

**ALTIN FİYATININ TAHMİNİ İÇİN ABC ALGORİTMASI, PSO VE FPA  
KULLANILARAK YAPAY SİNİR AĞININ EĞİTİMİ**  
**TRAINING OF NEURAL NETWORK BY USING ABC ALGORITHM, PSO AND FPA  
FOR PREDICTION OF GOLD PRICE**

**Dr. Öğr. Üyesi, Ebubekir KAYA**

Nevsehir Hacı Bektas Veli University, Engineering Architecture Faculty, Department of  
Computer Engineering

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8576-7750>

## ÖZET

Altın fiyatının tahmini için kullanılan yapay zekâ tekniklerinden biri yapay sinir ağları (YSA)'dır. YSA ile başarılı modeller oluşturmak için başarılı bir eğitim süreci şarttır. Başarılı bir eğitim süreci için başarılı bir eğitim algoritması gereklidir. Bu çalışmada YSA eğitimi için popüler meta-sezgisel algoritmalar olan yapay arı kolonisi (ABC) algoritması, parçacık sürü optimizasyonu (PSO) ve çiçek tozlaşma algoritması (FPA) kullanılmıştır. Ocak 2022 ile Haziran 2022 arasındaki 6 aylık altın fiyatları kullanılmaktadır. Altın verisinin zaman serisi 2 girdiden oluşan veri setlerine dönüştürülmüştür. Altın fiyatının günlük tahmini için ilgili meta-sezgisel algoritmalar kullanılarak bu veri seti üzerinde YSA eğitimi gerçekleştirilmiştir. Verilerin %80'i eğitim sürecinde kullanılmıştır. Kalan veriler test sürecine tahsis edilmiştir. Hata ölçüsü olarak ortalama karesel hata (MSE) kullanıldı. Altın fiyatını etkin bir şekilde tahmin edebilmek için farklı ağ yapıları denenmiştir. Altın fiyatının tahmini için ABC algoritması, PSO ve FPA'nın performansları karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sınırlılıkları dahilinde ABC algoritmasının performansının PSO ve FPA'ya göre daha etkili olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Çiçek Tozlaşma algoritması, Yapay Arı Koloni Algoritması, Parçacık Sürü Optimizasyonu, Altın Fiyatının Tahmini, Yapay Sinir Ağı

## ABSTRACT

One of the artificial intelligence techniques used for prediction of gold price is artificial neural networks (ANNs). A successful training process is essential in order to create successful models with an ANN. A successful training algorithm is required for a successful training process. In this study, artificial bee colony (ABC) algorithm, particle swarm optimization (PSO) and flower pollination algorithm (FPA), which are popular meta-heuristic algorithms, are used for ANN training. 6 months gold prices between January 2022 and June 2022 are utilized. The time series of gold data was transformed into data sets consisting of 2 inputs.

ANN training was performed on these this dataset by using related meta-heuristic algorithms for daily forecast of gold price. 80% of the data was used in the training process. The remaining data was allocated to the testing process. The mean squared error (MSE) was used as the error metric. Different network structures were tried to predict the gold price effectively. The performances of ABC algorithm, PSO and FPA are compared for prediction of gold price. Within the limitations of the study, it was seen that the performance of ABC algorithm was more effective than PSO and FPA.

**Keywords:** Flower Pollination Algorithm, Artificial Bee Colony Algorithm, Particle Swarm Optimization, Prediction of Gold Price, Neural Network

## 1. GİRİŞ

Altın önemli emtialardan biridir. Bu yüzden, altının gelecekteki fiyatının tahmin edilmesi de önemli çalışma alanlarından biri olmuştur. Altın fiyatının tahmininde geleneksel yöntemler ve yapay zekâ yaklaşımlarının kullanıldığı görülmektedir. Altın fiyatının tahmininde kullanılan önemli yapay zekâ tekniklerinden biri de yapay sinir ağları (YSA)'dır.

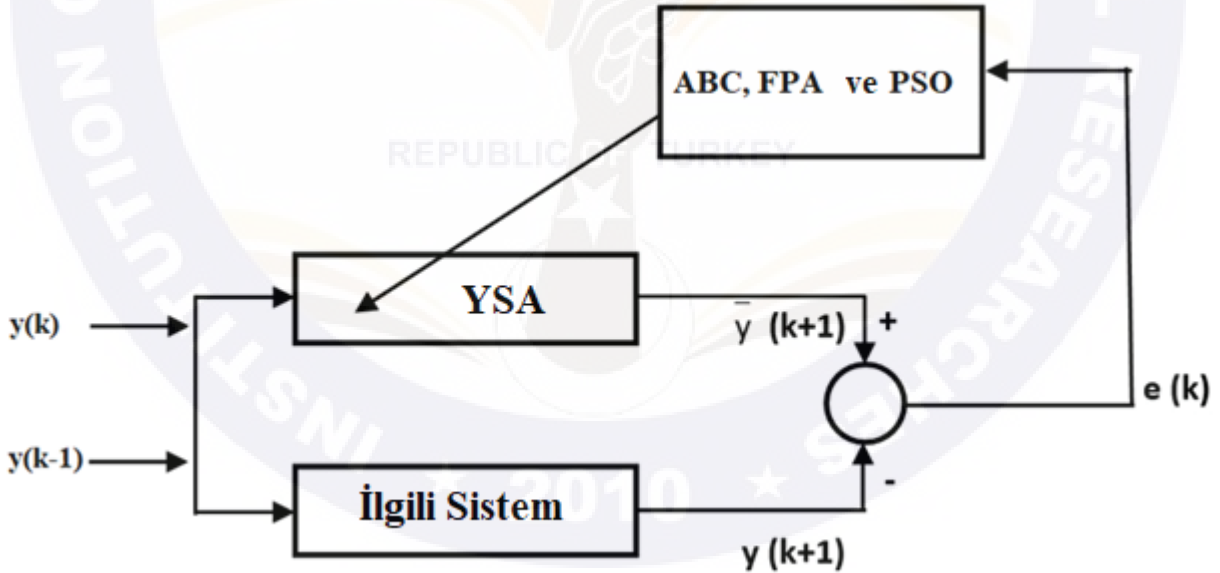
Kristjanpoller ve Minutolo [1] altının spot fiyatı ve gelecekteki fiyatının tahmini için YSA ve GARCH model tabanlı ANN-GARCH olarak adlandırılan hibrit bir yaklaşım önerdiler. Alameer ve ark. [2] altın fiyatlarındaki alışverişleri tahmin etmek için balina optimizasyon algoritması kullanarak YSA eğitimi gerçekleştirdi. Söylemez [3] altın fiyatının tahmini için çok katmanlı bir YSA kullandı. Hussein ve ark. [4] radyal tabanlı YSA kullanarak altın fiyatının tahminini gerçekleştirdi. Suranart ve ark. [5] YSA, radyal tabanlı YSA ve destek vektör regresyonu gibi yaklaşımları kullanarak altın fiyatının tahminini gerçekleştirdi ve bu yaklaşımların performanslarını karşılaştırdı. Li [6] ABC algoritmasının bir varyantını kullandı ve altın fiyatının tahmini için ilgili ABC algoritması ile dalgacık dönüşümü tabanlı yapay sinir ağını içeren bir yaklaşım önerdi. Altın fiyatının tahmini için YSA tabanlı çalışmalar bunlarla sınırlı değildir [7-10].

YSA ile etkili sonuçlar elde etmek için başarılı bir eğitim süreci gerekmektedir. YSA eğitimi için meta-sezgisel algoritmalar yoğun olarak kullanılmaktadır. ABC algoritması, PSO ve FPA'da YSA eğitiminde kullanılan popüler algoritmalarındandır [11-13]. Aynı zamanda, bu algoritmalar pek çok gerçek dünya probleminin çözümünde kullanılmış ve başarılı olmuşlardır [14-16]. Bu yüzden bu çalışma kapsamında, altın fiyatının tahmini için ABC algoritması, PSO ve FPA kullanarak YSA eğitimi gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte, ilgili algoritmaların performansları da karşılaştırılmıştır.

## 2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Altın fiyatının tahmini için ileri beslemeli bir yapay sinir ağı (İB-YSA) kullanılmıştır. İB-YSA, giriş, gizli ve çıkış olmak üzere üç katmandan oluşmaktadır. Bir YSA yapay nöronların bir araya gelmesiyle oluşmaktadır. Bir yapay nöron; girişler, ağırlıklar, aktivasyon fonksiyonu ve transfer fonksiyonundan meydana gelmektedir. YSA ile bir model oluşturmak için bünyesinde bulunan ağırlıkların bir optimizasyon algoritması ile belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışma

kapsamında ağırlıkların belirlenmesi için ABC algoritması, PSO ve FPA kullanılmıştır. Transfer fonksiyonu olarak toplam fonksiyonu seçilmiştir. Aktivasyon fonksiyonu olarak ise Sigmoid kullanılmıştır. Her nöron için bias uygulanmıştır. Bir YSA'nın eğitim süreci için durdurma kriteri olarak maksimum iterasyon sayısı veya hata metriği kullanılabilir. Bu çalışmada maksimum iterasyon sayısı, eğitim sürecine ait bir durdurma kriteri olarak kullanılmıştır. Bir ağda bulunan nöron sayısı, performansı etkilemektedir. Bir gizli katmanda kaç nöron ile etkili sonuç alınacağı probleme göre değişmektedir. Bu yüzden etkili model oluşturmak için farklı ağ yapıları üzerine çalışmalar yürütülmelidir. Bu çalışma kapsamında gizli katmanda 5 ve 10 nöron bulunan ağ yapıları üzerinde sonuçlar elde edilmiştir. İB-YSA'nın eğitim süreci için Ocak 2022 ile Haziran 2022 arasındaki 120 adet veri kullanılmıştır. Bu verilerin %80'i eğitim süreci için, %20'si ise test süreci için uygulanmıştır. Burada her bir veri iki giriş ve bir çıkıştan oluşmaktadır. Yani önceki iki güne ait altın fiyatları kullanılarak, sonraki güne ait altın fiyatının tahmini gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla dinamik bir sistemin modellenmesi gerçekleştirilmektedir. Altın fiyatı değerlerinin büyük olması sebebiyle, tüm değerler  $[0, 1]$  aralığında ölçeklenmiştir. Altın fiyatının YSA tabanlı tahmini için kullanılan blok diyagram Şekil 1'de verilmiştir. Burada görüldüğü gibi, geçmiş zamana ait  $y(k)$  ve  $y(k-1)$  değerleri kullanılarak  $y(k+1)$ 'in değeri hesaplanmaktadır. Eğitim sürecinde, eğitim algoritmalarıyla bulunan sonuçlar ile gerçek sistem tarafından elde edilen sonuçlar karşılaştırılmakta ve hata değeri hesaplanmaktadır. Bu çalışma kapsamında, hata metriği olarak ortalama karesel hata (MSE) kullanıldı.



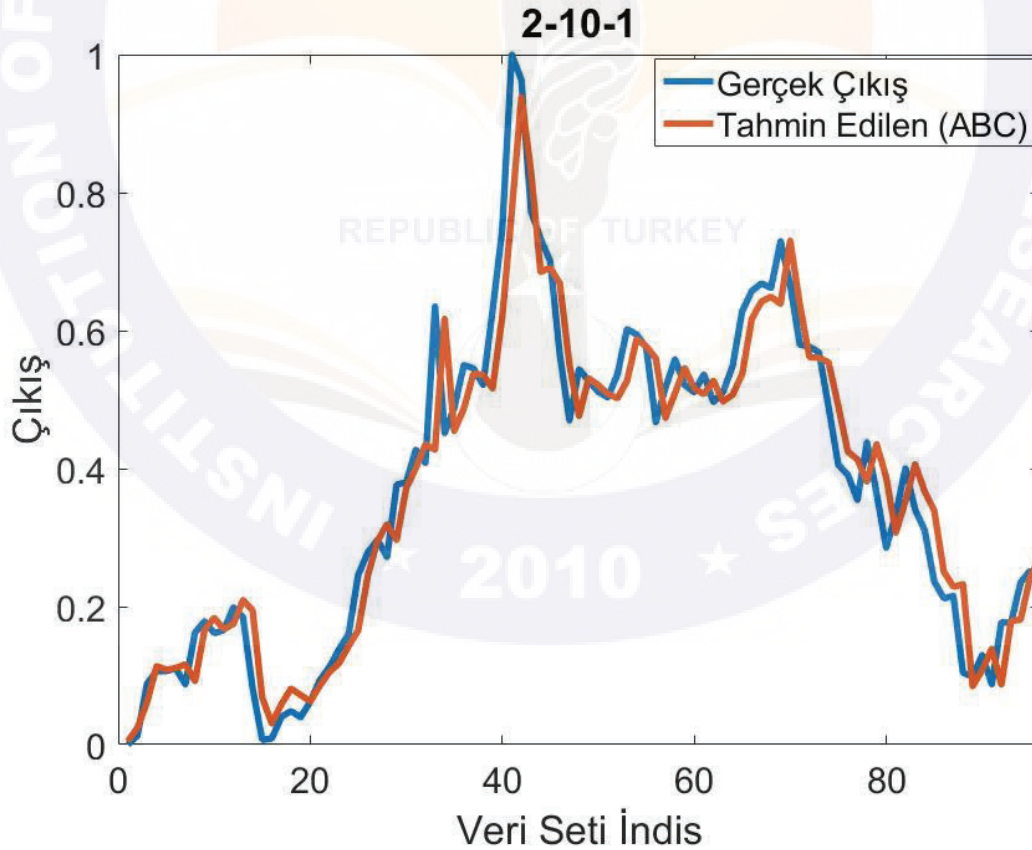
Şekil 1. Önerilen sistemin blok diyagramı

YSA'nın eğitimi için ABC [17, 18] algoritması, FPA [19] ve PSO [20] kullanılmıştır. Bu algoritmalar için koloni (popülasyon) büyüklüğü 20 alınmıştır. Maksimum jenerasyon (iterasyon) sayısı ise 2000 seçilmiştir. Bu kontrol parametre değerleri ışığında ilgili problemin çözümü için YSA eğitimi gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir.

İstatiksel analiz için her uygulama 30 kere çalıştırılmıştır. Verilen hata değerleri bu sonuçların ortalamasıdır. ABC algoritması 2-5-1 ağ yapısı için 0.00436 eğitim hata değerine ulaşılırken, bu değer 2-10-1 ağ yapısı ile 0.00421 olmuştur. Gizli katmandaki nöron sayısının artışı daha etkili çözümlere ulaşmayı sağlamıştır. Test sonuçları için değerlendirildiğinde ise zıt bir durum gözlemlenmektedir. 2-5-1 ve 2-10-1 ağ yapıları ile bulunan test hata değerleri sırasıyla 0.00326 ve 0.00340'dır. ABC algoritmasının eğitim ve test sonuçlarında gözlemlediğimiz durum FPA'da bulunmaktadır. FPA'da 2-5-1 ağ yapısı ile 0.00454 eğitim hatasına ulaşılmıştır. Bu değer 2-10-1 ağ yapısında 0.00442'dir. Özellikle test sonuçlarında 2-5-1 ağ yapısının 2-10-1 ağ yapısına göre daha etkili olduğu görülmektedir. PSO'da nöron sayısının artışı hem eğitim hem de test hata değerini kötüleştirmiştir. PSO kullanılarak 2-5-1 ağ yapısı ile elde edilen eğitim ve test hata değerleri sırasıyla 0.00448 ve 0.00341'dir.

Tablo 1. ABC algoritması, FPA ve PSO ile elde edilen sonuçların karşılaştırılması

Algoritma	Ağ Yapısı	Eğitim		Test	
		MSE	S. Sapma	MSE	S. Sapma
ABC	2-5-1	<b>0.00436</b>	0.00014	<b>0.00326</b>	0.00059
	2-10-1	<b>0.00421</b>	0.00016	<b>0.00340</b>	0.00059
FPA	2-5-1	0.00454	0.00013	<b>0.00326</b>	0.00051
	2-10-1	0.00442	0.00011	0.00360	0.00090
PSO	2-5-1	0.00448	0.00016	0.00341	0.00063
	2-10-1	0.00460	0.00020	0.00347	0.00069



Şekil 2. Gerçek ve tahmin edilen çıkışların karşılaştırılması

İlgili problemin çözümü için ABC algoritması, FPA ve PSO ile elde edilen tüm sonuçlar değerlendirildiğinde, en iyi eğitim hata değerinin 0.00421 ile ABC algoritması kullanılarak bulunduğu görülmektedir. ABC algoritmasından sonra eğitim hata değerine göre başarılı algoritma ise FPA'dır. Her iki algoritmada da bu sonuçlar 2-10-1 ağ yapısı ile bulunmuştur. En başarılı test hata değeri ise 2-5-1 ağ yapısı ile ABC algoritması ve FPA ile 0.00326 olarak bulunmuştur. Hem eğitim hem de test hata değerleri değerlendirildiğinde ilgili problemin çözümünde ABC algoritmasının diğerlerinden daha başarılı olduğu görülmektedir. Standart sapma değerleri ise tüm algoritmalar için başarılıdır. Şekil 2'de ABC algoritması kullanılarak tahmin edilen çıkış ile gerçek çıkış karşılaştırılmıştır. Burada ABC algoritması kullanılmasının sebebi, diğer iki algoritmadan daha başarılı olmasıdır. Grafik incelendiğinde ABC algoritması ile bulunan çıkışın, gerçek çıkış ile örtüştüğü görülmektedir. Bu durum ilgili problemin çözümünde ABC algoritması tabanlı modelin kullanılabilmesini göstermektedir.

Bu çalışmadaki tüm sonuçlar sınırlılıklar dahilinde değerlendirilmiştir. Koloni büyüklüğü, maksimum jenerasyon sayısı, giriş sayısı, eğitim ve test veri setinin seçimi, veri setinin belirlenmesi ve kullanılan ağ yapıları sınırlılık uygulanan parametrelerdir. Bu parametrelerin farklı değerleri için de çalışmalar yürütülerek daha etkili modellerin oluşturulması mümkündür.

### 3. SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında günlük altın fiyatının tahmini için ABC algoritması, FPA ve PSO kullanılarak YSA eğitimi gerçekleştirilmiştir. Her algoritma için iki farklı ağ yapısı kullanılarak, ağ yapısının performansa etkisi değerlendirilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, ilgili problemin çözümü için ABC algoritması ile gerçekleştirilen YSA eğitiminin, FPA ve PSO'dan daha etkili olduğu görülmektedir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda, farklı sistemlerin modellenmesi için bu çalışmada kullanılan meta-sezgisel algoritmalar ile farklı meta-sezgisel algoritmaların performanslarının karşılaştırılması mümkündür.

### REFERANSLAR

- [1] Kristjanpoller, W., & Minutolo, M. C. (2015). Gold price volatility: A forecasting approach using the Artificial Neural Network–GARCH model. *Expert systems with applications*, 42(20), 7245-7251.
- [2] Alameer, Z., Abd Elaziz, M., Ewees, A. A., Ye, H., & Jianhua, Z. (2019). Forecasting gold price fluctuations using improved multilayer perceptron neural network and whale optimization algorithm. *Resources Policy*, 61, 250-260.
- [3] Söylemez, Y. (2020). Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları Yöntemi ile Altın Fiyatlarının Tahmini. *Sosyoekonomi*, 28(46), 271-291.
- [4] Hussein, S. F. M., Shah, M. B. N., Abd Jalal, M. R., & Abdullah, S. S. (2011, April). Gold price prediction using radial basis function neural network. In *2011 Fourth International Conference on Modeling, Simulation and Applied Optimization* (pp. 1-11). IEEE.
- [5] Suranart, K., Kiattisin, S., & Leelasantham, A. (2014, March). Analysis of comparisons for forecasting gold price using neural network, radial basis function network and support vector regression. In *The 4th Joint International Conference on Information and Communication Technology, Electronic and Electrical Engineering (JICTEE)* (pp. 1-5). IEEE.

- [6] Li, B. (2014). Research on WNN modeling for gold price forecasting based on improved artificial bee colony algorithm. *Computational intelligence and neuroscience*, 2014.
- [7] Livieris, I. E., Pintelas, E., & Pintelas, P. (2020). A CNN–LSTM model for gold price time-series forecasting. *Neural computing and applications*, 32(23), 17351-17360.
- [8] Bin Khamis, A., & Yee, P. H. (2018). A Hybrid Model of Artificial Neural Network and Genetic Algorithm in Forecasting Gold Price. *European Journal of Engineering and Technology Research*, 3(6), 10-14.
- [9] Yussof, F. N. M., Ahmad, M. H., & Osman, H. (2016). Modelling and forecasting Malaysian gold price using hybrid ANN-GARCH. In *International Mathematical Forum* (Vol. 11, No. 6, pp. 287-294).
- [10] Uche-Ikonne Okezie, O., Offorha Bright, C., & Ukomah Henry, I. (2020). Forecasting monthly prices of gold using artificial neural network. *Journal of Statistical and Econometric Methods*, 9(3), 19-28.
- [11] Kaya, E., & Baştımur Kaya, C. (2021). A novel neural network training algorithm for the identification of nonlinear static systems: Artificial bee colony algorithm based on effective scout bee stage. *Symmetry*, 13(3), 419.
- [12] Kaya, E. (2022). Quick flower pollination algorithm (QFPA) and its performance on neural network training. *Soft Computing*, 26(18), 9729-9750.
- [13] Al-Majidi, S. D., Abbod, M. F., & Al-Raweshidy, H. S. (2020). A particle swarm optimisation-trained feedforward neural network for predicting the maximum power point of a photovoltaic array. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 92, 103688.
- [14] Jain, N. K., Nangia, U., & Jain, J. (2018). A review of particle swarm optimization. *Journal of The Institution of Engineers (India): Series B*, 99(4), 407-411.
- [15] Abdel-Basset, M., & Shawky, L. A. (2019). Flower pollination algorithm: a comprehensive review. *Artificial Intelligence Review*, 52(4), 2533-2557.
- [16] Kaya, E., Gorkemli, B., Akay, B., & Karaboga, D. (2022). A review on the studies employing artificial bee colony algorithm to solve combinatorial optimization problems. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 115, 105311.
- [17] Karaboga, D. (2010). Artificial bee colony algorithm. *scholarpedia*, 5(3), 6915.
- [18] Karaboga, D., & Akay, B. (2009). A comparative study of artificial bee colony algorithm. *Applied mathematics and computation*, 214(1), 108-132.
- [19] Yang, X. S. (2012, September). Flower pollination algorithm for global optimization. In *International conference on unconventional computing and natural computation* (pp. 240-249). Springer, Berlin, Heidelberg.
- [20] Eberhart, R., & Kennedy, J. (1995, November). Particle swarm optimization. In *Proceedings of the IEEE international conference on neural networks* (Vol. 4, pp. 1942-1948).