

**COVID-19 VAKA SAYISINI TAHMİN ETMEK İÇİN YAPAY SİNİR AĞI  
EĞİTİMİNDE ABC ALGORİTMASININ BAZI VARYANTLARININ  
PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

**COMPARISON OF PERFORMANCE OF SOME VARIANTS OF THE ABC  
ALGORITHM IN NEURAL NETWORK TRAINING FOR THE ESTIMATION OF  
THE NUMBER OF COVID-19 CASES**

**Dr. Öğr. Üyesi Ebubekir KAYA**

Nevsehir Hacı Bektas Veli University, Department of Computer Engineering

ORCID NO: 0000-0001-8576-7750

**ÖZET**

Tüm dünyayı etkisi altına alan COVID-19 pandemisi hala etkisini göstermektedir. Birçok araştırmacı COVID-19 ile mücadele için farklı alanlarda çalışmalar yürütmeye devam etmektedir. COVID-19 vaka sayısının tahmin edilmesi önemli çalışma konularından biridir. Geleceğe yönelik olarak COVID-19 vakalarının sayısını tahmin etmek, daha etkili planlama için bir fikir vermektedir. COVID-19 vakalarının sayısını tahmin etmek için kullanılan yapay zekâ tekniklerinden biri de yapay sinir ağlarıdır (YSA). YSA ile etkili bir model oluşturmak için başarılı bir eğitim süreci gereklidir. Bu çalışma kapsamında YSA, COVID-19 vaka sayısını tahmin etmek için bazı yapay arı kolonisi (ABC) algoritmaları kullanılarak eğitilmiştir. Bu algoritmalar; standart ABC, aABC, ABCES, HABCES algoritmalarıdır. Bu algoritmaların küresel ve yerel yakınsama yeteneği açısından birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Bu çalışmada dünya genelindeki COVID-19 vaka sayıları dikkate alınmıştır. Ocak 2021'den Eylül 2022'ye kadar olan haftalık veriler kullanılmıştır. Bu veriler dikkate alınarak haftalık COVID-19 vaka sayısının tahmini gerçekleştirilmiştir. Etkili sonuçlara ulaşmak için ilgili problem iki, üç ve dört girişten oluşan sistemlere dönüştürülmüş ve farklı ağ yapıları kullanılmıştır. Veri setinin %80'i eğitim süreci için kullanıldı. Diğerleri test sürecine aittir. Eğitim ve test sonuçları değerlendirildiğinde tüm algoritmalar ile başarılı sonuçlara ulaşılmıştır. Diğer taraftan, ilgili problemin çözümü için en etkili algoritma HABCES algoritmasıdır.

**Keywords:** COVID-19, Yapay Sinir Ağları, Yapay Arı Koloni Algoritması

**ABSTRACT**

The COVID-19 pandemic, which has affected the whole world, still shows its effect. Many researchers continue to carry out studies in different fields to combat COVID-19. Estimating the number of COVID-19 cases is one of the important study topics. Estimating the number of COVID-19 cases for the future gives an idea for more effective planning. One of the artificial intelligence techniques used to estimate the number of COVID-19 cases is artificial neural

networks (ANNs). To create an effective model with ANN, a successful training process is required. Within the scope of this study, ANN is trained using some artificial bee colony (ABC) algorithms to estimate the number of COVID-19 cases. These algorithms are standard ABC, aABC, ABCES, HABCES algorithms. These algorithms have advantages and disadvantages compared to each other in terms of global and local convergence ability. In the study, the number of COVID-19 cases belonging to worldwide is taken into account. Weekly data from January 2021 to September 2022 are used. Considering these data, the weekly estimation of the number of COVID-19 cases is realized. In order to achieve effective results, the related problem has been transformed into systems consisting of two, three and four inputs, and different network structures are used. 80% of the data set is used for the training process. Others are belonging to the testing process. When the training and test results are evaluated, successful results are achieved with all algorithms. On the other hand, the most effective algorithm in solving the related problem is HABCES algorithm.

**Keywords:** COVID-19, Neural Network, Artificial Bee Colony Algorithm

## GİRİŞ

YSA, gerçek hayatta pek çok dünya probleminin çözümünde yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Modelleme, sınıflandırma ve tahmin problemleri YSA'nın kullanım alanlarındandır [1]. YSA'nın en önemli özelliklerinden biri öğrenme yeteneğidir. YSA'nın öğrenme süreci için meta-sezgisel algoritmaların yoğun bir kullanımı bulunmaktadır. COVID-19 pandemisinin başlamasıyla birlikte, pandemi kaynaklı problemlerin çözümü için YSA ve meta-sezgisel algoritma tabanlı pek çok yaklaşımın önerildiği görülmektedir.

Wieczorek ve ark. [2] pek çok ülkedeki virüs yayılımının tahmini için YSA tabanlı bir model kullandı ve önerdikleri modelin bazı durumlarda %99'un üzerine çıkan yüksek doğruluğa sahip olduğunu belirttiler. Baştemur Kaya ve Kaya [3] Türkiye'deki COVID-19 vakalarının sayısını tahmin etmek için çiçek tozlaşma algoritması (FPA) kullanarak ileri beslemeli YSA'nın eğitimini gerçekleştirdi. İlgili problemin çözümünde FPA'nın performansının PSO ve HS'den daha iyi olduğunu rapor ettiler. Eroğlu [4] COVID-19 vaka sayısının tahmini için YSA ve derin öğrenme yaklaşımlarından LSTM yöntemini kullandı. İlgili problemin çözümünde LSTM yönteminin YSA'dan daha etkili olduğunu belirttiler. Namasudra ve ark. [5] COVID-19 vakalarının tahmini için NAR-NNTS olarak adlandırılan YSA tabanlı bir model önerdi. Önerdikleri modelin eğitimini SCG, LM ve BR ile gerçekleştirdiler. Melin ve ark. [6] Mexico'daki COVID-19 vaka ve ölüm sayılarının tahmini için bulanık mantık ve YSA tabanlı bir yöntem önerdi. COVID-19 vaka sayısının tahminine yönelik çalışmalar bunlarla sınırlı değildir [7-10].

Bu çalışmada COVID-19 vaka sayısının tahmini için standart ABC algoritması ve bazı varyantlar ile YSA'nın eğitimi gerçekleştirilmiştir. Literatür incelendiğinde ABC algoritmasının YSA eğitiminde yoğun olarak kullanıldığı görülmektedir [11-12]. ABC algoritmasının güçlü yapısı gereği, bu çalışmada da eğitim algoritması olarak tercih edilmiştir.

## ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu çalışmada, COVID-19 vaka sayısının haftalık tahmini için standart ABC, aABC, ABCES ve HABCES algoritmaları kullanılarak YSA eğitimi gerçekleştirilmiştir. ABC algoritması, bal arılarının yiyecek arama davranışlarını modelleyen popüler meta-sezgisel algoritmalarından biridir [13]. Yapısında işçi, gözcü ve kâşif olmak üzere üç arı türü bulundurmaktadır. ABC algoritması bu üç arı türünün süreçleri üzerine kurulmuştur. Koloninin yarısını işçi arılar oluşturmaktadır. Diğer yarısını ise gözcü arılar oluşturmaktadır. ABC algoritmasında, bir yiyecek kaynağının pozisyonu, ilgili probleme ait bir aday çözüme karşılık gelmektedir. Yiyecek kaynağındaki nektar miktarı ise, çözüm kalitesinin bir göstergesidir. ABC algoritmasının lokal arama yeteneğini artırmak için işçi ve gözcü arı aşamasına ait çözüm üretme mekanizmalarına aritmetik çaprazlama ve adaptif adım büyüklüğü eklenerek aABC algoritması geliştirildi [14]. ABC algoritmasında kâşif arı aşamasına gelindiğinde aday çözümler rastgele oluşturulmaktadır. Bununla birlikte önemli kontrol parametre değerlerinden “Limit” in değeri sabittir. Bu durum global yakınsamayı etkileyen bir durumdur. Kâşif arı aşamasında yeni çözümlerin global en iyi çözüme bağlı olarak oluşturulduğu ve “Limit” kontrol parametresinin adaptif olarak belirlendiği ABCES algoritması önerildi [15]. aABC ve ABCES algoritmaları ile standart ABC algoritmasının farklı dezavantajları giderilmiştir. Her iki algoritmada yenilikçi yaklaşımlara sahiptir. Her iki algoritmanın yenilikçi yaklaşımları birleştirilerek HABCES algoritması önerildi [16].

Tablo 1. 2 girişli sistem için ABC, aABC, ABCES ve HABCES algoritmaları kullanılarak elde edilen sonuçların karşılaştırılması.

Algoritma	Ağ Yapısı	Eğitim		Test	
		MSE	S. Sapma	MSE	S. Sapma
ABC	2-4-1	0.00111	0.00016	<b>0.00115</b>	0.00034
	2-8-1	0.00099	0.00012	0.00145	0.00092
	2-12-1	0.00086	0.00013	0.00137	0.00059
aABC	2-4-1	0.00107	0.00018	0.00126	0.00029
	2-8-1	0.00091	0.00014	0.00142	0.00057
	2-12-1	0.00085	0.00010	0.00134	0.00062
ABCES	2-4-1	0.00090	0.00014	0.00131	0.00037
	2-8-1	0.00078	0.00014	0.00134	0.00048
	2-12-1	0.00073	0.00013	0.00137	0.00036
HABCES	2-4-1	0.00105	0.00023	0.00145	0.00043
	2-8-1	0.00078	0.00011	0.00159	0.00053
	2-12-1	<b>0.00070</b>	9.042e-05	0.00133	0.00049

Tablo 2. 3 girişli sistem için ABC, aABC, ABCES ve HABCES algoritmaları kullanılarak elde edilen sonuçların karşılaştırılması.

Algoritma	Ağ Yapısı	Eğitim		Test	
		MSE	S. Sapma	MSE	S. Sapma
ABC	3-4-1	0.00112	0.00019	0.00143	0.00065
	3-8-1	0.00092	0.00018	0.00205	0.00165
	3-12-1	0.00084	0.00014	0.00161	0.00096
aABC	3-4-1	0.00098	0.00017	0.00148	0.00109
	3-8-1	0.00082	0.00014	0.00144	0.00058
	3-12-1	0.00076	0.00013	0.00187	0.00142
ABCES	3-4-1	0.00087	0.00014	0.00167	0.00071
	3-8-1	0.00067	0.00011	0.00170	0.00094
	3-12-1	0.00063	0.00012	0.00150	0.00074
HABCES	3-4-1	0.00099	0.00020	<b>0.00140</b>	0.00073
	3-8-1	0.00066	0.00017	0.00172	0.00092
	3-12-1	<b>0.00060</b>	0.00011	0.00169	0.00092

Tablo 3. 4 girişli sistem için ABC, aABC, ABCES ve HABCES algoritmaları kullanılarak elde edilen sonuçların karşılaştırılması.

Algoritma	Ağ Yapısı	Eğitim		Test	
		MSE	S. Sapma	MSE	S. Sapma
ABC	4-4-1	0.00111	0.00021	0.00162	0.00090
	4-8-1	0.00087	0.00017	0.00193	0.00150
	4-12-1	0.00086	0.00020	0.00309	0.00219
aABC	4-4-1	0.00096	0.00019	0.00176	0.00057
	4-8-1	0.00073	0.00016	0.00163	0.00077
	4-12-1	0.00076	0.00018	0.00218	0.00122
ABCES	4-4-1	0.00088	0.00025	0.00151	0.00059
	4-8-1	0.00067	0.00012	0.00154	0.00068
	4-12-1	0.00063	0.00011	0.00196	0.00126
HABCES	4-4-1	0.00085	0.00015	0.00159	0.00067
	4-8-1	0.00067	0.00013	<b>0.00150</b>	0.00061
	4-12-1	<b>0.00065</b>	0.00014	0.00192	0.00163

Uygulamalarda Ocak 2021 ile Eylül 2022 arasındaki haftalık veriler kullanılmıştır. Veriler Dünya Sağlık Örgütü'nün web sitesinden alınmıştır. Zaman serisi şeklindeki haftalık veriler iki, üç ve dört girişli veri setlerine dönüştürülmüştür.  $y(t+1)$  sonraki haftanın vaka sayısını ifade etmek üzere;  $y(t)$  ve  $y(t-1)$  iki girişli sisteme ait girişlerdir. Üç girişli sistemin girişleri

ise  $y(t)$ ,  $y(t-1)$  ve  $y(t-2)$ 'dir. Dört girişli sistemin girişleri ise  $y(t)$ ,  $y(t-1)$ ,  $y(t-2)$  ve  $y(t-3)$ 'dür. Veri setinin %80'i eğitim süreci için ayrılmıştır. Geri kalanları ise test sürecine aittir. Veri setinde yer alan giriş ve çıkış değerlerinin büyük olması sebebiyle  $[0,1]$  arasında ölçeklenmiştir. Hata metriği olarak ortalama karesel hata (MSE) kullanılmıştır. Her uygulama 30 kere çalıştırılmış ve ortalama hata değerleri hesaplanmıştır. Bulunan hata değerleri ölçeklenmiş veriye göredir. Her sistem için gizli katmanda dört, sekiz ve oniki nöron bulunan ağ yapıları ile sonuçlar elde edilmiştir. Kullanılan ağlarda transfer ve aktivasyon fonksiyonu olarak sırasıyla toplam ve sigmoid seçilmiştir. Her nöron için bias uygulanmıştır. Kullanılan eğitim algoritmaları için popülasyon büyüklüğü ve maksimum jenerasyon sayısı sırasıyla 20 ve 2500 alınmıştır.

2 girişli sistem için ABC, aABC, ABCES ve HABCES algoritmaları kullanılarak elde edilen sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir. Tüm algoritmalarda nöron sayısının artması eğitim hata değerini iyileştirmiştir. Test hata değerlerinde ise çoğunlukla zıt bir durum gözlemlenmiştir. ABC, aABC, ABCES ve HABCES algoritmaları ile elde edilen en iyi hata değerleri 0.00086, 0.00085, 0.00073 ve 0.00070'dir. En iyi test hata değerleri ise sırasıyla 0.00115, 0.00126, 0.00131 ve 0.00133'dür. 2 girişli sistem için en iyi eğitim sürecinin HABCES algoritması ile gerçekleştiği görülmektedir. En iyi test hata değeri ise ABC algoritmasına aittir. 3 girişli sisteme ait sonuçlar Tablo 2'de sunulmuştur. 3 girişli sistemde en iyi eğitim hatası HABCES algoritması ile 0.00060 olarak bulunmuştur. HABCES algoritmasından sonra en iyi sonuç ABCES algoritmasına aittir. En iyi test sonucu da yine HABCES algoritmasına aittir ve değeri 0.00140'dir. HABCES algoritmasından sonra en iyi test hatası ABC algoritmasına aittir. 4 girişli sisteme ait sonuçlar Tablo 3'de sunulmuştur. 3 girişli sistemde olduğu gibi en iyi eğitim ve test hata değerleri HABCES algoritması ile bulunmuştur. Bulunan en iyi eğitim ve test hata değerleri sırasıyla 0.00065 ve 0.00150'dir. 2, 3 ve 4 girişli sistemlere ait sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde en iyi eğitim ve test hata değerleri HABCES algoritması ile 3 girişli sistem üzerinde elde edilmiştir. Bununla birlikte en iyi eğitim süreci, gizli katmanda 12 nöron bulunan ağlar üzerinde gerçekleşmiştir.

Bu çalışmada popülasyon büyüklüğü, maksimum jenerasyon sayısı, giriş sayısı, ağ yapısı, veri setinin büyüklüğü, eğitim/test verilerinin dağılımı ve eğitim/test verilerinin seçimi sırasında sınırlılıklar uygulanmıştır. Bu değerlendirmeler sınırlılıklar dahilindedir.

## SONUÇ

Bu çalışmada COVID-19 vaka sayısının tahmini için ABC, aABC, ABCES ve HABCES algoritmaları kullanılarak ileri beslemeli YSA'nın eğitimi gerçekleştirilmiş ve performansları karşılaştırılmıştır. Uygulamalar iki, üç ve dört girişli sistemler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Tüm eğitim algoritmalarının farklı ağ yapıları üzerinde etkili olabileceği gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, tüm sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde ilgili problemin çözümü için HABCES algoritmasının diğer algoritmalarından daha etkili olduğu görülmüştür. HABCES algoritmasının yapısında yer alan aritmetik çaprazlama, adaptif adım büyüklüğü, adaptif limit

değeri ve etkili kâşif arı aşaması gibi özellikler daha başarılı olmasının temel sebepleridir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda HABCES algoritmasını farklı problemlerin çözümünde kullanılması planlanmaktadır.

## KAYNAKÇA

- [1] Abiodun, O. I., Jantan, A., Omolara, A. E., Dada, K. V., Mohamed, N. A., & Arshad, H. (2018). State-of-the-art in artificial neural network applications: A survey. *Heliyon*, 4(11), e00938.
- [2] Wiczorek, M., Siłka, J., & Woźniak, M. (2020). Neural network powered COVID-19 spread forecasting model. *Chaos, Solitons & Fractals*, 140, 110203.
- [3] Baştemur Kaya, C., & Kaya E. (2021). A Novel Approach Based to Neural Network and Flower Pollination Algorithm to Predict Number of COVID-19 Cases. *Balkan Journal of Electrical and Computer Engineering*, 9(4), 327-336.
- [4] Eroğlu, Y. (2020). Yapay Sinir Ağları ve Derin Öğrenme Kullanarak Türkiye'deki Covid-19 Vakaları İçin Tahmin Modelleri. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 31(3), 353.
- [5] Namasudra, S., Dhamodharavadhani, S., & Rathipriya, R. (2021). Nonlinear neural network based forecasting model for predicting COVID-19 cases. *Neural processing letters*, 1-21.
- [6] Melin, P., Monica, J. C., Sanchez, D., & Castillo, O. (2020, June). Multiple ensemble neural network models with fuzzy response aggregation for predicting COVID-19 time series: the case of Mexico. In *Healthcare* (Vol. 8, No. 2, p. 181). MDPI.
- [7] Tamang, S. K., Singh, P. D., & Datta, B. (2020). Forecasting of Covid-19 cases based on prediction using artificial neural network curve fitting technique. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 6(Special Issue (Covid-19)), 53-64.
- [8] Nabi, K. N., Tahmid, M. T., Rafi, A., Kader, M. E., & Haider, M. A. (2021). Forecasting COVID-19 cases: A comparative analysis between recurrent and convolutional neural networks. *Results in Physics*, 24, 104137.
- [9] Rasjid, Z. E., Setiawan, R., & Effendi, A. (2021). A comparison: prediction of death and infected COVID-19 cases in Indonesia using time series smoothing and LSTM neural network. *Procedia computer science*, 179, 982-988.
- [10] Kırbaş, İ., Sözen, A., Tuncer, A. D., & Kazancıoğlu, F. Ş. (2020). Comparative analysis and forecasting of COVID-19 cases in various European countries with ARIMA, NARNN and LSTM approaches. *Chaos, Solitons & Fractals*, 138, 110015.
- [11] Asteris, P. G., & Nikoo, M. (2019). Artificial bee colony-based neural network for the prediction of the fundamental period of infilled frame structures. *Neural Computing and Applications*, 31(9), 4837-4847.

- [12] Wang, Y., Liu, J., Li, R., Suo, X., & Lu, E. (2020). Precipitation forecast of the Wujiang River Basin based on artificial bee colony algorithm and backpropagation neural network. *Alexandria Engineering Journal*, 59(3), 1473-1483.
- [13] Karaboga, D., & Basturk, B. (2007). A powerful and efficient algorithm for numerical function optimization: artificial bee colony (ABC) algorithm. *Journal of global optimization*, 39(3), 459-471.
- [14] Karaboga, D., & Kaya, E. (2016). An adaptive and hybrid artificial bee colony algorithm (aABC) for ANFIS training. *Applied Soft Computing*, 49, 423-436.
- [15] Kaya, E., & Baştemur Kaya, B. (2021). Algorithm for the Identification of Nonlinear Static Systems: Artificial Bee Colony Algorithm Based on Effective Scout Bee Stage. *Symmetry*, 13, 419.
- [16] Kaya, E. (2022). A New Neural Network Training Algorithm Based on Artificial Bee Colony Algorithm for Nonlinear System Identification. *Mathematics*, 10(19), 3487.