

## Kamu Yönetimi Açısından Yapay Zekanın Türkiye'deki Bütçe Açıklarının Tahmini Üzerine Etkisi

*The Effect of Artificial Intelligence on Estimation of Turkey's Budget Deficits from the View of Public Administration.*

**Aylin KONU<sup>1</sup>, Ahmet Yılmaz ATA<sup>2</sup>**

### Öz

Teknolojik ilerleme ve dijitalleşme, birçok alanda ciddi dönüşümlere yol açmıştır. Bu dönüşümler kamu yönetim anlayışını da etkilemiş ve bu alandaki araştırmalara yeni boyut kazandırmıştır. Bu kapsamda, en temel kamu yönetimi uygulamalarından biri olan bütçeleme ve bütçe açıkları ile dijitalleşmenin ve yapay zeka ile etkileşimi, bu çalışmanın inceleme alanını oluşturmaktadır.

Bütçe dengesinin sağlanması ülkeler açısından en önemli makroekonomik hedeflerin başında gelmektedir. Bütçe açıkları üzerinde özellikle yüksek enflasyon, dış ödeme güçlükleri, tasarruf oranlarının yetersizliği ve kamu borçlarındaki artışlar gibi faktörlerin etkili olduğu ifade edilmektedir. Bu çerçevede, mali disiplinin sağlanması sürdürülebilir bir ekonomik büyümenin gerçekleştirilmesi açısından zorunlu bir koşul olarak değerlendirilmektedir.

Bu çalışmada Türkiye'de bütçe açıkları literatürde kullanılan yöntemlerden farklı olarak, yapay zekanın alt dallarından biri olan bulanık sinir ağları yöntemi ile test edilmiştir. Bu çerçevede 1980-2019 dönemi için bütçe açıklarını etkileyen faktörler kullanılarak bütçe dengesi tahmin edilmiş ve bu tahminde Bulanık Sinir Ağları yönteminin geçerliliği araştırılmıştır. Elde edilen tahmin sonuçları ile gerçekleşen bütçe açığı arasındaki hataların küçüklüğü önerilen BSA yönteminin Bütçe açığının tahmininde başarılı bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir.

**Jel Kodları:** H11, H63, E62

**Anahtar Kelimeler:** Kamu Yönetimi, Bütçe Açığı, Yapay Zeka, Bulanık Sinir Ağları

<sup>1</sup> Doç. Dr. Gaziantep Üniversitesi, İİBF. Uluslararası Tic. Ve Loj. Böl., akoc@gantep.edu.tr, ORCID:00 00000183365475

<sup>2</sup> Prof. Dr., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İİBF İktisat Böl., [yilmazata75@gmail.com](mailto:yilmazata75@gmail.com), ORCID: 0000-0001-5928-8801.



Konu, A. & Ata, A. Y. (2022). Kamu Yönetimi Açısından Yapay Zekanın Türkiye'deki Bütçe Açıklarının Tahmini Üzerine Etkisi. *Fiscaoeconomia*, 6(2), 636-655.

Doi: 10.25295/fsecon.1064113

## Abstract

Technology progress and digitalization have led to serious transformations in many areas. These transformations have also affected the understanding of public administration and added a new dimension to research in this area. In this context, the interaction of budgeting and budget deficits with digitalization and artificial intelligence will constitute the study area of this study. Ensuring budget balance is one of the most important macroeconomic targets for countries. It is stated that, factors such as high inflation, external payment difficulties, insufficient savings rates and increases in public debt are effective in budget deficits. In this framework, ensuring fiscal discipline is considered a necessary condition for achieving sustainable economic growth.

In this study, Turkey's budget balance, different from the other classical methods used in the literature, will be tested using a fuzzy neural network, one of the sub-branches of artificial intelligence. In this framework, the budget balance will be estimated using the factors affecting the budget deficits in the period of 1980-2019. The validity of the Fuzzy Neural Networks method in this estimation will also be investigated. As a result, the proposed NFS model can be used successfully to estimate the budget deficit since obtained error rate between the estimation results and the actual budget deficit is minimal.

**Jel Codes:** H11, H63, E62

**Keywords:** Public Administration, Budget Deficit, Artificial Intelligence, Fuzzy Neural Networks

## 1. Giriş

Dünya tarihinin gelişimini ele aldığımızda dört önemli dönüştürümün (ki iktisat tarihinde buna kapitalizmin dört evresi de denilebilmektedir), ülkelerin ekonomik, sosyal, siyasi ve devlet yönetimi anlayışını ciddi düzeyde etkilediği görülmektedir. Bunlar, birincil olarak Tarım devrimi ile başlayan sonra Ticari Kapitalizm ve Sanayi Kapitalizmi ile devam eden ve en son olarak günümüzde de geçerli olan Bilgi devrimi evreleridir. Yirminci yüzyılın ikinci yarısından başlayan ve günümüzde de etkisini ve önemini sürdüren Bilgi Devrimi ya da Çağı, günümüz dünyasının ve ülkelerinin ekonomik, siyasi, sosyal ve kamu yönetimi süreçlerinin şekillenmesinde en etkili kavramdır.

İçinde bulunduğumuz zaman diliminde internet, dijitalleşme, yapay zeka, 4. Endüstri Devrimi gibi kavramlarla daha da zenginleşen ve yaygınlaşan bilgi ve iletişim teknolojileri, kamu yönetim anlayışında ve kamu yönetimi politikalarında değişimini zorunlu kılmıştır (Gül, 2017: 7; Altınışık, 2017: 1935). Bilgi ve iletişim teknolojileri alanlarındaki gelişmeler ve bu gelişmelerin ortaya çıkardığı dönüşümler, devlet-birey ilişkilerini derinden etkileyerek hem bireyin gündelik yaşantısının vazgeçilmezi hem de devletin kamu yönetimi anlayışının yeni yüzü olarak gerçekleşmektedir. Hatta yakın zamanlarda daha yoğun bir şekilde seslendirilen "dijital zeka" ya da "yapay zeka" kavramı, günümüz dünyasında kamu yönetimi açısından üzerinde durulması gereken bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır (Coşkun ve Yıldırım, 2018: 143).

Yapay zeka kavramının, kamu yönetimi süreci üzerindeki etkilerine bakıldığında, ilk olarak "karar alma sürecinde" daha sonra ise "hizmet sunma sürecinde" etkili bir araç olduğu



Konu, A. & Ata, A. Y. (2022). Kamu Yönetimi Açısından Yapay Zekanın Türkiye'deki Bütçe Açıklarının Tahmini Üzerine Etkisi. *Fiscaoeconomia*, 6(2), 636-655.

Doi: 10.25295/fsecon.1064113

anlaşılmaktadır. Ayrıca karar verici pozisyonunda olanlar için “etkili kamu politikası oluşturma” süreçlerinde de, yapay zekanın önemli olduğu görülmüştür (Önder ve Saygılı, 2018: 648-49). Özetle dijitalleşme ve bilgi teknolojileri alanında ortaya çıkan ilerlemeler, kamu yönetimi ve politikalarını ciddi oranda etkilediği ve etkilemeye de devam edeceği herkesin üzerinde hem fikir olduğu bir gerçektir (Gül, 2017: 7).

Bu çalışmanın tematik noktasını, dijitalleşmenin kamu yönetimi ve politikaları üzerindeki yansımaları oluşturmaktadır. Bu kapsamda, en temel kamu yönetimi uygulamalarından biri olan bütçeleme ve bütçe açıkları ile dijitalleşmenin ve yapay zekanın etkileşimi, bu çalışmanın inceleme alanını teşkil etmektedir. Zira yapay zekanın alt dalları olan yapay sinir ağları (YSA) ve bulanık mantık yaklaşımının (BSA) günümüzde farklı alanlardaki problemlere uygulanabilir olması ve sürekli geliştirilebilir bir yapıya sahip olmaları nedeniyle önemli avantajlar sağladıklarından sıklıkla kullanılmaktadır. İşte bu çalışmada da geleneksel kamu yönetimi anlayışından farklı olarak, Türkiye’de 1980-2019 dönemine ait bütçe açıklarının tahmininde, (BSA) yöntemi kullanılmış ve geçerliliği test edilmiştir. Bu doğrultuda çalışmada, öncelikle bütçe açıkları ve etkileri konusunda genel bir değerlendirme yapılacak daha sonra çalışmanın özgünlüğünü ortaya koyan yapay zeka ve yöntemleri hakkında bilgiler verilerek, BSA yöntemi ile Türkiye’de bütçe açıklarının tahmini test edilecektir. Çalışma bu yönü ile dijitalleşme ve yapay zeka uygulaması neticesinde, kamu yönetimi anlayışında yeni bir bakış açısının ortaya çıkmasına imkan tanıyabilmektedir.

## 2.Kamu Yönetimi Açısından Bütçe Açığı ve Etkileri

Belirli bir dönem içerisinde bütçe giderlerinin bütçe gelirlerinden fazla gerçekleşmesi olarak tanımlanan *bütçe açığı*, kamunun borçlanma gereksinimine yol açar ve bu şekilde kamu borcu ortaya çıkar. Kamu borçları, gerek gelişmiş, gerekse gelişmekte olan ülkelerde makroekonomik dengeler üzerinde olumsuz sonuçlara neden olan önemli bir ekonomik ve mali sorun olarak ortaya çıkmaktadır (Şahbaz, vd., 2013: 206).

Kamu yönetimi açısından en temel makro ekonomik hedeflerden bir tanesi de bütçenin, denk olarak gerçekleşmesidir. Yani, o döneme ait devletin gelir-harcama eşitliğinin sağlanmasıdır. Ancak günümüz kamu yönetimi anlayışında, bütçe denkleğinden ziyade bütçe açığının minimal bir oranda gerçekleştirilmesi de, en temel makro ekonomik hedef olarak kabul edilmektedir. Zira tarihsel süreç içerisinde devlet anlayışında meydana gelen değişimler, kamu yönetiminin daha yoğun olarak ekonomik yaşamda yer almasına ve bu durum da doğal olarak kamu giderlerinin artmasına yol açmıştır. 1929 Ekonomik Krizi sonrasında, müdahaleci devlet anlayışının hakim olması ile birlikte, devletin fonksiyonlarında meydana gelen artışa bağlı olarak kamu harcamaları da hızla artmaya başlamıştır. Kamu gelirlerinin, artan kamu harcamalarını karşılayacak düzeyde olmaması, kamu borçlanma gereksinimini ortaya çıkarmıştır. Özellikle, 1970’li yıllardan itibaren etkisini gösteren petrol şokları sonrasında yaşanan stagflasyonist eğilimler neticesinde kamu borcunun varlığı ve sürdürülebilirliği önemli ve kronik bir sorun olarak ortaya çıkmıştır (Konu ve Ata, 2016: 176).

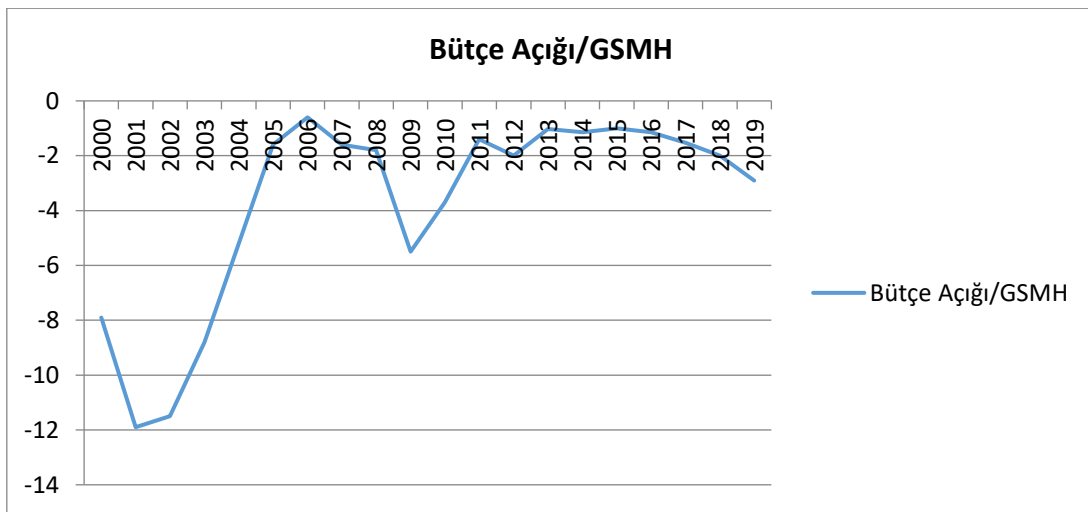
Son dönemlerde birçok ülkede yaşanan -ekonomik krizlerin en önemli nedeni olarak, yüksek kamu borç miktarı ve bütçe açığı gösterilmektedir. Bu çerçevede, gerek uluslararası kuruluşlar gerekse bilim adamları yüksek kamu borçları ve bütçe açığının azaltılması, mali disiplinin

sağlanması ve bu kapsamda ekonomik, politik ve sosyal tedbirlerin alınması yönünde uyarılarda bulunmaktadır.

Özellikle kalkınma sürecinde, devletin yapısal sorunların çözümü için gerekli kaynakları milli gelirden karşılama imkanlarının sınırlı olması, gelişme yolundaki ülkelerde bütçe açıklarının artmasında önemli bir rol oynamaktadır (Özkan, 1987:9). Bu ülkelerde, yüksek enflasyon oranları, ödemeler dengesi açıkları, kişi başı milli gelir düzeyinin düşük olması, kamu harcamalarındaki artışlara rağmen kamu gelirlerindeki artışın yeterli olmaması gibi yapısal sorunlar bütçe açıklarının giderek artmasına neden olmaktadır. Artan bütçe açıklarının varlığı da gerek kamu yönetimi gerekse özel sektör açısından bir takım olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Yüksek bütçe açıkları, kamu yönetimi açısından iktisat politikaları belirlenirken etkinlikten ve rasyonaliteden uzaklaşmaya, kamu kaynaklarının üretim yerine faiz ödemesi gibi alanlarda kullanılmasına neden olabilmektedir. Ayrıca yüksek bütçe açıklarının varlığı, ülkedeki faiz oranları artırarak, yatırım düzeyi, istihdam seviyesi, üretim düzeyi ve gelir dağılımı üzerinde olumsuz etkilere yol açabilmektedir (Gramlich, 1989: 25-26).

Türkiye açısından ise bütçe açıkları özellikle 1980'li yıllardan sonra önemli bir ekonomik sorun olarak ortaya çıkmıştır. Kamu gelirlerindeki artışın sınırlı kalması, buna karşılık kamu harcamalarındaki artışların önüne geçilememesi bütçe açıklarının en önemli sebeplerinden biri olmuştur. Ortaya çıkan bütçe açığının varlığı da Türkiye ekonomisinde yaşanan birçok krizin ana tetikleyicisi olmuştur. 1994 ve 1999 yıllarında Türkiye ekonomisinde yaşanan krizlerin temelinde yüksek bütçe açıkları yatmaktadır. 2000 sonrası dönemde Türkiye ekonomisinde görülen, "yüksek büyüme başarısının" altında yatan ana unsurların başında da bütçe disiplininin sağlanması yani bütçe açığının minimize edilmesi gerçeği yatmaktadır. O dönemde bütçe açığının, GSMH oranı % 1- 3 bandında gerçekleşmiştir 2000 öncesi ve 2000'li yılların başlarında bu oran % 12-14 bandında yer almaktaydı (Şekil1).

**Şekil 1: Yıllara Göre Bütçe Açığının GSMH Oranı (2000-2019)**



Kaynak: <https://www.hmb.gov.tr/bumko-ekonomik-gostergeler>



Konu, A. & Ata, A. Y. (2022). Kamu Yönetimi Açısından Yapay Zekanın Türkiye'deki Bütçe Açıklarının Tahmini Üzerine Etkisi. *Fiscaoeconomia*, 6(2), 636-655.

Doi: 10.25295/fsecon.1064113

Kısacası kamu yönetimi açısından en temel sorunlardan biri olan bütçe açığının varlığı, ekonomik, sosyal, siyasi alanlarda bir takım olumsuz sonuçlara yol açmaktadır. Bundan dolayı karar vericiler için en önemli kamu yönetimi başarısı, bu açığın azaltılması ve mali disiplinin sağlanması olmalıdır. Bütçe açığının azaltılması yönündeki en etkin yol, bu açığa yol açan unsurları ortadan kaldırmaktır. Nasıl ki herhangi bir sorunun çözülebilmesi için sorunu meydana getiren sebeplerin ortadan kaldırılması gerekirse bütçe açığının da azaltılması yönünde atılacak en etkin adım, bu borca neden olan faktörlerin iyi analiz edilip ortaya çıkarılmasıdır (Konu ve Ata, 2016: 176). Bu noktada gelişen teknoloji ve dijital dönüşüm, bütçe açığına yol açan unsurların tespitinde yeni yöntemler ve teknikler sunabilmektedir.

### 3.Yapay Zeka

#### 3.1.Yapay Sinir Ağları (YSA)

İnsanın düşünme yapısından hareket ederek, bunu taklit edebilecek bilgisayar işlemlerinin geliştirilmesi şeklinde tanımlanan yapay zeka, temel olarak programlanmış bilgisayarlara düşünme yeteneğinin kazandırılması yönündeki çalışmalar bütünüdür. İnsan gibi düşünebilen ve davranabilen yöntemlerin geliştirilmesi amacıyla 1950'li yıllardan bu yana süregelen yapay zeka alanındaki çalışmalar, insan beyninin taklit edilmesine dayalı olması nedeniyle mühendislik, nöroloji ve psikoloji gibi alanlarda da kullanılmaktadır.

Yapay zeka çalışmaları çerçevesinde değerlendirilen ve bu konudaki çalışmalara katkıda bulunan alanlardan biri de YSA teknolojisidir. Bu kapsamda yapay zekanın alt dallarından biri olan YSA teknolojisi öğrenen sistemlerin temelinde yer almaktadır. İnsan beyninin başlıca işlem elemanı olan nöronların (neuron) fonksiyonel özelliklerini taklit etme prensibine dayalı olan YSA'lar, böylelikle biyolojik sinir sisteminin basit bir benzerini oluşturmaya çalışan yöntemlerdir (Yurtoğlu,2005: 3).

YSA, deneme yoluyla öğrenbilme ve genelleştirme yapabilme imkanı sağlamaktadır. YSA yönteminin uygulandığı çeşitli alanlardan biri geleceğin tahminidir. YSA, veriler arasında, ayırt edilmesi zor ilişkilerin ortaya çıkmasını sağlayabilir. YSA modelleri doğrusal değildir. Doğrusal modeller, bazı önemli ayrıntıların belirlenmesi ve açıklanabilmesi durumlarında avantaj sağlayabilirler. Bununla birlikte söz konusu sorunun kaynağındaki ilişki doğrusal değil ise bu modellerin kullanılması avantajlı olmayabilir (Zhang vd., 1998:36).

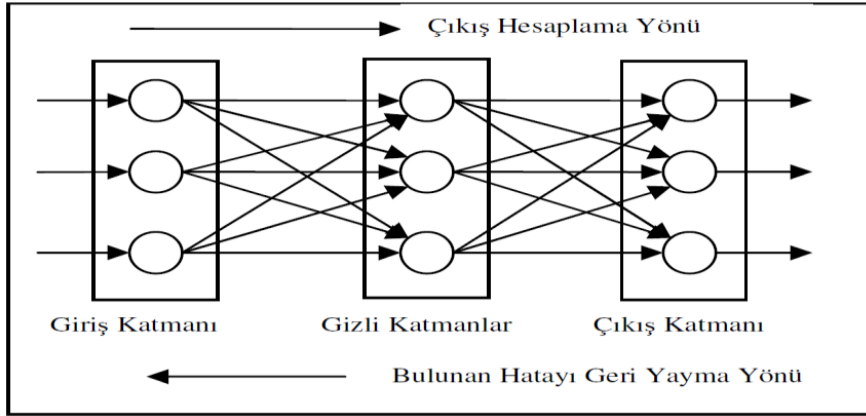
YSA, insan vücudunda varolan biyolojik sinir ağlarıyla benzer özellikler taşıyan bilgi işleme modellerdir (Fausett, 1994:3). YSA kavramı; çalışma prensibi olarak, insan beyninin fonksiyonel özelliklerine benzer olarak geliştirilen ve bu fonksiyonel özelliklerden bir kısmına sahip olan geniş kapsamlı bir bilgisayar veri değerlendirme yöntemi ve bu yöntem çerçevesinde geliştirilen sistemsal bir bütünü ifade etmektedir (Yakit, 2017: 289).

YSA temel elemanları yapay nöronlardır. Bu nöronlar, aralarında ilişkiler kurularak ve tabakalar şeklinde sınıflandırılarak yapay sinir ağlarını meydana getirmektedir. YSA'ları meydana getiren yapay nöronların yapısı biyolojik nöronlarla aynıdır (Yurtoğlu, 2005:12). Her bir nöron diğer nöronlar ile bağlantılıdır ve bu bağlantıların her birinin ağırlıkları bulunmaktadır (Diler, 2003: 68). Herhangi bir nöronun yapısında üç temel bölüm bulunmaktadır. Bu bölümler; sinapslar,

toplayıcı ve aktivasyon (Transfer) fonksiyonudur. Buna göre öncelikle girdiler ( $X_i$ ) alıcı sinap üzerindeki ağırlıklarla ( $W_i$ ) çarpılarak toplayıcıya gönderilir. Buradan elde edilen sinyaller belirli bir eşik değerini aşıyorsa aktivasyon fonksiyonu aktif hale gelir. Aktivasyon fonksiyonu olarak anılan bu fonksiyon transfer fonksiyonu olarak da isimlendirilir (Hotunluoğlu vd., 2013: 93).

YSA'larının çalışması için, yapay nöronların kümelenmesi gerekmektedir. Bu kümelenme katmanlar şeklinde olmakta ve daha sonra bu katmanlar diğeriyle ilişkili hale getirilmektedir. Temelde, tüm YSA'ların benzer bir yapıya sahip oldukları söylenebilir (Yurtoğlu, 2005: 19). YSA'nın genel ağ yapısı aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi ifade edilebilir (Çevik ve Dandil, 2012: 21).

Şekil 2: YSA Genel Ağ Yapısı



Kaynak: Yakıt, 2017: 290

YSA'nın genel ağ yapısında yer alan katmanlar, verilerin işlendiği yerleri göstermektedir. Bu genel ağ yapısı, çeşitli fonksiyonlarla çıktı değerinin hesaplanmasında kullanılmakta ve aynı zamanda ağın eğitilmesi sırasında ağırlıkların güncelleştirilmesine olanak sağlamaktadır (Yakıt, 2017: 290). YSA'nın yapılandırılmasından sonraki aşama eğitime aşamasıdır. YSA'na, ağa girdiyi tanımlayan bilgiler ile bu girdilere ilişkin çıktı bilgileri verilerek ağın girdi ile çıktı arasında mevcut olan ilişkiyi öğrenmesi sağlanmakta böylelikle ağın eğitim işlemi yapılmaktadır (Hamzaçebi ve Kutay, 2004: 229).

YSA gibi örnekler yoluyla eğitilen sistemlerde farklı öğrenme yöntemleri söz konusudur. Genellikle eğitime işlemi için üç tür yöntemin uygulandığı görülmektedir. Bunlar, danışmanlı öğrenme, takviyeli öğrenme ve danışmansız öğrenme olarak ifade edilebilir (Özveren, 2006: 10). Bir sinir ağı, yeterli düzeyde eğitildiğinde, eğitime süreciyle kazanılan bilgi bağlantı ağırlıklarında depolanır. Bu çerçevede eğitilmiş bir ağ önceden üzerinde eğitildiği benzer verilere sahip yeni sorunlarla karşılaştığında, bunların çözümünü de sağlayabilir ve tahminler üretilebilir (Sungur ve Altun, 2010: 72).

YSA, girdi ile çıktı değişkenleri arasında herhangi bir önbilgi olmaksızın doğrusal ve doğrusal olmayan modelleme yapma imkanı sağlamaktadır. Bu nedenle YSA'nın diğer tahmin yöntemlerine kıyasla daha genel ve esnek olduğu ifade edilmektedir (Kaastra ve Boyd, 1996:217; Zhang vd.,1998: 36). YSA, güçlü bir tahmin yöntemi olması nedeniyle finansal ve ekonomik alanlarda da kullanılmaktadır. YSA ile veri seti içerisinde yer alan fonksiyonel



Konu, A. & Ata, A. Y. (2022). Kamu Yönetimi Açısından Yapay Zekanın Türkiye'deki Bütçe Açıklarının Tahmini Üzerine Etkisi. *Fiscaoeconomia*, 6(2), 636-655.

Doi: 10.25295/fsecon.1064113

ilişkilerin algılanması ve örüntü tanıma, sınıflandırma, tahmin ve kontrol gibi işlevlerin gerçekleştirilmesi mümkündür (Huang vd., 2007: 115).

### 3.2. Bulanık Sinir Ağları (BSA)

Bulanık mantık, ilk olarak L.A. Zadeh tarafından 1965 yılında ortaya atılmış bir kavramdır. Bu metot, sınırları kesin olan bazı değerlerin bir anlamda genişletilmesi olarak da ifade edilebilir (Lester, 2003). BSA, problemi kesin sınırlarla bölmek yerine kümelenme yada sınıflandırma şeklinde ele almaktadır. Bulanık sinir ağları yaklaşımı birçok mühendislik ve karar verme problemlerinde önemli avantajlar sağlamaktadır (Bacanlı vd., 2011: 21).

Geleneksel matematiksel araçlarına dayalı sistem modelleme iyi-tanımlanmamış veya belirsiz sistemler için uygun değildir. Bulanık mantık, bulanık küme mantığına göre üyelik değeri tanımlar. Klasik küme kavramında kümeye aitlik 1 veya 0 olurken bulanık mantıkta küme aitlik değeri, üyelik fonksiyonu ile belirlenir ve 0 ile 1 arasında değişir. Üyelik fonksiyonları için üçgen, yamuk, gauss eğrisi gibi fonksiyonlar kullanılabilir. BSA'nın en fazla kullanıldığı alanlar görüntü işleme, sinyal işleme, denetleyici sistemler, uzman sistemler ve veri madenciliği olarak sıralanabilir. Başlangıçta bulanık kümeler yapay zeka karar destek sistemlerinde kırılganlığı önlemek amacıyla, kuralla dayalı sistemlerle bütünleştirilmiştir. Daha sonraları ise bulanık sınıflama ve örüntü tanıma yöntemleri kullanılmaya başlanmış ve bütünleşik sistemlerde bulanık mantığın daha iyi sonuçlar verdiği kabul edilmiştir (Baykal, 2004).

Bulanık sinir ağları ise, YSA'ların öğrenme ve bulanık mantık sistemlerin belirsizliğini modelleme özelliklerini birleştirebilmektedir. Bulanık modelleme veya bulanık sistematik fikri ilk olarak Takagi ve Sugeno tarafından ortaya atılmıştır. Takagi-Sugeno yaklaşımında genellikle sayısal veriler kullanılır, sözel veriler için uygun bir yaklaşım değildir. Bu sebeple söz konusu yaklaşım veri tabanlı bir yöntem olarak kabul edilmekte ve sayısal giriş-çıkış verileri sağlandığında daha iyi sonuçlar vermektedir (Takagi ve Sugeno, 1985: 116). Ancak bugün bile insan bilgisini veya deneyimlerini bulanık kural ve sistematığa dönüştürmek için standart bir yöntem bulunmamaktadır. Çıktı hata ölçüsünü en aza indirmek veya performans endeksini en üst düzeye çıkarmak için üyelik işlevlerini (MF'ler) ayarlamak için Jang (1993) tarafından Uyarlanabilir- Ağ tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi veya Sinirsel Bulanık Mantık Çıkarım Sistemi (ANFIS) adı verilen bir mimari önerilmiştir. YSA ve Bulanık sinir ağlarının birleşimiyle ortaya çıkan ANFIS bir modelleme yöntemi olarak birçok alanda kullanılmaktadır (Bacanlı vd., 2011: 32).

### 4. Literatür

Bütçe açıklarının belirleyicileri üzerine yapılan çalışmalarda çeşitli ekonometrik tahmin yöntemleri kullanılmıştır. Fakat YSA yönteminin kullanıldığı çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu alanda yapılan sınırlı çalışmalardan bazıları aşağıda ifade edilmektedir:

Hansen ve Nelson (1997); ABD ekonomisi için yaptıkları çalışmalarında belirli bir eyalete ilişkin vergi gelirlerinin tahmini için YSA yöntemini kullanmışlardır. YSA yöntemiyle farklı tahmin yöntemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında geleneksel yöntemlerin kısa dönem tahminlerinde daha iyi sonuç verirken, uzun dönem tahminlerinde YSA modelinin daha anlamlı sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.



Konu, A. & Ata, A. Y. (2022). Kamu Yönetimi Açısından Yapay Zekanın Türkiye'deki Bütçe Açıklarının Tahmini Üzerine Etkisi. *Fiscaoeconomia*, 6(2), 636-655.

Doi: 10.25295/fsecon.1064113

Yusof (2006); çalışmasında Malezya Gümrük Dairesinin gelecekteki gelir tahsilatını tahmin etmek amacıyla yapay sinir ağları yöntemini kullanmıştır. Farklı yöntemlerinde kullanıldığı çalışmada, YSA yönteminin diğer yöntemlere kıyasla daha anlamlı sonuçlar verdiği ifade edilmiştir.

Mao vd. (2010); Çin için yaptıkları çalışmada yerel finansal gelirlerin genel bütçe gelirleri üzerindeki etkisini YSA yöntemiyle tahmin etmişlerdir. Sonuç olarak kullanılan yöntemin, yerel finansal geliri doğru bir şekilde tahmin etmek için oldukça elverişli bir yöntem olduğu ifade edilmektedir.

Safdari ve Shamsoddini (2012); çalışmalarında İran bütçe açığını tahmin etmek için YSA modelini kullanmışlardır. Bu çalışmanın sonunda, hükümet politikalarının neden olduğu belirsizliğin varlığında bütçe açığını tahmin etmek için en uygun yöntemin YSA yöntemi olduğu ve aynı zamanda bu modelin tahmin hatasının daha az olduğu ve gerçeğe daha yakın sonuçlar ürettiği ifade edilmiştir.

Radulescu vd. (2015); çalışmalarında seçilmiş bazı Orta ve Doğu Avrupa ülkelerinde kamu harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi YSA yöntemiyle araştırmışlardır. Çalışmada YSA'nın, kamu harcamalarının gelişimini belirlemek ve tahmin etmek için kullanılmasının, kamu harcamalarını etkileyen birçok değişken olduğunda uygun bir yöntem olduğu vurgulanmıştır.

Bulut ve Canbolat (2003); bütçe açıklarının enflasyon, faiz oranları ve döviz kuru üzerinde meydana getirdiği etkiyi YSA yöntemini kullanarak araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlar bütçe açıkları ile diğer değişkenler arasında doğru orantılı bir ilişki olduğunu, yüksek faiz oranlarının borçlanmayı artırdığını ve adaletsiz bir gelir dağılımına neden olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışmada ayrıca yapay sinir ağları yönteminin bütçe açıklarının tahmin edilmesinde kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Kaplan ve Tekeli (2008); YSA yöntemini kullanarak kamu gelir ve harcamalarını tahmin etmeye çalışmışlardır. Söz konusu çalışmada YSA yönteminin geleneksel tahmin yöntemlerine kıyasla daha başarılı olduğu ifade edilmiş ve YSA modelinin bütçe dengesi tahminlerinde kullanılabileceği önerisi yapılmıştır.

Amiri ve Ventelou (2011); çalışmalarında OECD ülkelerinde kamu harcamalarının ekonomik büyümedeki rolünü tahmin etmek için veri zarflama analizini (DEA) ve yapay sinir ağlarını (YSA) birleştiren bir yöntemi araştırmışlardır. Çalışmanın sonuçları, bu yaklaşımın bu durumu tahmin etmek için güçlü ve uygun bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır.

Hotunluoğlu vd. (2013); bütçe dengesini etkileyen ekonomik ve siyasi göstergeleri kullanarak Türkiye'deki bütçe dengesi analiz ettikleri çalışmalarında YSA modelinin kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Sonuç olarak YSA yönteminin bütçe dengesinin tahmin edilmesinde kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Ghiassi ve Kengne (2019); Güney Afrika'daki hükümet harcamalarını tahmin etmede, bir yapay zeka algoritması olan dinamik yapay sinir ağlarının etkinliğini analiz etmişlerdir. 1960Q1'den 2016Q4'e kadar üç aylık verilerden elde edilen sonuçlar, dinamik yapay sinir ağlarının ARIMAX





Konu, A. & Ata, A. Y. (2022). Kamu Yönetimi Açısından Yapay Zekanın Türkiye'deki Bütçe Açıklarının Tahmini Üzerine Etkisi. *Fiscaoeconomia*, 6(2), 636-655.

Doi: 10.25295/fsecon.1064113

yönteminden daha iyi performans gösterdiğini ve dinamik yapay sinir ağlarının devlet harcamaları için uygun bir yöntem olduğunu göstermektedir.

## 5. Veri ve Yöntem

### 5.1. Veriler ve Kaynakları

Çalışmada kullanılan modelde yer alan bağımlı ve bağımsız değişkenler 1980-2019 dönemini kapsamakta olup bu verilere ilişkin kaynakların açıklaması şu şekildedir:

Çalışmada kullanılan modelde, bağımlı değişken olarak Bütçe Açığı/GSYİH oranları kullanılmıştır. Bütçe Açığı/GSYİH verileri Hazine ve Maliye Bakanlığı internet veri sayfasından elde edilmiştir.<sup>3</sup>

Modeldeki bağımsız değişkenlere ait verilerin açıklaması ve kaynağı şu şekildedir:

Büyüme oranı, bir yıl içerisinde reel GSYİH'daki yüzde değişim olarak alınmıştır. Ülkelerin dış açıklık düzeylerine ilişkin veriler, ithalat ve ihracat toplamalarının GSYİH'ya oranı şeklinde hesaplanmıştır. Söz konusu değişkenlere ilişkin veriler Dünya Bankası'nın<sup>4</sup> internet veri tabanından alınmıştır

Enflasyon oranı, yıllık ortalama tüketici fiyatları endeksindeki yüzde değişim olarak alınmıştır. Kamu borçları, kamu toplam net borç stokunun GSYİH'ya oranı olarak alınmıştır. Enflasyon oranı ve kamu borçlarına ilişkin veriler Hazine ve Maliye Bakanlığı internet veri sayfasından elde edilmiştir.

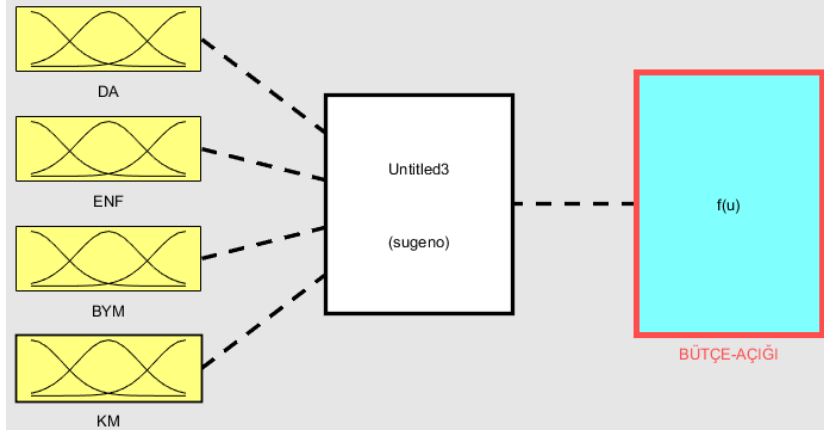
### 5.2. Bütçe Açığını Modelleme için Önerilen BSA

Bu çalışmada bütçe açığını modellemek için geliştirilen bulanık sinir ağı birinci derece 4 giriş ve 1 çıktıdan oluşan Sugeno bulanık modelidir (Şekil 2). Bu konuda literatürde yer alan çalışmalarda birkaç bulanık çıkarım sistem yapısı önerilmiştir. En çok kullanılan çıkarım yöntemleri *Mamdani Yöntemi* ve *Takagi-Sugeno* yöntemleridir. Mamdani yöntemi uzman bilgisine ihtiyaç duyan ve her türlü problemin çözümüne uygulanabilen bir yöntemi ifade ederken Sugeno yöntemi ise değişken sayısının çok fazla olmadığı durumlarda kullanılır. Sugeno Çıkarım Yöntemi'nde çıkış değişkeni sabit bir sayı ya da değişkene bağlı polinom fonksiyon olarak tanımlanmaktadır (Şen, 2004: 130) Bulanık yapı, girdilerinde üç genelleştirilmiş çan şekilli üyelik işlevine ve çıktıda bir doğrusal üyeliğe sahiptir. Her girdi-üyelik birleşimi, BSA ağının kural tabanındaki bir kuralla temsil edilir ve 4 giriş için toplam  $3^4=243$  kural içerir.

<sup>3</sup><https://www.hmb.gov.tr/bumko-ekonomik-gostergeler>

<sup>4</sup>[databank.worldbank.org](http://databank.worldbank.org)

### Şekil 3: Bütçe Açığını Modellemek için Önerilen BSA



4 girişli ve 1 çıkışlı birinci dereceden Sugeno bulanık denetleyici için bulanık bir kuralın genel biçimi:

If  $x$  is  $A_i$  AND  $y$  is  $B_j$  AND  $z$  is  $C_m$  AND  $w$  is  $D_n$  THEN  $F_k = p_k x + q_k y + s_k z + t_k w + r_k$  (4)

Denklemdaki  $i=1,2,3; j=1,2,3; m=1,2,3; n=1,2,3, k=1,2,3...81$  değerlerini almaktadır.

Burada  $x, y, z$  ve  $w$ , BSA ağının girişleridir ve  $F_k$ , k-kuralının çıktısıdır.  $A_i, B_i, C_i$  ve  $D_i$  sırasıyla  $x, y, z$  ve  $w$  girişlerinin üyelik işlevini gösterir. Bu üyelik işlevi genel çan tipidir, örneğin  $x$  girişi,  $A_i(x)$  için:

$$A_i(x) = \frac{1}{1 + \left\{ \left( \frac{x - c_i}{a_i} \right)^2 \right\}^{b_i}}$$

burada  $a_i, b_i$  ve  $c_i$  üyelik fonksiyonunun parametreleri olduğundan ağ eğitilirken uyarlanabilir şekilde ayarlanır.

$F_k$  doğrusal üyelik işlevine sahiptir ve 324 sonuç parametresini tanımlamamız gerekir:  $\{p_1, \dots, p_{81}, q_1, \dots, q_{81}, s_1, \dots, s_{81}, t_1, \dots, t_{81}, r_1, \dots, r_{81}\}$ . Bu da sistemin eğitimi yoluyla gerçekleştirilir.

BSA ağının çıkışı, kural çıkışlarının ağırlıklı ortalamasıdır. Ağırlık faktörü  $w_k$ , her kuralın üyelik ifadesini değerlendirerek aşağıdaki gibi hesaplanır:

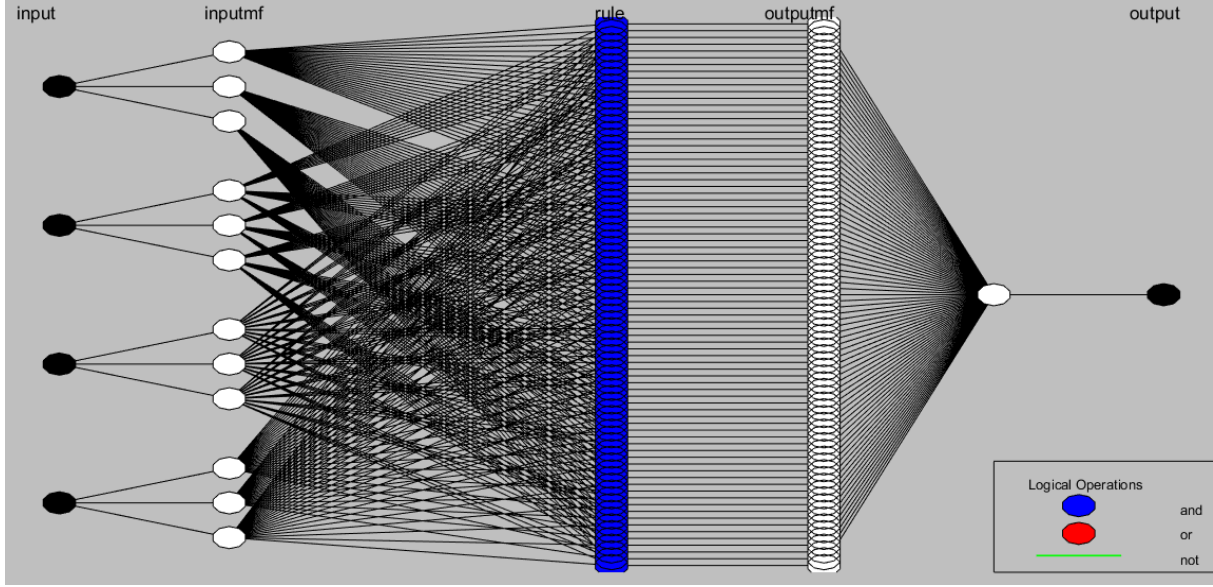
$$w_k = x(A_i) \cdot y(B_j) \cdot z(C_i) \cdot w(D_i) \quad (6)$$

Burada  $\vee$  (.) operatörü girdi üyelik değerlerinin çarpımını gösterir.

Son olarak, sistem çıktısı, ayrı kural çıktılarının ağırlıklı ortalaması hesaplanarak bulunabilir,

$$F_{\text{final}} = \frac{\sum_{k=1}^{81} w_k F_k}{\sum_{k=1}^{81} w_k}$$

**Şekil 4: Anfis Model Yapısı**



Levenberg-Marquardt algoritması, giriş ve çıkış üyelik fonksiyonlarının parametrelerini hesaplamak için BSA yapısının eğitiminde kullanılmıştır. Kullanılan Anfis model yapısı Şekil 4’de verilmiştir. ANFIS modeli öngörülen giriş-çıkış çiftlerini oluşturmak için uygun üyelik işlevlerine sahip bir dizi bulanık 'eğer-öyleyse'('if -then') kuralı oluşturmaktadır (Nayak vd., 2004: 3750). ANFIS temel olarak başlangıçta bir bulanık çıkarım (FIS) sistemi olarak, bu sistemi, giriş-çıkış verilerine dayalı olarak geri yayılma algoritması kullanarak optimize etmeye çalışmaktadır

### 5.3.Tahmin Sonuçları

Bulanık sinir ağlarında kullanılan verilerin ölçeklenmesi gerekmektedir. Yukarıda açıklanan üyelik fonksiyonlarının özelliklerinden dolayı giriş ve çıkış verileri gerçek değerleriyle ağa verilmeden önce üyelik fonksiyonu verilen minimum ve maksimum değerlerini 0 ve 1 olacak şekilde ölçeklendirilir. Bulanık sinir ağlarında verilerin bir kısmı sistemi eğitmek yani veriler arasındaki bağlantıyı öğrenmek, bir kısmı ise bu bağlantıyı test etmek için kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, verilerin 35 tanesi (1980-2014 yıllarına ait veriler) modelin eğitimi için kullanılırken, 7 tanesi (2014-2019 yıllarına ait veriler) eğitilmiş modelin test edilmesi için kullanılmıştır. Eğitim ve test aşamasında bütçe açığı verisi hedef diğer 4 veri; dışa açıklık, enflasyon, büyüme ve kamu borçları, ise giriş verileri olarak kullanılmıştır.

Şekil 4’de görüldüğü gibi ANFIS, 5 katmanlı ileri beslemeli bir YSA mimarisine sahiptir. ANFIS’in eğitiminde ileri beslemeli sinir ağı ve denetimli öğrenme kullanılmaktadır. Bu mimaride kullanılan öğrenme algoritması, ANFIS çıktısı ile öğrenme verilerini benzetmek için yukarıda belirtilen parametrelerin en uygun değerlerini belirler. Bu çalışmada, “eğim düşümü” yöntemi ve “en küçük kareler” yöntemlerinin birleşiminden oluşan Levenberg-Marquardt öğrenme algoritması ile eğitim yapılarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Burada, eğim düşümü yöntemi,

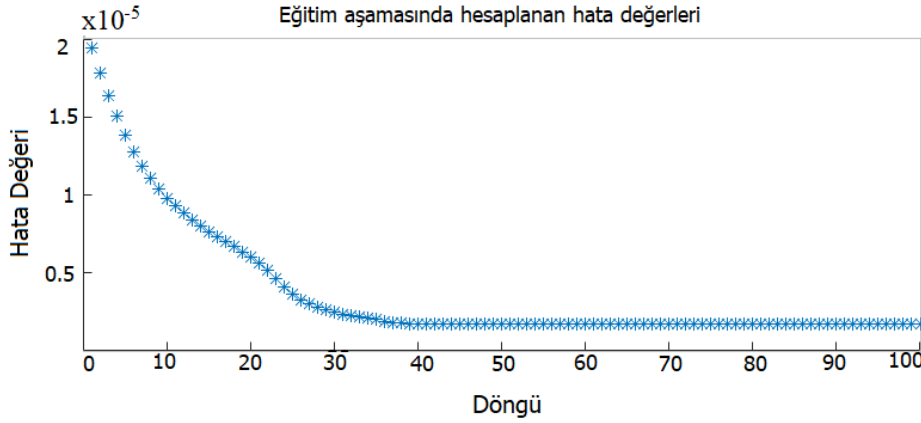
doğrusal olmayan giriş parametrelerinin düzenlenmesinde, en küçük kareler yöntemi ise doğrusal çıkış parametrelerinin düzenlenmesinde kullanılmaktadır (Chang ve Chang,2006: 4).

Tablo 1' de sonuç değerleri paylaşılan ve Şekil 5'de gösterildiği gibi eğitim aşamasında öğrenme işlemi bütün veri seti için istenilen hata değerine ulaşıncaya kadar tekrar tekrar uygulanır. Önerilen BSA modelinde ağ 100 defa eğitilmiş ve 40. döngünün sonunda ortalama hata değeri  $1.12 \times 10^{-6}$  olarak gözlemlenmiştir. Hata oranı, döngü dağılım grafiği ve 100 döngü eğitim sonrası hata oranı Şekil 5'de gösterilmiştir. Bu şekilde göre hata oranının giderek azalan bir seyir aldığı ve 40. döngüden sonra hata oranının sıfıra yakınsadığı görülmektedir.

**Tablo 1: Eğitim Sonuçları**

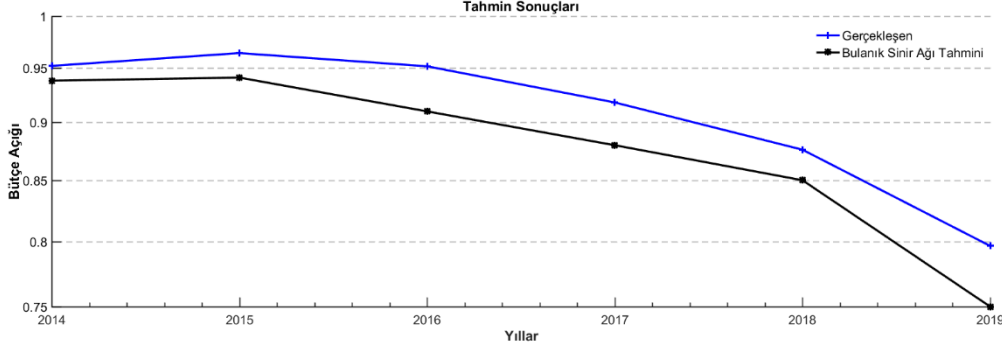
AĞ	EĞİTİM
Döngü	100
En küçük Hata kareleri ortalaması	1.12661e-06
Son hata kareleri ortalaması	1.12661e-06

**Şekil 5: Eğitim Aşaması**



Bütçe açığını tahmin etmek için oluşturulan ve eğitilen BSA modeli ile Türkiye'nin 2014-2019 dönemi bütçe açığı tahmini gerçekleştirilmiştir. Tahmin sonuçları Şekil 6'da verilmiştir. Gerçekleşen ve önerilen yöntemle tahmin edilen bütçe açığı karşılaştırma sonuçlarına bakıldığında tahmin sonuçlarının gerçek sonuçlara çok yakın olduğu ve hata oranının çok düşük olduğu görülmektedir.

**Şekil 6: 2014-2019 Yılları Bütçe Açığı Tahmini Sonuçları**



Sonuçları karşılaştırmak amacıyla bütçe açığı ayrıca, En Küçük Kareler (EKK) yöntemi ile de tahmin edilmiştir. Önerilen BSA modelinin performansını ölçmek için Hata Kareleri Ortalaması (HKO), Hatanın Mutlak Ortalaması ve Korelasyon Katsayısı kullanılmıştır. Hem BSA hem de EKK yöntemi ile elde edilen sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2: BSAYöntemi ve EKK ile Elde Edilen Performans Ölçütleri**

	BULANIK SİNİR AĞLARI	EKK
Hata Kareleri Ortalaması (HKO)	0.0335	0.1589
Hatanın Mutlak Ortalaması	0.0315	0.8163
En küçük Hata	0.0138	-0.3315
En büyük hata	0.0465	0.4067
Korelasyon Katsayısı	0.9896	0.8133

Özetle, Bütçe açığının tahmininde çoğunlukla EKK gibi geleneksel yöntemler kullanılmaktadır. Ancak günümüzde yapay zeka alanındaki çalışmaların gelişimi ve yaygınlaşması ile birlikte bütçe açığının tahmininde de yapay zekanın kullanılması hususunda araştırmalar giderek önem kazanmaya başlamıştır. Çalışmada kullanılan BSA modelin sonuçları ile EKK modelinin performans ölçütleri karşılaştırıldığında, bütçe açığının tahmininde BSA modelinin EKK modeline göre daha anlamlı sonuçlar verdiği, hata oranlarının daha düşük olduğu saptanmıştır. Bu yönüyle BSA modeli, bütçe açığının tahmini noktasında uygulanabilir ve tercih edilebilir bir yöntem olarak kendini göstermektedir.



Konu, A. & Ata, A. Y. (2022). Kamu Yönetimi Açısından Yapay Zekanın Türkiye'deki Bütçe Açıklarının Tahmini Üzerine Etkisi. *Fiscaoeconomia*, 6(2), 636-655.

Doi: 10.25295/fsecon.1064113

## 6. Sonuç

Yeni dünya düzeni, bilgi ve teknolojik ilerlemenin sonucunda ortaya çıkmış bir durum sergilemektedir. Bu yeni düzen içerisinde, bilgi ve teknolojik alanda ortaya çıkan değişimler, her geçen gün yaşamın daha geniş kısmında yer tutmakta ve kullanılmaktadır. Devlet- birey ya da birey-birey ilişkilerinde, bu dönüşüm çok net görülebilmektedir. Dijitalleşmenin bu denli yaygınlaşması, kamu yönetimi anlayışında da bir takım dönüşümlere yol açmakta ve bu dönüşümler neticesinde “dijital zeka” ya da “yapay zeka” gibi kavramlar yeni kamu yönetimi anlayışının odağında olan hedefler olarak ifade edilebilmektedir.

Günümüz dünyasının hatta geleceğin dünyasının da şekillenmesinde en önemli kavramlardan birinin, “yapay zeka” kavramı olduğu ifade edilmektedir. Yapay zeka kavramı, yaşamın her alanını etkilediği gibi, kamu yönetimi süreci üzerinde de etkileri söz konusu olmaktadır. Yapay zekanın kamu yönetimi süreci üzerindeki etkilerine bakıldığında, ilk olarak “karar alma sürecinde” daha sonra ise “hizmet sunma sürecinde” etkili bir araç olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca karar verici pozisyonunda olanlar için “etkili kamu politikası oluşturma” süreçlerinde de, yapay zekanın önemli olduğu görülmüştür. Kısacası yapay zeka, günümüz kamu yönetimi anlayışında giderek önemi artan ve çalışma alanları hızlıca genişleyen bir kavram olarak ifade edilebilir.

Kamu yönetimi açısından önemli makro iktisadi hedeflerden bir de bütçe denkleğinin sağlanması ya da en azından bütçe açığının azaltılması hedefidir. Zira bütçe açığının söz konusu olması, günümüzde birçok ülkede en önemli makroekonomik sorunlar arasında yer almaktadır. Yüksek bütçe açıkları, kamu yönetimi açısından iktisat politikaları belirlenirken etkinlikten ve rasyonaliteden uzaklaşmaya, kamu kaynaklarının üretim yerine faiz ödemesi gibi alanlarda kullanılmasına neden olabilmektedir. Ayrıca yüksek bütçe açıklarının varlığı, ülkedeki faiz oranları artırarak, yatırım düzeyi, istihdam seviyesi, üretim düzeyi ve gelir dağılımı üzerinde olumsuz etkilere yol açabilmektedir.

Bütçe açıklarının ekonomi üzerindeki bu olumsuz etkilerinden dolayı, kamu yönetimi açısından, bütçeleme süreci ve bütçe açıklarının tespiti önemli bir durum sergilemektedir. Bu doğrultuda, gelişen teknolojik ilerleme ve dijitalleşme süreci ile birlikte yapay zeka kavramı, bütçe açıklarının tahmin edilmesinde ve bütçe açığına yol açan unsurların saptanmasında kullanılan yeni bir yöntem olarak kabul edilebilmektedir. Bu yönü, bütçe açıklarının tahmininde yapay zeka yönteminin uygulanması, dijitalleşmenin ve teknolojik ilerlemenin kamu yönetimi sürecindeki yansımalarından biri olarak tanımlanabilir.

Bu bakış açısı doğrultusunda hazırlanan bu çalışmada, bütçe açıklarının tahmin edilmesinde literatürden farklı yöntemler kullanılmıştır. Çalışmada geleneksel tahmin yöntemlerinden farklı olarak, Türkiye’de bütçe açıklarını etkileyen faktörler 1980-2019 verileri kullanılarak, BSA yöntemi ile tahmin edilmiştir.

Yapay zekâ teknikleri öğrenme, genelleme yapma, kolaylıkla farklı problemlere uygulanabilme, gürültüye karşı toleransları ve hızlı işlem yapabilmeleri nedeniyle farklı problemlerin çözümüne yönelik sıklıkla kullanılmaktadır. Bu çalışmada ise son yıllarda tüm bilim dallarında yaygın kullanım niteliği kazanan esnek hesaplama metotlarından biri olan bulanık sinir ağları esaslı model sunulmuştur. ANFIS, bulanık sistemlerin belirsizliğini modelleme ve sinirsel



Konu, A. & Ata, A. Y. (2022). Kamu Yönetimi Açısından Yapay Zekanın Türkiye'deki Bütçe Açıklarının Tahmini Üzerine Etkisi. *Fiscaoeconomia*, 6(2), 636-655.

Doi: 10.25295/fsecon.1064113

ağların öğrenme özelliklerini kendi içinde birleştiren avantajlı bir yöntemdir. Bu çalışmada bütçe açığı tahmini 4 girişli ve 1 çıkışlı birinci dereceden Sugeno bulanık denetleyici kullanılmıştır. Elde edilen tahmin sonuçları ile gerçekleşen bütçe açığı arasındaki hataların küçüklüğü önerilen BSA yönteminin Bütçe açığının tahmininde başarılı bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir.

#### Kaynakça

- Amiri, A. & Ventelou, B. (2011). *Forecasting The Role of Public Expenditure in Economic Growth Using DEA-Neural Network Approach*. MPRA Paper 33955, University Library of Munich, Germany.
- Altınışık, E. (2017). Dijitalleşme Söyleminin Kamu Yönetimi Disiplinine Olası Etkisi: 1950 Deneyiminden Yola Çıkan Bir Öngörü. *Süleyman Demirel Üniversitesi İkt. İdr. Bil. Fak. Dergisi*, 22, Özel sayı, 1933-1943.
- Bacanlı, Ü.G., Dikbaş, F. & Fırat M. (2011). *Yapay Sinir Ağları ve Bulanık Mantık Yöntemleri ile Kuraklık Tahmini*. Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Yapay Projeleri Koordinasyon Birimi. BAP Projesi
- Baykal, N. & Beyan, T. (2004). *Bulanık Mantık Uzman Sistemler ve Denetleyiciler*. Bıçaklar Kitabevi, Ankara.
- Bulut, C. & Canbolat, Y. B. (2003). Türkiye Ekonomisi'nde Artan Kamu Açıklarının Enflasyon, Faiz Oranı ve Döviz Kuru Üzerindeki Etkileri. *Journal of Qafqaz University*, 12, 13-28.
- Chang, F.J. & Chang, Y. T. (2006). Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System for Prediction of Water Level in Reservoir. *Advances in Water Resources*, 29, 1-10.
- Coşkun, B. & Yıldırım, P. (2018). Kamu Yönetimi Açısından Dijital Zekanın İyi Yönetime Etkisi. *Ombudsman Akademi*, Özel Sayı 1, 141-162.
- Çevik, K. K. & Dandil, E. (2012). Yapay Sinir Ağları için Net Platformunda Görsel Bir Eğitim Yazılımının Geliştirilmesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 5( 1), 19-28.
- Diler, A. İ. (2003). İMKB Ulusal 100 Endeksinin Yönünün Yapay Sinir Ağları Hata Geriye Yayma Yöntemi ile Tahmin Edilmesi. *İMKB Dergisi*, 7( 25-26), 65-81.
- Ghiassi, M. & Simo-Kengne, B. D. (2019). Forecasting Government Expenditures in South Africa with a dynamic artificial neural networks: Does population aging play a role?. *Journal of Public Policy*, Feb. 2019. <http://www.econmodels.com/public/dbArticles.php>
- Gramlich, E. M. (1989). Budget Deficits and National Saving; Are Politicians Exogenous?. *Journal of Economic Perspectives*, 3(2) Spring, 23-35.
- Gül, H. (2017). Dijitalleşmenin Kamu Yönetimi ve Politikaları ile Bu Alanlardaki Araştırmalara Etkileri. *Yasama Dergisi*, 36, 5-36.



Konu, A. & Ata, A. Y. (2022). Kamu Yönetimi Açısından Yapay Zekanın Türkiye'deki Bütçe Açıklarının Tahmini Üzerine Etkisi. *Fiscaoeconomia*, 6(2), 636-655.

Doi: 10.25295/fsecon.1064113

- 
- Hamzaçebi, C. & Kutay F. (2004). Yapay Sinir Ağları ile Türkiye Elektrik Enerjisi Tüketiminin 2010 Yılına Kadar Tahmini. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, 19(3), 227-233.
- Hansen, J.V. & Nelson, R. D. (1997). Neural Networks and Traditional Time Series Methods: A Synergistic Combination in State Economic Forecasts. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 8(4), 863-873.
- Hotunluoğlu, H., Göçer, İ. & Mercan M. (2013). Türk Bütçe Dengesinin Yapay Sinir Ağları Yöntemiyle Tahmini. *Finans, Politik ve Ekonomik Yorumlar*, 50(582),91-99.
- Huang, W., Lai, K. K., Nakamori, Y., Wang, S. & Yu, L. (2007). Neural Networks in Finance and Economics Forecasting. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 6(01), 113-140.
- Jang, J. S. R. (1993). ANFIS Adaptive-Network-Based-Fuzzy Inference Systems. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 23(3), 665-685.
- Kaastra, I. & Boyd M. (1996). Designing a Neural Network for Forecasting Financial and Economic Time Series. *Neurocomputing*, 10, 215-236.
- Kaplan, M. & Tekeli, R. (2008). *Ekonomide Bekleyişler ve Tahmin, Yapay Sinir Ağları Uygulamaları*. Tablet Yayınları, Konya.
- Konu, A. & Ata, A. Y. (2016). Etnik Farklılık ve Kamu Borcu Üzerine Etkileri: Analitik Bir Bakış Açısı. *Sosyoekonomi Dergisi*, 24(28), 175-187.
- Lester, J. M. (2003). *Investigation of the Applicability of Neural-Fuzzy Logic Modeling for Culvert Hydrodynamics*. Doctor of Philosophy Thesis, College of Engineering and Mineral Resources at West Virginia University.
- Mao, H., Liu, D., Jin, Y. & Lin, J. (2010). Forecasting Model on General Budget Revenue of Regional Finance Based on Dynamic Combination Of BP Neural Network. *2010 International Conference of Information Science and Management Engineering*, 282-286.
- Nayak, P. C., Sudheer, K. P. & Ramasastri, K. S. (2004). Fuzzy Computing Based Rainfall-Runoff Model Forreal Time Flood Forecasting. *Hydrological Process*, 17: 3749–3762.
- Önder, M. & Saygılı, H. (2018). Yapay Zeka ve Kamu Yönetimine Yansımaları. *Türk İdare Dergisi*, 487, 629-668.
- Özkan, N. (1987). *Planlı Dönemde Türkiye'de Konsolide Devlet Bütçesi Açıklarının Nedenleri (Vergi Gelirleri Açısından)*. Maliye ve Gümrük Bakanlığı Bütçe ve Mali Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Özveren, U. (2006). *PEM Yakıt Hücrelerinin Yapay Sinir Ağları ile Modellenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, T.C. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.





Konu, A. & Ata, A. Y. (2022). Kamu Yönetimi Açısından Yapay Zekanın Türkiye'deki Bütçe Açıklarının Tahmini Üzerine Etkisi. *Fiscaeconomia*, 6(2), 636-655.  
Doi: 10.25295/fsecon.1064113

- Radulescu, M., Banica, L. & Zamfiroiu, T. (2015). Forecasting Public Expenditure by Using Feed-Forward Neural Networks. *Economic Research-Ekonomskastrazivanja*, 28(1), 668-686.
- Safdari, M. & Shamsoddini, M. (2012). Using Artificial Neural Networks and Monte Carlo Simulation in Terms of Uncertainty for Prediction of Budget Deficit in Iran. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*, 4(2), 132-139.
- Sungur, C. & Altun, A. A. (2010). Konya Bölgesindeki Don Olaylarına Karşı Mistleme Sisteminin Yapay Sinir Ağları ile Modellenmesi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(4), 70-75.
- Şahbaz, A., Koç, A. & Ata, A. Y. (2013). Yolsuzluk ve Kamu Borcu İlişkisi: AB Ülkeleri Üzerine Ampirik Bir İnceleme. *Akdeniz İİBF Dergisi*, 26, 206-220.
- Takagi, T. & Sugeno, M. (1985). Fuzzy Identification of Systems and its Application to Modeling and Control. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 15, 116-132.
- Yakit, O. & Özkan, Y. (2017). Kurumsal Kaynak Planlama Sistemlerinde Yapay Sinir Ağlarının Değerlendirilmesi Yaklaşımı. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 5, 287-296.
- Yurtoğlu, H. (2005). *Yapay Sinir Ağları Metodolojisi ile Öngörü Modellemesi: Bazı Makroekonomik Değişkenler için Türkiye Örneği*. Uzmanlık Tezi, Ekonomik Modeller ve Strateji Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Devlet Planlama Teşkilatı, No:2683.
- Yusof, N. B. M. (2006). *Time Series Modelling and Designing of Artificial Neural Networks (ANN) for Revenue Forecasting*. Faculty of Computer Science and Information System, Universiti Teknologi Malaysia.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control*, 8, 338-353.
- Zhang, G., Patuwo, B. E. & Hu, M. Y. (1998). Forecasting with Artificial Neural Networks: The State of the Art. *International Journal of Forecasting*, 14: 35-62.

**Etik Beyanı:** Bu çalışmanın tüm hazırlanma süreçlerinde etik kurallara uyulduğunu yazarlar beyan eder. Aksi bir durumun tespiti halinde Fiscaeconomia Dergisinin hiçbir sorumluluğu olmayıp, tüm sorumluluk çalışmanın yazarlarına aittir.

**Yazar Katkıları:** Ahmet Yılmaz ATA, çalışmada Giriş, Sonuç, Kuramsal Çerçeve ve Literatür bölümlerinde aşamalarında katkı sağlamıştır. Aylin KONU, çalışmada Giriş, Veri Seti, Ekonometrik Metodoloji ve Bulgular bölümlerinde ve veri toplama ile analiz aşamalarında katkı sağlamıştır. 1. yazarın katkı oranı: %50, 2. yazarın katkı oranı: %50.

**Çıkar Beyanı:** Yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur.



Konu, A. & Ata, A. Y. (2022). Kamu Yönetimi Açısından Yapay Zekanın Türkiye'deki Bütçe Açıklarının Tahmini Üzerine Etkisi. *Fiscaeconomia*, 6(2), 636-655.

Doi: 10.25295/fsecon.1064113

---

**Ethics Statement:** The authors declare that ethical rules are followed in all preparation processes of this study. In case of detection of a contrary situation, Fiscaeconomia has no responsibility and all responsibility belongs to the authors of the study.

**Author Contributions:** Ahmet Yılmaz ATA contributed to the study in Introduction, Conclusion, Theoretical Framework and Literature sections. Aylin KONU contributed to the study in the Introduction, Data Set, Econometric Methodology and Results sections, in the data collection and analysis stages. 1st author's contribution rate: 50%, 2nd author's contribution rate: 50%.

**Conflict of Interest:** There is no conflict of interest between the authors.



Konu, A. & Ata, A. Y. (2022). Kamu Yönetimi Açısından Yapay Zekanın Türkiye'deki Bütçe Açıklarının Tahmini Üzerine Etkisi. *Fiscaeconomia*, 6(2), 636-655.

Doi: 10.25295/fsecon.1064113

---

***The Effect of Artificial Intelligence Estimation of Turkey's Budget Deficits from the View of Public Administration.***

**Aylin KONU**

**Ahmet Yılmaz ATA**

**Extended Abstract**

Technology, progress and digitalization have led to serious transformations in many areas. These transformations have also affected the understanding of public administration and added a new dimension to research in this area. In this context, the interaction of budgeting and budget deficits with digitalization and artificial intelligence will constitute the study area of this study.

Budget deficits are one of the most important economic problems that have negative consequences on macroeconomic balances in many developed and developing countries. Especially in the development process, the limited ability of the state to meet the necessary resources from national income for the solution of structural problems plays an important role in increasing budget deficits in developing countries. On the other hand, the different economic and political structures of the countries cause the effects of budget deficits to be different.

The budget deficits in Turkey have become a significant economic problem, especially after the 1950s. The limited increase in public revenues and the inability to prevent increases in public expenditures have been among the most important reasons for the budget deficits.

The effects of high budget deficits on private sector decisions and interest rates, employment level and production level in the country have been an important research topic by economists and politicians. However, despite the partial theoretical clarity provided in terms of the negative effects of budget deficits on economic and fiscal balances, empirical studies do not have any certainty contrary to expectations. In this study, unlike traditional estimation methods, to estimate the budget deficit in Turkey, Neuro-Fuzzy System (NFS) is used and validity is tested.

Artificial intelligence can be defined as the development of computer processes that can imitate the human thinking structure. Basically, it is a set of studies to gain the thinking ability to program computers. One of the fields evaluated within the framework of artificial intelligence studies that contributes to the studies on this subject is Artificial Neural Networks (ANN) technology. ANN provides the opportunity to learn and generalize through experimentation. One of the various areas where the ANN method is applied is the prediction of the future. Artificial intelligence techniques can be used for the solution of different problems due to their learning, generalization, easy application to different problems, tolerance to noise and ability to act quickly. ANN is also used in financial and economic fields as it is a powerful estimation method.

ANN and fuzzy logic approach, which are sub-branches of artificial intelligence, are frequently used today because they can be applied to problems in different fields and provide significant



Konu, A. & Ata, A. Y. (2022). Kamu Yönetimi Açısından Yapay Zekanın Türkiye'deki Bütçe Açıklarının Tahmini Üzerine Etkisi. *Fiscaeconomia*, 6(2), 636-655.

Doi: 10.25295/fsecon.1064113

advantages because of their structure that can be continuously improved. An architecture called Adaptive Network-based Fuzzy Inference System or Neural Fuzzy Logic Inference System (ANFIS) has been proposed by Jang (1993) to adjust membership functions (MFs) and minimize output error or maximize performance index. ANFIS uses a first order Takagi–Sugeno–Kang (TSK) type fuzzy system. ANFIS is an advantageous method that combines the uncertainty modeling of fuzzy systems and learning features of neural networks within itself.

Various econometric estimation methods have been used in studies on determinants of budget deficits. However, studies using the ANN are quite limited. Unlike traditional estimation methods, in this study, budget deficits in Turkey are estimated by NFS using 1980-2019 data. Neuro-Fuzzy (NF) is one of the flexible computing methods that has become widely used in all disciplines in recent years. NF can combine the uncertainty modeling of fuzzy logic systems and the learning properties of ANN, and it is used in many areas as a modeling method.

In this study, ANFIS is used for the NF network. The ANFIS used in the proposed module consisting of 4 inputs and 1 output to model the budget deficit. In NFS, some of the data are used to train the system to learn the connection between the data, and some of them to test this connection. In this study, 34 of the data (data for the years 1980-2014) are used to train the system, while 6 of them (data for the years 2014-2019) are used to test the trained model. In training and testing phase, the targets are the Budget Deficit data and other 4 data; Openness, Inflation, Growth and Public Debt are used as input data.

Experimental results show that the budget deficit estimated with the proposed method are very close to the actual results and the error rate is significantly low. The performance of the proposed NFS model is measured using Mean Squares of Error (PLA), Absolute Mean Error and Correlation Coefficient. In order to compare the results, the budget deficit is also estimated using the Least Squares Solution (LSS) method. The results show that the proposed method has a much better performance than the LSS method.

As a result, the proposed NFS model can be used successfully to estimate the budget deficit in Turkey since obtained error rate between the estimation results and the actual budget deficit is minimal.