtiyacının modellenmesi (Özdemir, et al., 2016), nehir akımlarının tahmini (Keskin & Taylan, 2009), sezgisel araç yönlendirme sistemleri (Kuscu & Kucuksille, 2011) robotların ve robot parçalarının hareketlerinin oluşturulması (Gultekin, et al., 2017), ön gerilmeli beton kirişlerin optimum dizaynı (Turkeli & Ozturk, 2017) ve mikro dalga transistörlerinin performans analizi (Yidirim, et al., 2017) gibi pek çok alanda kullanılmaktadır. Ayrıca genetik algoritma ve doğrusal olmayan programlama kullanılarak baraj işletme modelleri geliştirilmiş ve birbiri ile karşılaştırılmıştır (Arslan, 2013; Arslan, 2015; Arslan, 2016).

Yapay arı kolonisi (YAK) algoritması, bal arılarının besin arama davranışlarına dayanan nümerik bir optimizasyon algoritmasıdır. Algoritmada dikkate alınan problemin muhtemel çözümleri, besin kaynağı; muhtemel çözümler için uygunluk değerleri ise besin kaynağındaki nektar miktarı olarak değerlendirilmektedir. YAK algoritmasında arama uzayında optimum çözümü bulmak amacıyla uçan kaşif, işçi ve gözcü arı olmak üzere üç tip arı bulunmaktadır. İşçi arılar besin kaynağından kovana nektar taşır ve besin kaynağının komşuluğunda yeni besin kaynakları ararlar. Gözcü arılar, işçi arıların getirdiği nektar miktarına bağlı olarak hangi besin kaynağının seçilmesi gerektiğini belirler. Nektarı tükenen besin kaynağında görevli işçi arı ise kaşif arıya dönüşerek yeni kaynaklar keşfetmek amacıyla arama uzayında rastgele arama yapmaya devam ederler. Bu algoritmadan pek çok mühendislik probleminin çözümünde faydalanılmıştır. Örneğin, bir havza içerisinde su kalitesi izleme ağı kurulması (Perez, et al., 2017), yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin gruplanması (Chehreghan & Abbaspour, 2017) biomedikal alanlarda uzaktan yönetimli ilaç verme problemlerinin çözümü (Guo, et al., 2018) ve

küçük ölçekli helikopterlerin optimum kontrolünün sağlanması (Ma, et al., 2017) gibi pek çok konuda kullanılmaktadır.

Karınca kolonisi algoritması, karıncaların yuvaları ve besin kaynakları arasındaki en kısa yolu bulmak için sergiledikleri besin arama davranışını taklit eden bir algoritmadır. Bir karınca besin kaynağı ararken yuvasına yakın bölgeleri rastgele taramakta, besin kaynağını bulduktan sonra, bir miktar besini yuvasına taşıırken takip ettiği yola zamanla buharlaşan ve feromon adı verilen kimyasal haberci salgılamaktadır. Feromonun buharlaşması nedeniyle olası rotalardan en kısa olanında daha fazla feromon birikmektedir. Kolonideki herhangi bir karınca tarafından herhangi bir rotanın seçilme olasılığı ise o rota üzerindeki feromon miktarına bağlı olarak artmaktadır. Dolayısıyla, feromon miktarı, kolonideki diğer karıncaların besin kaynağına ulaşması için yol gösterici olmaktadır. Yapay karınca kolonisi algoritmasında, öncelikle problemin doğasına uygun olarak karınca sayısı seçilmekte ve karıncaların tercih ettiği rotalardaki feromon miktarını kayıt altına alan feromon matrisine başlangıç değerleri atanmaktadır. Karıncaların rota seçimini etkileyen olasılık matrisi oluşturulmaktadır. Başlangıç noktasının seçimi, feromon bırakma, buharlaşma oranı ve feromon güncellemesi ile ilgili kurallar belirlendikten sonra her bir karınca kendi başlangıç noktasından hareket ettirilerek, arama algoritmaları ile en yüksek feromon konsantrasyonlarına sahip rotalar belirlenmektedir. Algoritmada feromonun konsantrasyonunun yüksekliği, göz önüne alınan problemin kaliteli çözümlerinin göstergesi olarak kullanılmaktadır. Örneğin, taşkın haritalanması (Termeh, et al., 2018) ve tünellerdeki yeraltı suyu problemlerinin çözümü (Marwana, et al., 2016) gibi uygulamalarda kullanılmaktadır.

Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO), kuş ve balık gibi sürüler halinde hareket eden canlıların yiyecek arama ve güvenlik davranışlarından ilham alınarak geliştirilmiş bir optimizasyon yöntemidir. Parçacık olarak isimlendirilen her

bir birey, arama uzayındaki (sürü) tekil çözümleri ifade etmektedir. Parçacıklar konum ve hız olmak üzere iki vektörel bileşene sahiptir. Sürüdeki tüm parçacıklar rastgele bir değerle arama işlemine başlamakta ve konumunu, sürünün en iyi konumuna sahip bireyine yaklaştıracak şekilde güncellemektedir. İteratif güncellemelerle optimum çözüm bulunmaya çalışılır. Yağış akış modellerinden (Niu, et al., 2018) robotik kontrol sistemlerine (Chen & Zhang, 2018) kadar birçok alanda kullanılmaktadır.

Armoni arama algoritması müzik tabanlı bir algoritma olup müzisyenlerin en uyumlu armoniye bulmak için izledikleri yolu taklit eder. Öncelikle incelenen probleme ait çözüm parametreleri belirlenir. Bu parametrelere başlangıç değerleri atanarak uygunluk değeri belirlenir. İyi sonuçlar armoni hafızasında tutulurken en kötü sonuçlar hafızadan çıkarılır. Bu işlem en iyiyi bulana kadar devam ettirilir. Sulak alanların işletmesi (Xie, et al., 2012) gibi konularda bu algoritma yönteminden faydalanılmıştır.

Tabu araştırma algoritması, çözüm uzayında yeni çözümler oluşturmak amacıyla, önceki adımlarda elde edilen bilgileri saklayan esnek bir hafızaya sahiptir. Algoritmada mevcut çözümler belli ölçülerde değiştirilerek yeni çözüm kümeleri üretilir. Çözüm uzayındaki yerel minimuma takılma riskini engellemek amacıyla tabu listesi oluşturularak, mevcut çözüme uygulanmasına izin verilmeyen değişiklikler tabu listesine kaydedilir. Belirlenmiş durdurma kriterine ulaşıncaya kadar, mevcut tabu listesine uygun olarak üretilen çözüm kümeleri ve tabu listeleri güncellenerek, en iyi çözüm elde edilmeye çalışılır. Nükleer güç teknolojilerinden (Wu, et al., 2016) tümörlerin sınıflandırılmasına (Shen, et al., 2008) kadar pek çok çalışmada kullanılmıştır.

Diferansiyel Gelişim Algoritması GA'da bulunan çaprazlama, mutasyon ve seçim işlemlerini kullanan popülasyon temelli bir optimizasyon algoritmasıdır. Popülasyon

büyüklüğü, mutasyon faktörü ve çaprazlama oranı gibi parametreleri kullanarak popülasyon (çözüm kümesi) içerisindeki rastgele seçilen kromozomlardan (çözümler) yeni bir çözüm üretmek için kullanılmaktadır. Mevcut çözüm ve yeni çözüm kıyaslanarak uygunluk değeri daha iyi olan çözüm sonraki çözüm kümesine aktarılır ve bu şekilde tekrarlanan işlemler ile en iyi çözüme ulaşılmaya çalışılır. Telekomünikasyon (Seferoglu & Modiano, 2016) ve rüzgar türbinlerinin konumlandırılması (Song, et al., 2018) gibi alanlarda kullanılmıştır.

Tepe tırmanma algoritması görebildiği alan içerisinde aramaya yapan ve uygunluk değerine bağlı olarak bir sonraki çözüme adım adım hareket eden bir algoritmadır. Bu algoritma iki seçenekten birisine yönlendirme yaptığından dolayı yerel çözüme takılabilmektedir. İşlemleri hızlı olmasına rağmen optimum çözüme ulaşamama riski vardır. Karmaşık endüstriyel problemlerin çözümünde (Haydo, 2018) ve güneş pillerinin optimizasyonu (Pellet, et al., 2017) gibi alanlarda kullanılmıştır.

Dağınık Arama Algoritması çözüm kümesini rasgele oluşturan çözüm kümesinden en uygun çözümleri seçerek bir referans kümesi üretmektedir. Referans kümesindeki çözümlerin iyileştirilmesi için küme elemanları uygunluk değerlerine bağlı olarak en iyiden en kötüye doğru sıralanır. Alt kümeler oluşturup kombinasyon tamamlandıktan sonra iyileştirme işlemi yapılır. Daha iyi bir çözümle karşılaştığında, en kötü çözüm çıkartılarak referans kümesi güncellenir. Daha kötü bir çözüme ulaşıldığında ise popülasyondan yeni çözümler referans kümesine aktarılarak işlemler tekrarlanır. İstenilen kriterler sağlandığında algoritma sonlandırılır. Farklı alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Örneğin su kaynaklarının optimum kullanımı (Lerma, et al., 2015), patates cipsinin yağda kızarma süresinin belirlenmesi (Arias-Mendez, et al., 2013) ve giyilebilir sensörlü elbiselerle fiziksel aktivitelerin kısıtlanması (Arif, et al., 2015) gibi pek çok problemin çözümünde kullanılmaktadır. Kedi sürüsü algoritması, hayvanların hareketlerini inceleyerek oluşturulmuş

algoritmalarından bir tanesidir. Kedilerin arama ve izleme modlarını kullanır. Öncelikle arama kedileri oluşturulur. Bu kediler önceden belirlenmiş aralıktaki sayıları seçmek için rastgele dağıtılır. Ardından rastgele sayıda kedi seçim kriterine göre izleme moduna yerleştirilir. Her harekette kedilerin uygunluk değerleri hesaplanır ve en iyi sonuçlar hafızada tutulur. Bu işlem, sonlandırma şartı devreye girene kadar döngüye girer. Sonlandırma şartı sağlandığında döngü kırılır ve en iyi sonuç değerleri belirlenir. Literatürde az rastlanılmasına rağmen bazı alanlarda kullanılmaya başlamıştır. Örneğin kablosuz sensor ağı teknolojisinde bir odaya konabilecek ve etki alanı maksimum olacak en minimum sensor sayısının seçiminde (Temel, et al., 2014), optimum hazne kapasitesinin belirlenmesi (Bahrami, et al., 2018), sulama kanallarının boyutlandırılması (Liu, et al., 2016), yeraltı suyu yönetimi problemleri (Majumde & Eldho, 2016) ve robotik teknolojileri (Sun, et al., 2015) gibi pek çok alanda kullanılmaktadır.

Çalışmada yapay zeka uygulamaları hakkında bilgiler verilerek yapılan çalışmalar özetlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca çalışmanın uygulama ve bulgular kısmında çalışılan yöntemler hakkında bazı istatistiki bilgiler verilmiştir. Yapay zeka algoritmalarının kullanıldığı zaman aralıkları, bu zaman aralıklarında yıllara bağlı yayın sayıları, bu yayınların toplam yayınlara oranları, bu çalışmada incelenen algoritmaları en çok kullanan araştırmacıların bulunduğu ülke sıralaması, ülkemizde bu çalışmalara katkısı olan üniversitelerin sıralaması ve algoritmaların yaygın olarak kullanıldığı bilim alanları hakkında bilgiler verilmiştir. Son aşamada ise yapılan yayınların eğilimleri Mann-Kendall test istatistiği ile araştırılmış ve gelecekteki yayın potansiyellerinden bahsedilmiştir.

## Materyal ve Yöntem

Çalışmada elde edilen yayın sayıları ve istatistiksel bilgileri web of science'dan alınmıştır. Ayrıca çalışmada yapılan yayın sayılarının

yıllara göre değişimini tespit etmek amacı ile Mann-Kendall Trend testi kullanılmıştır.

## Mann-Kendall Trend Analizi

Mann – Kendall testi (Mann, 1945; Kendall, 1975) parametrik olmayan bir test olup data dağılımından ile ilgili değildir. Zaman serisi içerisinde bir trendin var olup olmadığını anlamak için hipotez testine bakılır. Hipotez sonucu olumsuz ise trend oluşumundan bahsedilebilir. Analiz yapılırken zaman serileri  $x_1, x_2, \dots, x_n$ ,  $(x_i, x_j)$  olmak üzere iki guruba ayrılır. Bu çiftlerden her  $x_i < x_j$  için  $i < j$  koşulu sağlanırsa P değeri bir artırılır tersi durumda yani  $\dots x_i > x_j$  koşulu için M bir artırılır. Daha sonra da test istatistiği tanımlanır.  $S=P-M$  (Saplıoğlu, et al., 2017).

$n > 10$  için Kendall korelasyon katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\mu_s = 0 \text{ ve } \sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} \quad (1)$$

$$z = \begin{cases} \frac{s-1}{\sigma_s} & s > 0 \\ 0 & s = 0 \\ \frac{s-1}{\sigma_s} & s < 0 \end{cases} \quad (2)$$

Elde edilen Z değeri normal dağılımda  $Z/2$  değerine karşılık gelen  $\alpha$  sayısından küçük ise hipotez kabul edilir ve trend olmadığı belirlenir. Şayet bu değer  $Z/2$  değerine karşılık gelen  $\alpha$  değerinden büyük ise hipotez reddedilir ve trend olduğu kabul edilir. Trendin olduğu durumlarda bulunan S değeri pozitif ise trendin artış eğiliminde olduğu, negatif ise trendin azalış yönünde olduğu belirlenir. Bu teste dataların dağılım ile uyumlu olmasına gerek olmadığı için pratik bir yöntemdir (Saplıoğlu, et al., 2014).

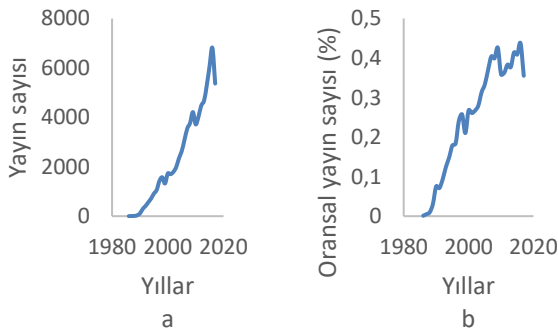
## Uygulama ve Başarımlar

Bu bölümde literatürde yaygın olarak kullanılan yapay zeka uygulamaları ile yapılan yayınların sayıca yıllara bağlı değişimleri, ilgili yıla ait

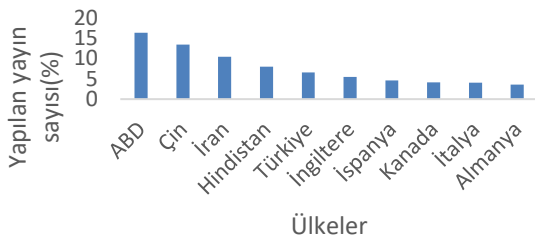
yapılan tüm yayınlar içindeki ağırlıkları, yöntemlerin kullanımının ülkelere, Türkiye’deki üniversitelere ve bilim dallarına göre değişimleri incelenmiştir.

#### a. YSA ile yapılmış yayınların analizleri

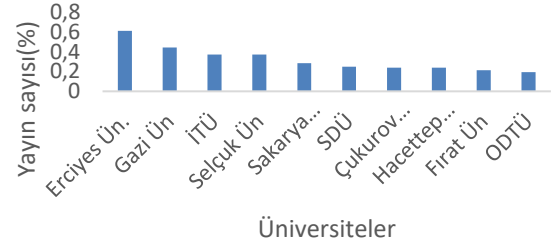
Yapılan analizlere bakıldığında YSA üzerine 1986 ile 2017 yılları arasında 47124 adet yayın yapılmıştır. Bu alanda 6813 yayınlı en çok yayın 2016 yılında yapılmıştır (Şekil 1 a). Aynı zamanda bu yayın sayısı 2016 yılında yapılmış toplam yayın sayısının onbinde 43 ünü oluşturmuştur ve yapılmış en yüksek oransal yıldır (Şekil 1 b). Bu alanda yapılan yayınların yaklaşık % 16 sı ABD üzerinden yapılırken Türkiye yaklaşık % 5,5 lik yayın oranı ile Dünyada 5. sırada yer almaktadır (Şekil 2). Türkiye’de bu konuda en çok yayın yapılan üniversite dünyada bu alanda yapılmış tüm yayınların onbinde 61’i ile Erciyes üniversitesidir (Şekil 3). Ayrıca bu yöntem ile yapılan yayınların yaklaşık % 24 ü mühendislik bilim dalında yapıldığı görülmektedir (Şekil 4).



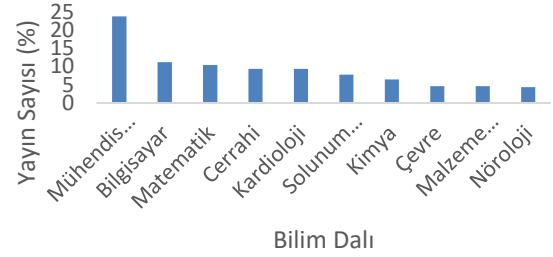
Şekil 1. (a) Yıllara göre YSA ile yapılan yayın sayıları (b) YSA ile yapılan yayınların yapılmış tüm yayınlara oranı



Şekil 2. Ülkelerin toplam yapılan YSA yayınlarının sayılarındaki yüzdesel katkıları



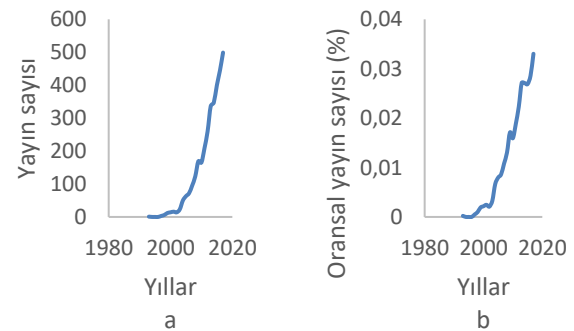
Şekil 3. Türkiye’deki üniversitelerin toplam yapılan YSA yayınlarının sayılarındaki yüzdesel katkıları



Şekil 4. YSA ile yapılan yayınların bilim dallarına göre yüzdesel dağılımı

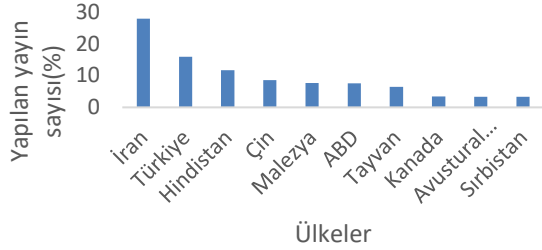
#### b. ANFİS ile yapılmış yayınların analizleri

Yapılan analizlere bakıldığında ANFİS üzerine 1993 ile 2017 yılları arasında 3339 adet yayın yapılmıştır. Bu alanda 499 yayınlı en çok yayın 2017 yılında yapılmıştır (Şekil 5. a). Aynı zamanda bu yayın sayısı 2017 yılında yapılmış toplam yayın sayısının yaklaşık onbinde 3’ünü oluşturmuştur ve yapılmış en yüksek oransal yıldır (Şekil 5. b). Bu alanda yapılan yayınların yaklaşık % 28 i İran üzerinden yapılırken Türkiye yaklaşık % 15,9 luk yayın oranı ile

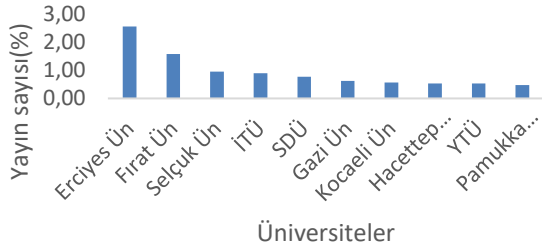


Şekil 5. (a) Yıllara göre ANFİS ile yapılan yayın sayıları (b) ANFİS ile yapılan yayınların yapılmış tüm yayınlara oranı

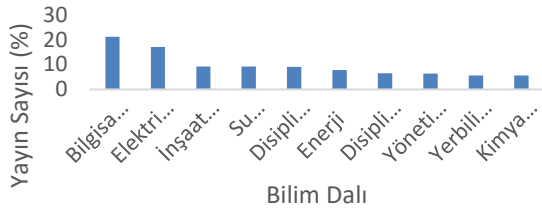
Dünyada 2. sırada yer almaktadır (Şekil 6). Türkiye’de bu konuda en çok yayın yapılan üniversite dünyada bu alanda yapılmış tüm yayınların % 2,58’i ile Erciyes Üniversitesi’dir (Şekil 7). Ayrıca bu yöntem ile yapılan yayınların yaklaşık % 21 i Yapay Zeka bilim dalında yapıldığı görülmektedir (Şekil 8).



Şekil 6. Ülkelerin toplam yapılan ANFİS yayınlarının sayılarındaki yüzdesel katkıları



Şekil 7. Türkiye’deki üniversitelerin toplam yapılan ANFİS yayınlarının sayılarındaki yüzdesel katkıları

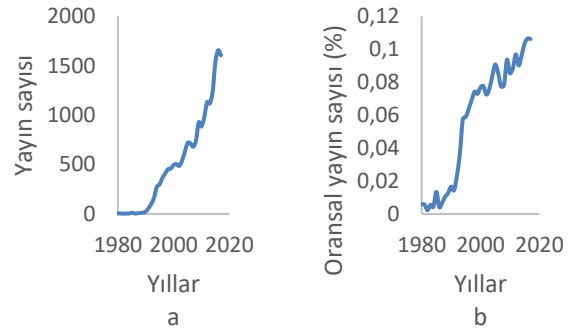


Şekil 8. ANFİS ile yapılan yayınların bilim dallarına göre yüzdesel dağılımı

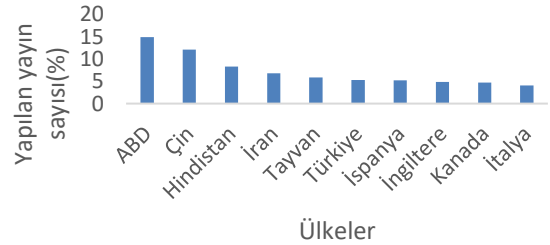
### c. Bulanık Mantık ile yapılmış yayınların analizleri

Yapılan analizlere bakıldığında Bulanık Mantık üzerine 1980 ile 2017 yılları arasında 19322 adet yayın yapılmıştır. Bu alanda 1657 yayınlı en çok yayın 2016 yılında yapılmıştır (Şekil 9. a). Aynı zamanda bu yayın sayısı 2016 yılında yapılmış toplam yayın sayısının yaklaşık binde 1’ini oluşturmuştur ve yapılmış en yüksek

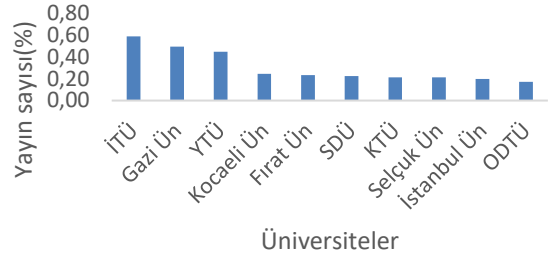
orsansal yıldır (Şekil 9. b). Bu alanda yapılan yayınların yaklaşık % 15 i ABD üzerinden yapılırken Türkiye yaklaşık % 5,3 lük yayın oranı ile Dünyada 6. sırada yer almaktadır (Şekil 10). Türkiye’de bu konuda en çok yayın yapılan üniversite dünyada bu alanda yapılmış tüm yayınların onbinde 58’i ile İstanbul Teknik Üniversitesi’dir (Şekil 11). Ayrıca bu yöntem ile yapılan yayınların yaklaşık % 23 ü Elektrik Elektronik bilim dalında yapıldığı görülmektedir (Şekil 12).



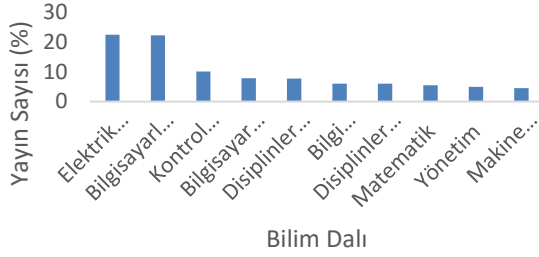
Şekil 9. (a) Yıllara göre FUZZY ile yapılan yayın sayıları (b) FUZZY ile yapılan yayınların yapılmış tüm yayınlara oranı



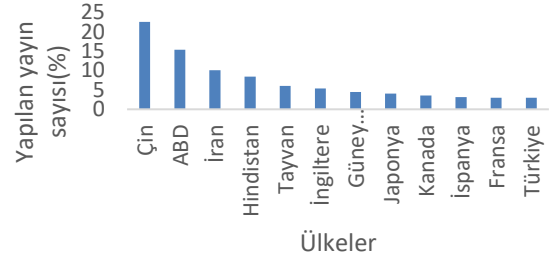
Şekil 10. Ülkelerin toplam yapılan Bulanık Mantık yayınlarının sayılarındaki yüzdesel katkıları



Şekil 11. Türkiye’deki üniversitelerin toplam yapılan Bulanık Mantık yayınlarının sayılarındaki yüzdesel katkıları



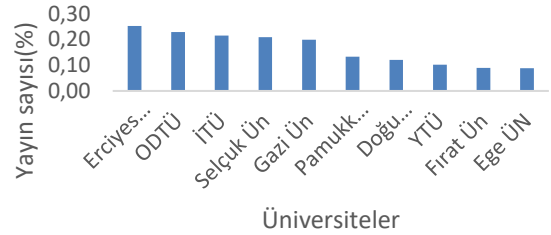
Şekil 12. Bulanık Mantık ile yapılan yayınların bilim dallarına göre yüzdesel dağılımı



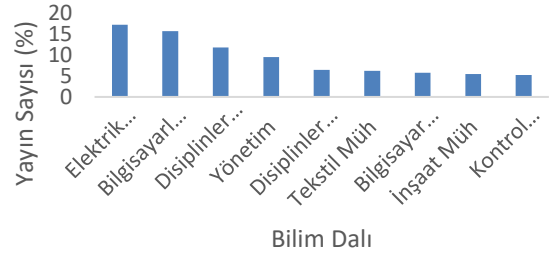
Şekil 14. Ülkelerin toplam yapılan Genetik Algoritma yayınlarının sayılarındaki yüzdesel katkıları

#### d. Genetik Algoritma ile yapılmış yayınların analizleri

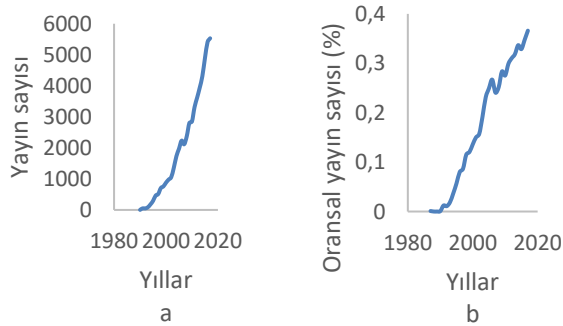
Yapılan analizlere bakıldığında Genetik Algoritma üzerine 1987 ile 2017 yılları arasında 54749 adet yayın yapılmıştır. Bu alanda 5531 yayınlara en çok yayın 2017 yılında yapılmıştır (Şekil 13. a). Aynı zamanda bu yayın sayısı 2017 yılında yapılmış toplam yayın sayısının yaklaşık onbinde 36'ünü oluşturmuştur ve yapılmış en yüksek oransal yıldır (Şekil 13. b). Bu alanda yapılan yayınların yaklaşık % 23 ü Çin üzerinden yapılırken Türkiye yaklaşık % 2,97 lik yayın oranı ile Dünyada 12. sırada yer almaktadır (Şekil 14). Türkiye'de bu konuda en çok yayın yapılan üniversite dünyada bu alanda yapılmış tüm yayınların % 0,25 ile Erciyes Üniversitesi'dir (Şekil 15). Ayrıca bu yöntem ile yapılan yayınların yaklaşık % 17 si Elektrik Elektronik Mühendisliği bilim dalında yapıldığı görülmektedir (Şekil 16).



Şekil 15. Türkiye'deki üniversitelerin toplam yapılan Genetik Algoritma yayınlarının sayılarındaki yüzdesel katkıları



Şekil 16. Genetik Algoritma ile yapılan yayınların bilim dallarına göre yüzdesel dağılımı



Şekil 13. (a) Yıllara göre Genetik Algoritma ile yapılan yayın sayıları (b) Genetik Algoritma ile yapılan yayınların yapılmış tüm yayınlara oranı

#### e. Yapay Arı Kolonisi ile yapılmış yayınların analizleri

Yapılan analizlere bakıldığında Yapay Arı Kolonisi üzerine 2004 ile 2017 yılları arasında 2011 adet yayın yapılmıştır. Bu alanda 458 yayınlara en çok yayın 2017 yılında yapılmıştır. Aynı zamanda bu yayın sayısı 2017 yılında yapılmış toplam yayın sayısının yaklaşık onbinde 3'ünü oluşturmuştur ve yapılmış en yüksek oransal yıldır. Bu alanda yapılan yayınların yaklaşık % 33 i Çin üzerinden yapılırken Türkiye yaklaşık % 12,1 lik yayın oranı ile Dünyada 3. sırada yer almaktadır. Türkiye'de bu konuda en çok yayın yapılan



üniversite dünyada bu alanda yapılmış tüm yayınların % 3,8'i ile Erciyes Üniversitesi'dir (**Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**). Ayrıca bu yöntem ile yapılan yayınların yaklaşık % 31 i Yapay Zeka bilim dalında yapıldığı görülmektedir.

#### **f. Yapay Karınca Kolonisi ile yapılmış yayınların analizleri**

Yapılan analizlere bakıldığında Yapay Arı Kolonisi üzerine 1993 ile 2017 yılları arasında 4669 adet yayın yapılmıştır. Bu alanda 596 yayınlı en çok yayın 2017 yılında yapılmıştır. Aynı zamanda bu yayının sayısı 2017 yılında yapılmış toplam yayının sayısının yaklaşık onbinde 4'ünü oluşturmuştur ve yapılmış en yüksek oransal yıldır. Bu alanda yapılan yayınların yaklaşık % 30 u Çin üzerinden yapılırken Türkiye yaklaşık % 4,05 lik yayın oranı ile Dünyada 7. sırada yer almaktadır. Türkiye'de bu konuda en çok yayın yapılan üniversite dünyada bu alanda yapılmış tüm yayınların % 0,79 ile Erciyes Üniversitesi'dir.. Ayrıca bu yöntem ile yapılan yayınların yaklaşık % 27 si Yapay Zeka bilim dalında yapıldığı görülmektedir.

#### **g. Dağınık arama algoritması ile yapılmış yayınların analizleri**

Yapılan analizlere bakıldığında Dağınık arama üzerine 1994 ile 2017 yılları arasında 471 adet yayın yapılmıştır. Bu alanda 51 yayınlı en çok yayın 2015 yılında yapılmıştır. Aynı zamanda bu yayının sayısı 2015 yılında yapılmış toplam yayının sayısının yaklaşık yüzbinde 3 ünü oluşturmuştur ve yapılmış en yüksek oransal yıldır. Bu alanda yapılan yayınların yaklaşık % 27 si İspanya üzerinden yapılırken Türkiye yaklaşık % 3,18 lik yayın oranı ile Dünyada 12. sırada yer almaktadır. Türkiye'de bu konuda en çok yayın yapılan üniversite dünyada bu alanda yapılmış tüm yayınların % 0,82 ile Bursa Yüksek Teknoloji Üniversitesi'dir. Ayrıca bu yöntem ile yapılan yayınların yaklaşık % 42 si Operasyonel Araştırma bilim dalında yapıldığı görülmektedir.

#### **h. Tabu araştırma algoritması ile yapılmış yayınların analizleri**

Yapılan analizlere bakıldığında Tabu araştırma algoritması üzerine 1990 ile 2017 yılları arasında 5182 adet yayın yapılmıştır. Bu alanda 385 yayınlı en çok yayın 2016 yılında gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda bu yayının sayısı 2016 yılında yapılmış toplam yayının sayısının yaklaşık onbinde 2,5'luk ünü oluşturmuştur ve yapılmış en yüksek oransal yıldır. Bu alanda yapılan yayınların yaklaşık % 16 sı ABD üzerinden yapılırken Türkiye yaklaşık % 5,08 lik yayın oranı ile Dünyada 9. sırada yer almaktadır. Türkiye'de bu konuda en çok yayın yapılan üniversite dünyada bu alanda yapılmış tüm yayınların % 0,93 ile Erciyes Üniversitesi'dir. Ayrıca bu yöntem ile yapılan yayınların yaklaşık % 42 si Operasyonel Araştırma bilim dalında yapıldığı görülmektedir.

#### **i. Tepe tırmanma algoritması ile yapılmış yayınların analizleri**

Yapılan analizlere bakıldığında tepe tırmanma algoritması üzerine 1986 ile 2017 yılları arasında 19322 adet yayın yapılmıştır. Bu alanda 1657 yayınlı en çok yayın 2016 yılında gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda bu yayının sayısı 2016 yılında yapılmış toplam yayının sayısının yaklaşık binde 1 lik kısmını oluşturmuştur ve yapılmış en yüksek oransal yıldır. Bu alanda yapılan yayınların yaklaşık % 15 i ABD üzerinden yapılırken Türkiye yaklaşık % 5,32 lik yayın oranı ile Dünyada 6. sırada yer almaktadır. Türkiye'de bu konuda en çok yayın yapılan üniversite dünyada bu alanda yapılmış tüm yayınların % 0,58 ile İstanbul Teknik Üniversitesi'dir. Ayrıca bu yöntem ile yapılan yayınların yaklaşık % 42 si Elektrik Elektronik Mühendisliği Araştırma bilim dalında yapıldığı görülmektedir.

#### **j. Diferansiyel gelişim algoritması ile yapılmış yayınların analizleri**

Yapılan analizlere bakıldığında Diferansiyel gelişim algoritması üzerine 1990 ile 2017 yılları arasında 6409 adet yayın yapılmıştır. Bu alanda 1051 yayınlı en çok yayın 2016 yılında

gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda bu yayın sayısı 2016 yılında yapılmış toplam yayın sayısının yaklaşık onbinde 7 lik kısmını oluşturmuştur ve yapılmış en yüksek oransal yıldır. Bu alanda yapılan yayınların yaklaşık % 30 u Çin üzerinden yapılırken Türkiye yaklaşık % 3,99 luk yayın oranı ile Dünyada 7. sırada yer almaktadır. Türkiye’de bu konuda en çok yayın yapılan üniversite dünyada bu alanda yapılmış tüm yayınların % 1,22 ile Erciyes Üniversitesidir. Ayrıca bu yöntem ile yapılan yayınların yaklaşık % 26 sı Bilgisayarlı Yapay Zeka alanında yapıldığı görülmektedir.

#### k. Armoni arama ile yapılmış yayınların analizleri

Yapılan analizlere bakıldığında Armoni arama üzerine 2001 ile 2017 yılları arasında 1418 adet yayın yapılmıştır. Bu alanda 270 yayınlı en çok yayın 2016 yılında gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda bu yayın sayısı 2016 yılında yapılmış toplam yayın sayısının yaklaşık onbinde 1,7 lik kısmını oluşturmuştur ve yapılmış en yüksek oransal yıldır. Bu alanda yapılan yayınların yaklaşık % 26 sı İran üzerinden yapılırken Türkiye yaklaşık % 9 luk yayın oranı ile Dünyada 4. sırada yer almaktadır. Türkiye’de bu konuda en çok yayın yapılan üniversite dünyada bu alanda yapılmış tüm yayınların % 1,69 ile Pamukkale Üniversitesidir. Ayrıca bu yöntem ile yapılan yayınların yaklaşık % 23 ü Bilgisayarlı Yapay Zeka alanında yapıldığı görülmektedir.

#### l. Parçacık arama ile yapılmış yayınların analizleri

Yapılan analizlere bakıldığında Parçacık arama üzerine 1993 ile 2017 yılları arasında 18983 adet yayın yapılmıştır. Bu alanda 1370 yayınlı en çok yayın 2017 yılında gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda bu yayın sayısı 2017 yılında yapılmış toplam yayın sayısının yaklaşık binde 2 lik kısmını oluşturmuştur ve yapılmış en yüksek oransal yıldır. Bu alanda yapılan yayınların yaklaşık % 35 i Çin üzerinden yapılırken Türkiye yaklaşık % 2,7 lik yayın oranı ile Dünyada 9. sırada yer almaktadır. Türkiye’de bu konuda en çok yayın yapılan

üniversite dünyada bu alanda yapılmış tüm yayınların % 0,34 ile Erciyes Üniversitesidir. Ayrıca bu yöntem ile yapılan yayınların yaklaşık % 26 ü Elektrik Elektronik bilim dalında yapıldığı görülmektedir.

#### m. Kedi Sürüsü ile yapılmış yayınların analizleri

Yapılan analizlere bakıldığında Kedi Sürüsü üzerine 2012 ile 2017 yılları arasında 66 adet yayın yapılmıştır. Bu alanda 22 yayınlı en çok yayın 2016 yılında gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda bu yayın sayısı 2016 yılında yapılmış toplam yayın sayısının yaklaşık yüzbinde 1,4 lük kısmını oluşturmuştur ve yapılmış en yüksek oransal yıldır. Bu alanda yapılan yayınların yaklaşık % 53 ü Hindistan üzerinden yapılırken Türkiye de sadece 2 tane yayın oranı ile Dünyada 9. sırada yer almaktadır. Türkiye’de üniversiteler üzerinden yapılmış herhangi bir yayın bulunmamaktadır. Ayrıca bu yöntem ile yapılan yayınların yaklaşık % 30 u Elektrik Elektronik bilim dalında yapıldığı görülmektedir.

#### Trend Analizleri

Tablo 1. Yapay Zeka uygulamalarının trend analizleri

Model	Y. sayısı z değeri	Y. oranı z değeri
Fuzzy	8,30	7,77
Tepe T.	8,29	7,79
Gen Al	7,83	7,69
YSA	7,76	6,89
Tabu A.	6,97	4,99
Diff. G.	6,81	6,71
Karınca K.	6,63	6,44
Anfis	6,65	6,49
Gen Prog.	6,54	5,42
Parçacık A.	5,68	5,68
Armoni A.	5,14	5,19
Dağmık A	4,63	3,27
Arı K.	4,48	4,38
Kedi Sürüsü	1,87	1,87

Bu bölümde literatürde sıklıkla kullanılan Yapay Zeka uygulamalarının hem sayısal hemde oransal değerlerinin trendleri analiz edilmiş ve tablo halinde gösterilmiştir(Tablo 1).

Elde edilen sonuçlar irdelendiğinde hem oransal hemde sayısal değerlerde en yüksek artışın Bulanık Mantık üzerine yapılan çalışmalarda olduğu görülmüştür. Ayrıca Kedi Sürüsü algoritması dışında diğer tüm uygulamaların % 95 ve üzeri anlamlılık düzeyinde trendi desteklediği Kedi sürüsünde ise bu değer % 95 anlamlılık düzeyinin altında olduğu anlaşılmaktadır.

## Sonuçlar ve Tartışma

Çalışmada yapay zeka uygulamaları ve kullanım alanları araştırılmaya çalışılmıştır. Seçilen yapay zeka uygulamaları üzerine yapılan çalışmaların yıllara bağlı değişimi incelenmiş ve en çok kullanılan 4 algoritma için grafiksel olarak sunulmuştur. Ayrıca seçilen algoritmaları kullanan bilimsel makalelerin o yıl içerisinde basılan tüm bilimsel makalelere oranı incelenerek bu algoritmaların kullanım yıllara bağlı tercih edilme seviyesi tespit edilmiştir. Web of Science’de taranan dergi sayısına bağlı olarak yapılan bilimsel makalelerin sayısı da yıllara bağlı olarak bir artış göstermektedir. Aynı şekilde bu yayında incelenen algoritmaları kullanan makalelerde de bir artış söz konusudur. Gerçekçi bir trend analizi yapabilmek için

## Kaynaklar

- Adibifard, M., Tabatabaei-Nejad, S., ve Khodapanah, E. (2014). Artificial Neural Network (ANN) to estimate reservoir parameters in Naturally Fractured Reservoirs using well test data. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 122, 585-594.
- Aluclu, I., Dalgic, A., ve Toprak, Z. (2008). A fuzzy logic-based model for noise control at industrial workplaces. *Applied Ergonomics*, 39, 3, 368-378.
- Arias-Mendez, A., Warning, A., Datta, A., ve Balsa-Canto, E. (2013). Quality and safety driven optimal operation of deep-fat frying of potato chips. *Journal of Food Engineering*, 119, 1, 125-134.
- Arif, M., Kattan, A., ve Ahamed, S. (2015). Classification of physical activities using wearable sensors. *Intelligent Automation ve Soft Computing*, 23, 1, 21-30.
- Arslan, O., (2013). Karacaören I ve II Barajları'nın optimum işletme modeli'nin oluşturulması, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

oransal değişim incelenmiş ve trend analizi hem yayın sayısı hem de bu yayınların yıllara bağlı oransal değişimleri için yapılmıştır.

Söz konusu yapay zeka uygulamalarının hangi ülkeler tarafından kullanıldığı, ülkemizin bu çalışmalar üzerindeki payı ve bu pay içerisinde hangi üniversitemizin daha çok katkısı olduğunun araştırılması da çalışmanın bir diğer katkısıdır. Son olarak seçilen yapay zeka uygulamaları üzerine yapılan çalışmaların trendsel olarak değişimleri de incelenmiştir.

İncelemeler sonucunda YSA'nın yapay zeka modelleri arasında üzerinde en çok çalışma yapılan uygulama olduğu görülmüştür. Eğilimsel olarak bakıldığında Kedi sürüsü hariç, incelenen yöntemlerin tamamının % 95 ve üzeri trende sahip olduğu tespit edilmiştir. Çalışmaların büyük çoğunluğunun Çindeki araştırmacılar tarafından yapıldığı, ülkemizin de bu alanda genellikle ilk sıralarda yer aldığı ve yapay zeka ile ilgili uygulamalara katkı sağladığı görülmüştür. Ayrıca çalışmaların Bilgisayar Mühendisliği bilim dalında yoğunlaşması da çalışmanın bir başka sonucudur.

- Arslan, O., (2015). An Optimization Model For The Management Of Multi-Objective Water Resources Systems With Multiple Dams In Series. *Fresenius Environmental Bulletin*, 24, 10, 3100.
- Arslan O., (2016). Maximizing the total power in a water resources system, *Proceedings, 12th International Congress on Advances in Civil Engineering (ACE2016)*, 1-8, İstanbul.
- Baccar, N., Jridi, M., ve Bouallegue, R. (2017). Adaptive Neuro-Fuzzy Location Indicator in Wireless Sensor Networks. *Wireless Personal Communications*, 97, 2, 3165-3181.
- Bahrami, M., Bozorg, H., ve Chu, X. (2018). Application of Cat Swarm Optimization Algorithm for Optimal Reservoir Operation. *Journal Of Irrigation And Drainage Engineering*, 144, 1.
- Bilen, M., Işık, A., ve Yiğit, T. (2015). A Hybrid Artificial Neural Network-Genetic Algorithm Approach for Classification of Microarray Data., 339-342. *Malatya/Türkiye*.
- Chang, T., Talei, A., Alaghmand, S., ve Ooi, M. (2017). Choice of rainfall inputs for event-based rainfall-runoff modeling in a catchment with

- multiple rainfall stations using data-driven techniques. *Journal of Hydrology*, 545, 100-108.
- Chaudhur, S., Chowdhury, A., ve Das, P. (2018). Implementation of Sugeno: ANFIS for forecasting the seismic moment of large earthquakes over Indo-Himalayan region. *Natural Hazards*, 90, 1, 391-405.
- Chehregan, A., ve Abbaspour, R. (2017). An Improvement on the Clustering of High-Resolution Satellite Images Using a Hybrid Algorithm. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 45, 4, 579-590.
- Chen, S., ve Zhang, T. (2018). Force control approaches research for robotic machining based on particle swarm optimization and adaptive iteration algorithms. *Industrial Robot: the international journal of robotics research and application*, 45, 1, 141-151.
- Ebtehaj, I., ve Bonakdari, H. (2017). Design of a fuzzy differential evolution algorithm to predict non-deposition sediment transport. *Applied Water Science*, 7, 8, 4287-4299.
- Erdoğan, H., ve Ozdemir, M. (2016). Neuro-Fuzzy Approach on Core Resistance Estimation at Loss Minimization Control of Permanent Magnet Synchronous Motor. *Elektronika Ir Elektrotehnika*, 22, 3, 7-12.
- Fuat, Z. (2009). Flow Discharge Modeling in Open Canals Using a New Fuzzy Modeling Technique (SMRGT). *Clean-Soil Air Water*, 37, 9, 742-752.
- Gholami, V., Booij, M., Tehrani, E., ve Hadian, M. (2018). Spatial soil erosion estimation using an artificial neural network (ANN) and field plot data. *Catena*, 163, 210-218.
- Gill, J., ve Singh, J. (2017). Energetic and exergetic performance analysis of the vapor compression refrigeration system using adaptive neuro-fuzzy inference system approach. *Experimental Thermal and Fluid Science*, 88, 246-260.
- Gultekin, H., Coban, B., ve Akhlaglaghi, V. (2017). Cyclic scheduling of parts and robot moves in m-machine robotic cells. *Computers ve Operations Research*, 90, 161-172.
- Guo, X., Lu, Z., Cui, H., Lui, B., Jiannq, Q., ve Wang, S. (2018). Modelling and solving the position tracking problem of remote-controlled gastrointestinal drug-delivery capsules. *Biomedical Signal Processing and Control*, 39, 213-218.
- Haklidir, F., ve Haklidir, M. (2017). Fuzzy control of calcium carbonate and silica scales in geothermal systems. *Geothermics*, 70, 230-238.
- Haydo, P. (2018). From Morphological Analysis to optimizing complex industrial operation scenarios. *Technological Forecasting and Social Change*, 126, 147-160.
- Haznedar, B., Arslan, M., ve Kalınlı, A. (2017). Karaciğer Mikroarray Kanseri Verisinin Sınıflandırılması için Genetik Algoritma Kullanarak ANFIS'in eğitilmesi. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21, 1, 54-62.
- Kayadelen, C., Taşkiran, T., ve Günaydın, O. (2009). Adaptive neuro-fuzzy modeling for the swelling potential of compacted soils. *Environmental Earth Sciences*, 59, 109-115.
- Kendall, M. (1975). *Rank Correlation Methods*. London: Charles Griffin.
- Keskin, M., ve Taylan, E. (2009). Artificial Models for Interbasin Flow Prediction in Southern Turkey. *Journal of Hydrologic Engineering*, 14, 7, 752-758.
- Kuscu, O., ve Kucuksille, E. (2011). Heuristic Methods in Vehicle Routing Systems. *Elektronika Ir Elektrotehnika*, 1, 65-70.
- Lerma, N., Paredes-Arquiola, L., Andreu, J., Solera, A., ve Sechi, G. (2015). Assessment of evolutionary algorithms for optimal operating rules design in real Water Resource Systems. *Environmental Modelling ve Software* 69, 425-436.
- Liu, D., Hu, Y., Fu, Q., ve Imran, K. (2016). Optimizing channel cross-section based on cat swarm optimization. *Water Science And Technology-Water Supply*, 19, 1, 219-228.
- Ma, R., Wu, H., ve Ding, L. (2017). Artificial bee colony optimised controller for small-scale unmanned helicopter. *Aeronautical Journal*, 121, 1246, 1879-1896.
- Majumde, P., ve Eldho, T. (2016). A New Groundwater Management Model by Coupling Analytic Element Method and Reverse Particle Tracking with Cat Swarm Optimization. *Water Resources Management*, 30, 6, 1953-1972.
- Mann, H. (1945). Non-parametric test against trend. *Econometrika*, 13, 245-259.
- Marwana, A., Zhoua, M., Abdelrehim, M., ve Meschke, G. (2016). Optimization of artificial ground freezing in tunneling in the presence of seepage flow. *Computers and Geotechnics*, 75, 112-125.
- Niu, W., Feng, Z., Cheng, C., ve Zhou, J. (2018). Forecasting Daily Runoff by Extreme Learning Machine Based on Quantum-Behaved Particle Swarm Optimization. *Journal of Hydrologic Engineering*, 23, 3.

- Nourani, V. (2017). An Emotional ANN (EANN) approach to modeling rainfall-runoff process. *Journal of Hydrology*, 544, 267-277.
- Özdemir, G., Aydemir, E., Olgun, M., ve Mulbay, Z. (2016). Forecasting of Turkey natural gas demand using a hybrid algorithm. *Energy Sources Part B-Economics Planning And Policy*, 11, 4, 295-302.
- Öztemel, E. (2012). *Yapay Sinir Ağları*. İstanbul: Papatya Yayıncılık Eğitim.
- Pellet, N., Giordano, F., Dar, M., Gregori, G., Zakeeruddin, S., Maier, J., ve Gratzel, M. (2017). Hill climbing hysteresis of perovskite-based solar cells: a maximum power point tracking investigation. *Progress in Photovoltaics*, 25, 11, 942-950.
- Perez, C., Vega-Rodriguez, M., Reder, K., ve Floerke, M. (2017). A Multi-Objective Artificial Bee Colony-based optimization approach to design water quality monitoring networks in river basins. *Journal of Cleaner Production*, 166, 579-589.
- Sahin, U., ve Bedirhanoglu, I. (2014). A Fuzzy Model Approach to Stress–Strain Relationship of Concrete in Compression. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 39, 6, 4514-4527.
- Salim, O. (2017). New neuro-fuzzy system-based holey polymer fibers drawing process. *Aıp Advances*, 7, 10.
- Saplıoğlu, K., Kilit, M., ve Yavuz, B. K. (2014). Trend analysis of streams in the western mediterranean basin of Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 23, 1a, 313-324.
- Saplıoğlu, K., Küçükerdem, T., ve Alqaysi, R. (2017). Akdeniz Bölgesi akarsularının su kalitesi sınıflarının ve trendlerinin belirlenmesi. *Dicle Üniversitesi Mühendislik dergisi*, 8(1), 33-42.
- Saplıoğlu, M. (2010). *An Accident Prediction Model for Urban Uncontrolled Intersections*. Isparta, Turkey : Natural and Applied Sciences, Süleyman Demirel Uni. (in Turkish).
- Seferoglu, H., ve Modiano, E. (2016). Separation of Routing and Scheduling in Backpressure-Based Wireless Networks. *IEEE/ACM Transactions on Networking (TON)*, 24, 3, 1787-1800.
- Shabani A, M., ve Mazahery, A. (2011). The ANN application in FEM modeling of mechanical properties of Al–Si alloy. *Applied Mathematical Modelling*, 35, 5707-5713.
- Shen, Q., Shi, W., ve Kong, W. (2008). Hybrid particle swarm optimization and tabu search approach for selecting genes for tumor classification using gene expression data. *Computational Biology and Chemistry*, 32, 1, 53-60.
- Song, M., Chen, K., ve Wang, J. (2018). Three-dimensional wind turbine positioning using Gaussian particle swarm optimization with differential evolution. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 172, 317-324.
- Sun, H., Yang, C., Lin, C., Pan, J., Snasel, V., ve Abraham, A. (2015). A New Cat Swarm Optimization with Adaptive Parameter Control. *Genetic And Evolutionary Computing*, 329, 69-78.
- Temel, S., Unaldı, N., ve Kaynak, O. (2014). On Deployment of Wireless Sensors on 3-D Terrains to Maximize Sensing Coverage by Utilizing Cat Swarm Optimization with Wavelet Transform. *Ieee Transactions On Systems Man Cybernetics-Systems*, 44, 1, 111-120.
- Termeh, S., Kornejady, A., Pourghasemi, H., ve Keesstra, S. (2018). Flood susceptibility mapping using novel ensembles of adaptive neuro fuzzy inference system and metaheuristic a, lgorithms. *Science of The Total Environment*, 615, 438-451.
- Toksoz, D., Yilmaz, I., Nefeslioglu, H., ve Marschalko, M. (2016). A fuzzy classification routine for fine-grained soils. *Quarterly Journal Of Engineering Geology And Hydrogeology*, 49, 4, 344-349.
- Turkeli, E., ve Ozturk, H. (2017). Optimum design of partially prestressed concrete beams using Genetic Algorithms. *Structural Engineering and Mechanics*, 64, 5, 579-589.
- Ülengin, F., Işık, M., Ekici, Ş., Özaydın, Ö., Kabak, Ö., ve Topcu, E. (2017). Policy developments for the reduction of climate change impacts by the transportation sector. *Transport Policy*, 61, 36-50.
- Wu, S., Chan, T., Hsieh, M., ve Lin, C. (2016). Quantum evolutionary algorithm and tabu search in pressurized water reactor loading pattern design. *Annals of Nuclear Energy*, 94, 773-782.
- Xie, X., He, F., Xu, D., Dong, J., Cheng, S., ve Wu, Z. (2012). Application of large-scale integrated vertical-flow constructed wetland in Beijing Olympic forest park: design, operation and performance. *Water and Environment Journal*, 26, 1, 100-107.
- Yildirim, A., Gunes, F., ve Belen, M. (2017). Differential Evolution Optimization Applied To The Performance Analysis Of A Microwave Transistor. *Sigma Journal Of Engineering And Natural Sciences*, 8, 2, 135-144.

## **Investigation of some artificial intelligence applications and their trends used in scientific studies**

### **Extended abstract**

*Using artificial intelligence (AI) algorithms to solve the problems encountered in modelling and optimization of several scientific areas, have an increasing trend day by day. Modelling and optimization studies used new algorithms have also been introduced in literature by development in the computer technology. In the present study, some artificial intelligence algorithms used in the literature were investigated. Artificial Neural Network, Fuzzy Logic, Adapted Neuro-Fuzzy Inference System, Genetic Algorithms, Artificial Bee Colony, Ant Colony, Differential Evolution, Particle Swarm, Cat Swarm, Harmony Search, Tabu Search, Scatter Search and Hill Climbing algorithms were investigated in the study.*

*Some information was collected about articles that use investigated algorithms from Web of Science Database. The number of articles that use artificial intelligence algorithms, the ratio of these numbers to total number of articles, contribution of countries, the number of articles published by universities in Turkey and contribution of science areas were investigated in this study. Finally, trends of published article numbers were investigated by Mann-Kendall. The potential of publishing in the near future of the studies use the investigated algorithms were discussed.*

*In the study some artificial intelligence applications and their usage area were investigated. Findings about four of the most commonly used algorithms were graphically presented and findings about the other algorithms were also presented. Trend analysis was performed for the number of articles using AI algorithms. But, the numbers of scientific articles have been increased by the increase the number of journal indexed in Web of Science Database. In the same manner, the numbers of articles that use the investigated algorithms have*

*been increased by year. Thus, ratios of article numbers using AI algorithms to total number of articles were used for realistic trend analysis.*

*Which countries use these mentioned artificial intelligence applications and the share of our country on this study and the search of which*

*universities in our country contribute much to them is another contribution of the study.*

*As a result of researches, it is seen that YSA is the most commonly searched application among artificial intelligence models. When it is searched from a dispositional point of view, it is noticed that all of the methods searched have a 95% or more trend except for the cat swarm. Most of the studies are done by the Chinese researchers, but our country is also on the front ranges and our country contributes to the applications of artificial intelligence. Also the studies focusing on Computer Engineering Department is another result of the study.*

**Keywords:** *Artificial Intelligence Application; Mann-Kendall; Artificial Neural Network; Fuzzy Logic; ANFIS; Genetic Algorithms;*