

Döviz Kuru Tahmininde Yapay Sinir Ağlarıyla Alternatif Yaklaşım

Filiz ÖZKAN

Dr., Sakarya Üniversitesi, Kaynarca MYO,
fozkan@sakarya.edu.tr

Döviz Kuru Tahmininde Yapay Sinir Ağlarıyla Alternatif Yaklaşım

Alternative Approach to Exchange Rate Predictions through Artificial Neural Networks

Özet

Bretton Woods sisteminin 1971 yılında çökmesi ile döviz kuru öngörüsünde yeni bir döneme girilmiştir. Bu dönem sonrasında, ekonomik karar alma sürecinde önemli rolü olan döviz kurlarının tahmini, üzerinde çalışılan önemli bir konu olmuştur. Bu çalışmada Yapay Sinir Ağları ile döviz kuru tahmininde alternatif çözüm yöntemleri aranmaktadır. Bu amaçla, döviz kuru öngörüsünde kullanılan zaman serisi modellerindeki "gecikmeli değerler" ve döviz kuru öngörüsünde kullanılan yapısal modellerden "Parasal model ve Satınalma Gücü Paritesi modellerinin değişkenleri" kullanılarak oluşturulan Yapay Sinir Ağları modellerinin tahmin performansları incelenmiştir. Çalışmada Türkiye'ye ilişkin Amerikan Doları ve Avro döviz kuru tahminleri yapılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında döviz kuru değişkeninin gecikmeli değerleri kullanılarak oluşturulan Yapay Sinir Ağları modelinin en iyi öngörü gücüne sahip olduğu görülmüştür. Bu modelden sonra en iyi performansa sahip modelin ise Satınalma Gücü Paritesi değişkenleri ile oluşturulan Yapay Sinir Ağları modeli, en son olarak da Parasal modelin değişkenleri kullanılarak oluşturulan Yapay Sinir Ağları modeli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Abstract

With the collapse of the Bretton Woods System in 1971, a new era has started in exchange rate predictions. In this era prediction of exchange rates, which is crucial in economic decision processes, became a major research topic. In this study alternative methods are explored to predict exchange values through Artificial Neural Networks. For this aim prediction performances of three different Artificial Neural Network models are examined; first model that is constructed by using the Lagged Values in time series models, second model that is constructed by using the variables of "Monetary Model", which is a structural model to predict exchange rates, the last model that is constructed by using the "Purchasing Power Parity Model", which is another structural model to predict exchange rates. In the study, exchange values of US Dollar and Euro are predicted against the Turkish Lira. Results of the study show that Artificial Neural Networks model, which was constructed by using the lagged values of exchange value variable, has the best prediction performance. Artificial Neural Network models that are constructed by using the variables of Purchasing Power Parity Model and the variables of Monetary Model are ranked as the second and the third in the prediction performance ranking respectively.

Anahtar Kelimeler: Döviz kuru tahmini, yapay sinir ağları, zaman serileri, parasal model, satınalma gücü paritesi.

Keywords: Exchange rate forecasting, artificial neural network, time series, monetary model, purchasing power parity.

1. Giriş

Döviz kurlarının modellenmesi ve öngörüsü 1971 yılında "Bretton Woods" sabit kur sisteminin çökmesi ve değişken kur rejiminin başlangıcından itibaren uluslararası finansın önemli konularından biri olmuştur (Diamandis vd., 1998). Küreselleşen dünyada ekonomik krizlerin odağında döviz kurları yer almaktadır. Bu sebeple bir ülkede yaşanan kriz ilişkide olduğu bütün ülkeleri etkilemektedir. Gelişmekte olan ülkeler gelişmiş ülkelere farklı olarak finansal piyasaların iyi gelişmemesi ve döviz kurlarına devlet müdahalesi gibi problemlere sahiptir. Gelişmekte olan ülkeler için döviz kuru tahmininin başarılı yapılması veya yapılan tahmin hatalarının en düşük düzeyde gerçekleşmesi bu yüzden oldukça önemlidir.

Dalgalı kur sistemine geçiş sonrasında yaşanan hızlı değişim ortamı, döviz kurunun belirlenmesinde problemlere sebebiyet vermiştir. Dalgalı kur sistemi sonrasında döviz kuru belirleyicisi olan teoriler döviz kuru hareketlerinin belirlenmesindeki karışık ilişkiye tam anlamıyla tatmin edici açıklamalar getirememiştir. Döviz kuru tahmininde, satınalma gücü paritesinden (SGP) başlayan mali piyasa yaklaşımı, ödemeler dengesi esasına doğru bir gelişim ve sonrasında yeni yaklaşımlar geliştirilmiştir.

Döviz kurunun oluşumunu açıklamak için geliştirilen en eski teori SGP modeli yaklaşımıdır. Daha sonra para politikalarının önem kazandığı 70'li yıllarda Mussa (1976), Frenkel (1976; 1981) ve Kouri (1976) gibi iktisatçılar, Parasal Modeller yaklaşımı konusunda çalışmalara başlamışlardır. Parasal Modellerde ekonomik birimlerin portföy tercihlerine yer verilmesi gerektiği düşüncesiyle, Parasal Modellerin geliştirilmiş hali olan Portföy Denge modeli kapalı ekonomiler için Tobin (1980) tarafından, daha sonra açık ekonomiler için ise, Kouri ve Branson gibi iktisatçılar tarafından döviz kuru tahmini için geliştirilmiştir (Kouri, 1976).

Bu çalışmada döviz kuru tahmininde SGP, Parasal ve ARIMA modellerinde kullanılan değişkenler ile oluşturulan YSA modellerinin öngörü performansı karşılaştırılacaktır. Çalışmada ikinci bölümde yapay sinir ağları, üçüncü bölümde ekonomik model ve metodoloji, dördüncü bölümde ise çalışmanın sonuçları verilecek ve modellerin kıyaslanması yapılacaktır.

2. Literatür Taraması

Döviz kurlarının tahmininde kullanılan en eski model SGP modelidir. Model döviz kuru ile fiyatlar arasında doğrudan ilişki kurarak döviz kurunun belirlenmesini amaçlayan bir teoridir (Dornbusch, 1988). Teori, farklı ülkelerin paralarının, aynı veya benzer satınalma gücüne sahip olmaları gerektiği temeline dayanmaktadır. SGP, mal ve hizmetler açısından paranın değeri olarak tanımlanmaktadır. SGP teorisine göre, mal ve hizmetlerin fiyatlarındaki değişimler paranın değerini değiştirir.

mektedir. Dolayısıyla döviz kuru, iki ülke paralarının nispi fiyatı olarak tanımlanmaktadır (Hallwood ve McDonald, 1986: 48).

Frenkel (1981) ve Dornbusch (1980)'a göre 1920'li yıllardan 1970'li yıllara kadar kurların belirlenmesinde sıklıkla kullanılan SGP teorisinin 1970'li yıllardan sonra etkinliği azalmıştır. Bu dönemden itibaren Mussa (1976), Frenkel (1976 ve 1981) ve Kouri (1976) gibi iktisatçılar Parasal Modeller yaklaşımı konusunda çalışmalara başlamışlardır. Parasal Modeller yaklaşımında kur, iki ülkenin paralarının nispi fiyatı olduğuna göre, kurların belirlenmesinde öncelikle bu paraların arz ve talepleri ile diğer mali varlıkların arz ve talepleri dikkate alınmalıdır. Parasal yaklaşım açısından döviz kuru değişimleri para arz ve talebi arasındaki dengesizlik doğuracak gelişmelerin bir sonucudur (Eren, 1992: 183). Para arzının, para talebini aşması durumunda mal ve hizmet ithali ve sermaye ihracı artar, dolayısıyla dövize olan talep artar ve döviz kurları yükselir, ulusal para değer kaybeder. Para talebi sabitken, para arzının azalması durumunda da mal ve hizmet ithali ve menkul değerlere yapılacak yatırımlar azalacağından, dövize talep azalır ve ulusal para değer kazanır (Güran, 1987).

Türkiye ekonomisinde döviz kurunun belirlenmesine yönelik çalışmaların sayısı az olmakla birlikte, son zamanlarda bu konuya olan ilginin artmış olduğu görülmektedir. Civcir (2004) 1987-2000 dönemi için Johansen eş-bütünleşme yöntemini kullanarak yapmış olduğu çalışmada Türk Lirası- ABD Doları ilişkisini açıklamada parasal modellerin geçerliliğini test etmiştir. Çalışmasında parasal değişkenlerle döviz kuru arasında uzun dönemli ilişkinin var olduğu ve 2001 krizinden önce Türk Lirasının aşırı değerlenmiş olduğu sonucuna varmıştır. Dülger ve Cin (2002) tarafından 1986:01-1999:12 dönemi için aynı yöntemle yapılan benzer bir çalışmada da Türkiye ekonomisinde parasal model değişkenleri ile döviz kuru arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı desteklenmektedir. Çavuşoğlu (1997) tarafından Türkiye'nin döviz kuru dinamiklerini analiz etmek için 1984-1996 dönemi verileri kullanılarak kurulan katı fiyatlı parasal modelde Johansen eş-bütünleşme analizi sonuçlarına göre döviz kuru devalüasyonunu açıklayan uzun dönemli ilişkinin varlığı bulunmuştur. Kaynar ve Taştan (2009) döviz kuru tahmininde ARIMA ve MLP (Multiple Layer Perceptron) yapay sinir ağları yöntemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, iki modelin birbirine yakın sonuçlar verdiklerini ve YSA yönteminde uygun ağ yapısı ve yeterli sayıda veri kullanıldığında yapay sinir ağlarının alternatif bir yöntem olarak kullanılabileceğine dikkat çekmişlerdir. Aslan ve Kanbur (2007) ise yapısal döviz kuru modeli olan Satınalma Gücü Paritesi'ni Türkiye ekonomisinin 1980 yılı sonrası dönemi için test etmişlerdir. Döviz kurları ve ulusal fiyatların birlikte hareket ettiklerini varsayan görece satın alam gücü paritesini ko-entegrasyon analiziyle incelediklerinde ele alınan dönemde SGP teorisinin geçerli olmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

3. Yapay Sinir Ağları

Yapay Sinir Ağları (YSA), insan beyninden esinlenerek geliştirilmiş, ağırlıklı bağlantılar aracılığıyla birbirine bağlanan ve her biri kendi belleğine sahip işlem elemanlarından oluşan paralel ve dağıtılmış bilgi işleme yapılarıdır. Yapay Sinir Ağları, bir başka deyişle, biyolojik sinir ağlarını taklit eden bilgisayar programlarıdır. Biyolojik nöronların organizasyonu ve işleyişi yapay zeka olarak isimlendirilen matematiksel modele esin kaynağı olmuştur. YSA, basit biyolojik sinir sisteminin çalışma şeklini simüle etmek için tasarlanmış olup, simüle edilen sinir hücreleri (nöronlar) içerirler ve bu nöronlar çeşitli şekillerde birbirlerine bağlanarak ağ oluştururlar. YSA'da kurulan ağ ve görevin niteliği çok sayıda yapay sinir ağı varyasyonlarının varlığı ile gerçekleşmektedir. Bu ağlar öğrenme, hafızaya alma ve veriler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarma kapasitesine sahiptirler. Özet olarak YSA'lar, normalde bir insanın düşünme ve gözlemlemeye yönelik doğal yeteneklerini gerektiren problemlere çözüm üretmektedir (Rumelhart ve McClelland, 1986; Wasserman, 1989).

YSA, her biri büyük bir problemin bir parçası ile ilgilenen, çok sayıda basit işlem elemanlarından oluşmaktadır. En basit şekilde, bir işlem elemanı, bir girdiyi bir ağırlık kümesi ile ağırlıklandırır, doğrusal olmayan bir şekilde dönüşümünü sağlar ve bir çıktı değeri oluşturur. İlk bakışta, işlem elemanlarının çalışma şekli yanıltıcı şekilde basittir. Sinirsel hesaplamaların gücü, toplam işlem yükünü paylaşan işlem elemanlarının birbirleri arasındaki yoğun bağlantı yapısından gelmektedir.

Yapay sinir ağları yeni şeyler öğrenebilme yeteneğine sahiptirler ve bunun için eğitilebilirler. Genelleme yapabilirler, yani kendilerine gösterilen az sayıdaki örneğe dayanarak bunların ortak özelliklerini öğrenebilirler.

Yapay sinir hücreleri, YSA'nın çalışmasına esas teşkil eden en küçük bilgi işleme birimidir. Geliştirilen hücre modellerinde bazı farklılıklar olmakla birlikte genel özellikleri ile bir yapay hücre modeli; girdiler, ağırlıklar, birleştirme fonksiyonu, aktivasyon (etkinleştirme) fonksiyonu ve çıktılar olmak üzere beş bileşenden meydana gelir. Bu bileşenlerden birincisi, girdiler diğer hücrelerden ya da dış ortamlardan hücreye giren bilgilerdir. Girdiler (X_1, X_2, \dots, X_i) kendinden önceki sinirlerden veya dış dünyadan sinir ağına gelebilir. Bir sinir genellikle gelişi güzel birçok girdileri alır. İkincisi, ağırlıklar ($W_{1j}, W_{2j}, \dots, W_{ij}$) yapay sinir tarafından alınan girişlerin sinir üzerindeki etkisini belirleyen uygun katsayılarıdır. Bilgiler, bağlantılar üzerindeki ağırlıklar üzerinden hücreye girer ve ağırlıklar, ilgili girişin hücre üzerindeki etkisini belirler. Bir ağırlığın değerinin büyük olması, o girişin yapay sinire güçlü bağlanması ya da önemli olması, küçük olması zayıf bağlanması ya da önemli olmaması anlamına gelmektedir. Birleştirme fonksiyonu, bir hücreye gelen net girdiyi hesaplayan bir fonksiyondur. Aktivasyon fonksiyonu, birleştirme fonksiyonundan elde edilen net girdiyi bir işlemde geçirerek hücre çıktısını belirleyen ve ge-

nellikle doğrusal olmayan bir fonksiyondur. Son bileşen ise çıkış bileşenidir. Etkinlik işlevi sonucunun dış dünyaya veya diğer sinirlere gönderildiği yerdir.

Çok katmanlı ileri beslemeli ağlar için en yaygın kullanılan eğitim algoritması Geri Yayılma olarak bilinen "Back Propagation" (BP) algoritmasıdır. BP algoritması iki aşamadan oluşur. Geri Yayılma ağlar, çok tabakalı algılaması ile aynı yapıya sahiptirler ve öğrenme yöntemi olarak geri yayılma algoritması kullanırlar. Dolayısıyla, bu ağlar ileri besleme ağlar sınıfına girmektedirler. Ayrıca, çalışmada kullanılan ağ kantitatif verilerle çalışmaktadır ve yönlendirmeli öğrenme yöntemi kullanılmaktadır. Tahmin ve sınıflandırma işlemleri için oldukça uygun olması ve doğrusal olmayan yapılar için de oldukça kullanışlı olması sebebi ile BP algoritması seçilmiştir. Ağ mimarisinde bir girdi tabakası, bir çıktı tabakası ve bu iki tabaka arasında en az bir adet gizli tabaka bulunur.

Girdi tabakasında, girilecek veriler bulunmaktadır. Ağa girdi olarak her tahmin modelinde farklı değişken tanıtılmaktadır. Bu değişkenler, döviz kurunun zaman serileri, yerli ve yabancı ülkeye ait enflasyon, para arzı (M1), faiz ve milli gelir ekonomik verileridir. Çıktı tabakasında ise döviz kuru çıktı olarak bulunmaktadır. Sonuç olarak, bu ağ yapısının eğitime sürecinde iki çeşit sinyal tanımlanmaktadır. Birbirine zıt yönde çalışan bu iki sinyal çeşidi fonksiyon sinyalleri ve hata sinyalleri olarak adlandırılmaktadırlar (Parker, 1987). Çalışmada kullanılan YSA modeli aşağıdaki denklemle ifade edilmektedir.

$$y_t = G(w_t \cdot \psi) = \beta_0 + \sum_{j=1}^q \beta_j \psi(\gamma_j' w_t) + v_t \quad (1)$$

y_t tahmin denklemini, $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_q)'$, $\gamma_j = (\gamma_{j0}, \gamma_{j1}, \dots, \gamma_{j,k-1}, c_j)'$, $j=1, \dots, q$ giriş düğüm sayısı; $w_t = (w_{1t}, w_{2t}, \dots, w_{kt}, 1) = (y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_{t-k}, 1)'$, u_t hata terimi ve $\psi(\gamma_j' w_t)$ sigmoid (gizli tabaka) fonksiyonudur ve şu şekilde ifade edilir.

$$\psi(\gamma_j' w_t) = \frac{1}{1 + \exp^{-\gamma_j' w_t}} \quad (2)$$

4. Ekonomik Model ve Metodoloji

4.1 Veriler

Bu çalışmada veriler IMF'den (Uluslararası Para Fonu) alınmıştır. Yerli ve yabancı ülkelere ait enflasyon, para arzı (M1), faiz ve milli gelir verileri kullanılmış, USD için 1986-2010 dönemi yabancı ülke olarak Amerika Birleşik Devletleri (ABD) verileri, EUR için ise 1999-2010 dönemi yabancı ülke olarak da Avrupa Bölgesi ele alınmıştır. Yerli ülke verilerinde ise Türkiye verileri kullanılmıştır.

4.2 Metodoloji

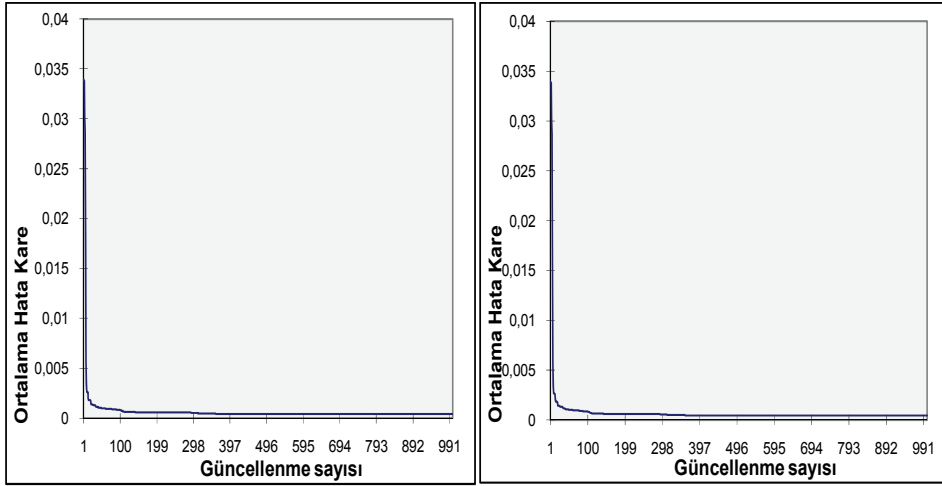
Çalışmada üç farklı YSA modeli ile döviz kuru öngörüsü yapılmıştır. Birinci modelde girdi verileri olarak öncelikle zaman serileri analizinde olduğu gibi döviz kuru değişkenlerinin gecikmeli değerleri kullanılmıştır. İkinci modelde ise SGP öngörü modelinde kullanılan ekonomik verilerden yerli ve yabancı tüketici fiyat endeksi girdi verisi olarak, döviz kuru verileri ise çıktı (tahmin verisi) olarak kullanılmıştır. Son olarak kullanılan üçüncü modelde ise parasal model ekonomik verilerinden Türkiye ve yabancı ülkelerin enflasyon, para arzı (M1), faiz ve milli gelir ekonomik verileri girdi verisi, çıktı (tahmin) verisi olarak da döviz kurları kullanılmıştır. Bu üç modelin girdi verileri ile döviz kuru ilişkisi YSA'nın öğrenme tekniği ile öğretilmiştir. Daha sonra bu üç model tahmin denklemleri oluşturularak tahmin performansları incelenmiştir. YSA tabanlı modelde ekonomik verilerin normalizasyonu aşağıdaki formül kullanılarak yapılmıştır [0, 1].

$$X_t = 0.8 \frac{(X_t - X_{min})}{(X_{max} - X_{min})} + 0.1 \quad (3)$$

5. Ampirik Çalışma Sonuçları ve Tartışma

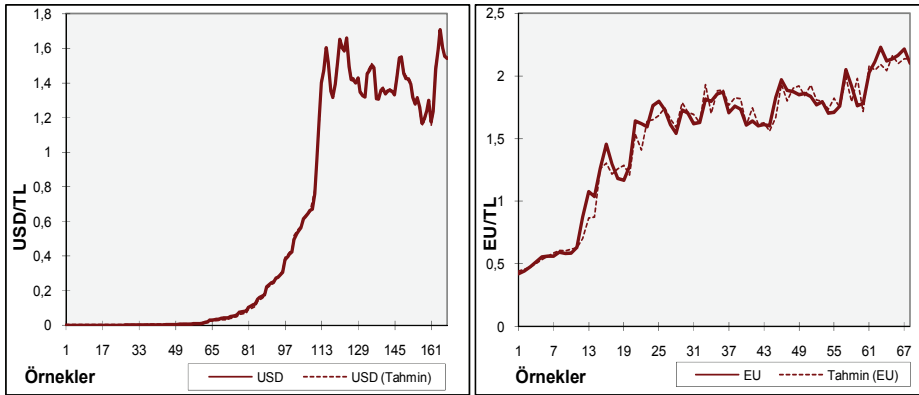
5.1. Zaman Serisi

Döviz kuru zaman serisinin geçmiş yıllara ait aylık verileri kullanılarak YSA öngörü modeli oluşturulmuştur. Çalışmada USD ve EUR döviz kuru tahminleri yapılmıştır. Döviz tahmininde, YSA modelinde girdi verisi döviz kurunun kendi gecikmeli değerleri kullanılmıştır. Veriler iki kısma ayrılmıştır; USD tahmininde 338 verinin 199'u test, 139 tanesi ise tahmin verisi olarak kullanılmıştır. 199 adet geçmiş dönemlere ait USD verisi ile YSA'da eğitim seti oluşturulmuştur. Oluşturulan veriler YSA'da eğitime tabi tutulmuştur, eğitimi yapılan veriler ise 139 adet tahmin verisinde öğrenme performansı test edilmiştir. EUR tahmininde ise 132 veriden 75 tanesi eğitim verisi, 57 tanesi ise test verisi olarak düzenlenmiştir. EU geçmiş döneme ait döviz kuru ile YSA'da eğitim seti oluşturulmuştur. Daha sonra eğitim verileri ile kurulan ilişki 57 adet veride test edilerek tahmin performansı belirlenmiştir. USD ve EU döviz kuru eğitim test performansına ait grafik şekil 1' de verilmektedir.



Şekil 1. Eğitim Seti Performansı

Eğitim test performansının ölçülmesinde Ortalama Hata Kare (OHK) öngörüsü doğruluk ölçüleri arasında en yaygın şekilde kullanılanıdır. Şekil 1’de eğitim aşamasında ulaşılan hata kareleri ortalaması verilmektedir. USD öğrenme test performansında 1000 güncellenme sayısında $1,756 \cdot 10^{-4}$, EUR sonuçlarında 1000 güncellenme sayısında $4 \cdot 10^{-4}$ minimum OHK değeri elde edilmiştir. Bu durum bize, oluşturulan yapay sinir ağı modelinin oldukça iyi sonuçlar verdiğini göstermektedir. USD ve EUR tahmin performansları ise Şekil 2’de verilmektedir.



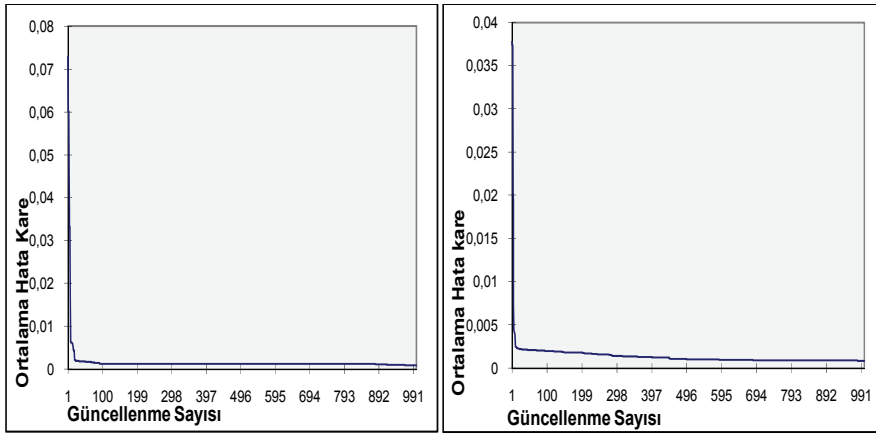
Şekil 2. USD ve EU döviz kuru tahmin performansı

YSA'da yapılan eğitim sonrasında döviz kuru verilerinin tahmin performansı gerçek veriler ile karşılaştırılmıştır. Döviz kurunun kendi serisi üzerinde tahmin perfor-

manslarına bakıldığında, hem öğrenme aşamasında hem de tahmin aşamasında yüksek performansa sahip oldukları şekilden görülmektedir.

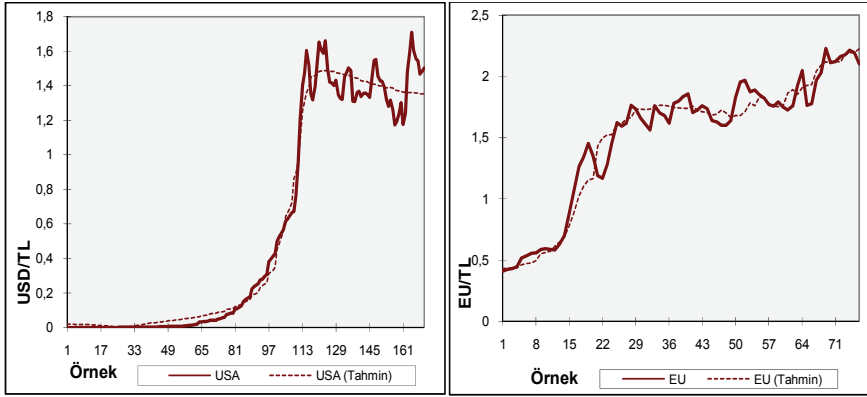
5.2. Satılma Gücü

Döviz tahmininde, YSA modelinde girdi verisi olarak SGP Modelinde kullanılan verilerden yararlanılmıştır. Girdi verisi olarak Türkiye ve yabancı ülkelerin (ABD ve Avrupa) tüketici fiyat endeksi, çıktı (tahmin) verisi olarak da döviz kurları kullanılmıştır. Döviz tahmininde veriler iki kısma ayrılmıştır; USD tahmininde 338 verinin 199'u test, 139 tanesi ise tahmin verisi olarak kullanılmıştır. 199 adet geçmiş dönemlere ait ABD ve Türkiye Tüketici Fiyat Endeksi verileri ile YSA'da eğitim seti oluşturulmuştur. Oluşturulan veriler YSA'da eğitime tabi tutulmuştur, eğitimi yapılan veriler ise 139 adet tahmin verisinde öğrenme performansı test edilmiştir. EUR tahmininde ise 132 veriden 75 tanesi eğitim verisi, 57 tanesi ise test verisi olarak düzenlenmiştir. Avrupa Bölgesi ve Türkiye Tüketici Fiyat Endeksi verileri ile YSA'da eğitim seti oluşturulmuştur. Daha sonra eğitim verileri ile kurulan ilişki 57 tane veride test edilerek tahmin performansı belirlenmiştir. USD ve EUR döviz kuru eğitim test performansına ait grafik şekil 3' de verilmektedir.



Şekil 3. Eğitim Seti Performansı

Şekil 3'te eğitim aşamasında ulaşılan hata kareleri ortalaması verilmektedir. USD öğrenme test performansında 1000 güncellenme sayısında $9,32 \cdot 10^{-4}$, EUR sonuçlarında 1000 güncelleme sayısında $8,5 \cdot 10^{-4}$ minimum OHK değeri elde edilmiştir. Bu durum bize oluşturulan YSA Modelinin oldukça iyi sonuçlar verdiğini göstermektedir. EUR öğrenme OHK değeri, USD OHK değerinden düşük seviyededir. Bu da EUR öğrenme performansının daha iyi olduğunu ifade etmektedir. USD ve EUR tahmin performansları ise Şekil 4'te verilmektedir.

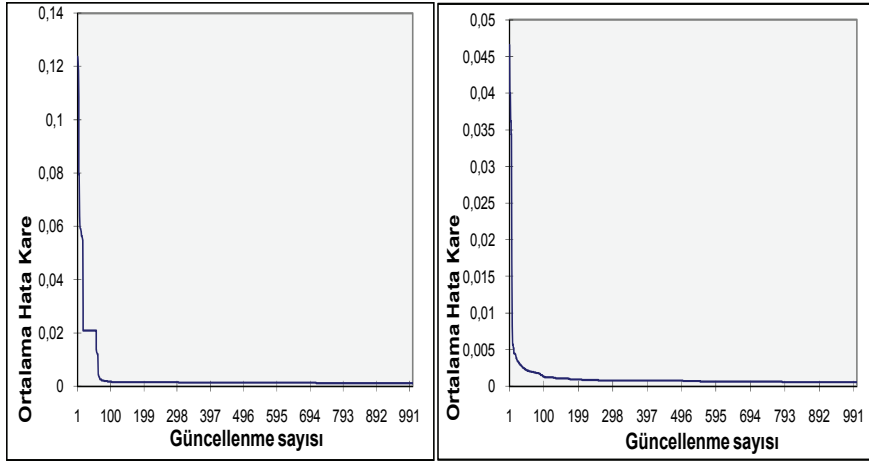


Şekil 4. USD ve EUR Döviz Kuru Tahmin Performansı

YSA'da yapılan eğitim sonrasında döviz kuru verilerinin tahmin performansı gerçek veriler ile karşılaştırılmıştır. Döviz kurunun kendi serisi üzerinde tahmin performanslarına bakıldığında, hem öğrenme aşamasında hem de tahmin aşamasında yüksek performansa sahip oldukları şekilden görülmektedir.

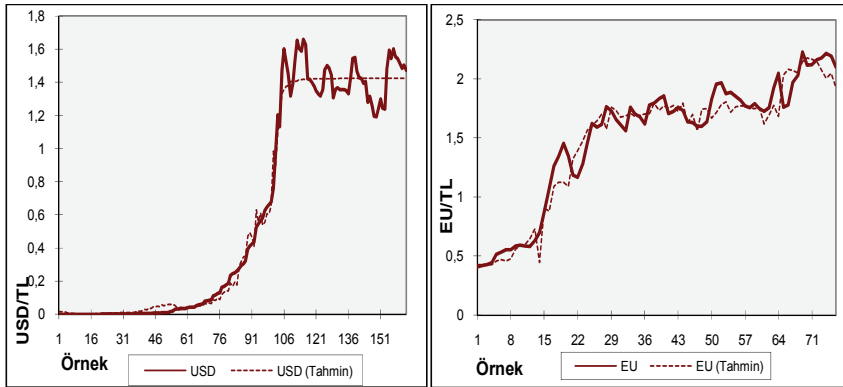
5.3. Parasal Model

Döviz kuru tahmininde, YSA modelinde girdi verisi olarak parasal modelde kullanılan ekonomik verilerden yararlanılmıştır. Girdi verisi olarak Türkiye ve yabancı ülkelerin enflasyon, para arzı (M1), faiz ve milli gelir ekonomik verileri, çıktı (tahmin) verisi olarak da döviz kurları kullanılmıştır. Veriler iki kısma ayrılmıştır; USD tahmininde 338 verinin 199'u test, 139 tanesi ise tahmin verisi olarak kullanılmıştır. 199 adet USD tahminine ait Türkiye ve ABD ülkelerin enflasyon, para arzı (M1), faiz, milli gelir ve döviz kuru ekonomik verileri ile YSA'da eğitim seti oluşturulmuştur. Oluşturulan veriler YSA'da eğitime tabi tutulmuştur, eğitimi yapılan veriler ise 139 adet tahmin verisinde öğrenme performansı test edilmiştir. EUR tahmininde ise 132 veriden 75 tanesi eğitim verisi, 57 tanesi ise test verisi olarak düzenlenmiştir. Türkiye ve Avrupa bölgesi enflasyon, para arzı (M1), faiz, milli gelir ve döviz kuru ekonomik verileri ile YSA da eğitim seti oluşturulmuştur. Daha sonra eğitim verileri ile kurulan ilişki 57 adet veride test edilerek tahmin performansı belirlenmiştir. USD ve EUR döviz kuru eğitim test performansına ait grafik Şekil 5' te verilmektedir.



Şekil 5. Eğitim Seti Performansı

Şekil 5'te eğitim aşamasında ulaşılan hata kareleri ortalaması verilmektedir. USD öğrenme test performansında 1000 güncellenme sayısında $11,29 \cdot 10^{-4}$, EUR sonuçlarında 1000 güncelleme sayısında $5,85 \cdot 10^{-4}$ minimum OHK değeri elde edilmiştir. Bu durum bize oluşturulan yapay sinir ağı modelinin oldukça iyi sonuçlar verdiğini göstermektedir. EUR öğrenme OHK değeri, USD OHK değerinden düşük seviyededir. Bu da EUR öğrenme performansının daha iyi olduğunu ifade etmektedir. USD ve EU tahmin performansları Şekil 6'da verilmektedir.



Şekil 6. USD ve EU Döviz Kuru Tahmin Performansı

YSA da yapılan eğitim sonrasında döviz kuru verilerinin tahmin performansı gerçek veriler ile karşılaştırılmıştır. Döviz kurunun kendi serisi üzerinde tahmin performanslarına bakıldığında hem öğrenme aşamasında hem de tahmin aşamasında yüksek performansa sahip oldukları şekilden görülmektedir.

5.4. Modellerin Karşılaştırılması

Dünya ekonomisinde uygulanan para sistemleri incelendiğinde, temel amacın, dönemin ekonomik koşullarına uygun olarak dış ticaretin serbest bir şekilde yapılabilmesi için gerçekleştirilen düzenlemeler olduğu görülmektedir. Dünya ekonomi tarihindeki gelişmelere ve savaşlara bakıldığında bu konunun önemi açıkça görülmektedir. Döviz kurunu belirleyen değişkenler kullanılarak oluşturulan birçok model bulunmaktadır. Döviz kurunun belirlenmesinde kullanılan yapısal modellerden SGP Modeli, Parasal Yaklaşım Modeli ve Portföy Denge Modeli ile zaman serisi analizi yöntemlerinden biri olan ARIMA Modeli karşımıza çıkan modellerden birkaç tanesidir. Çalışmamızda, bu modellerin verileri kullanılarak YSA ile alternatif döviz kuru tahmini yapılmıştır.

Bir tahmin modelinin geleceği ne derece doğrulukla öngörebileceği bazı kriterlerle test edilebilir. Tahmin doğruluk testi için tahmin dönemine ait değerler bilinmiyormuş gibi gözlem dışı bırakılır ve tahmin edilen modele dayanılarak bu dönemler için değişkenlerin alacağı değerler belirlenir. Tahmin performansını ölçmek için kullanılacak birçok metot bulunmaktadır. Farklı modeller kullanılarak yapılan öngörülerin ne derece güçlü olduğunun belirlenmesinde, modellerin tahmin sonuçlarından elde edilen hata terimlerinin istatistiklerinden yararlanılmaktadır. Elde edilen hata terimi istatistiklerinin değerlerine bakılarak aynı bağımlı değişkeni açıklamaya çalışan farklı modellerin öngörü güçlerinin kıyaslaması yapılmaktadır. Çalışmada YSA modellerinin performanslarının değerlendirilmesinde 6 farklı ölçüm kullanılacaktır. Bunlar Ortalama Hata Kare (OHK), Normalize Edilmiş Ortalama Hata Kare (NOHK), Ortalama Mutlak Hata (OMH), En Küçük Ortalama Mutlak Hata (OMH)_{min}, En Büyük Ortalama Mutlak Hata (OMH)_{mak}, Korelasyon katsayısı (r). Bu ölçümler şu formüller ile hesaplanmaktadır;

$$\text{Ortalama Hata Kare,} \quad \text{OHK} = \sum_{t=1}^T \frac{(P_t - Z_t)^2}{T} \quad (4)$$

$$\text{Normalize Edilmiş Ortalama Hata Kare} \quad \text{NOHK} = \frac{\text{OHK}}{(\text{Var})_d} \quad (5)$$

$$\text{Ortalama Mutlak Hata,} \quad \text{OMH} = \sum_{t=1}^T \frac{|P_t - Z_t|}{T} \quad (6)$$

En Küçük Ortalama Mutlak Hata,
$$OMH_{min} = \sum_{t=1}^T \frac{|P_t - Z_t|}{T} \quad (7)$$

En Büyük Ortalama Mutlak Hata,
$$OMH_{mak} = \sum_{t=1}^T \frac{|P_t - Z_t|}{T} \quad (8)$$

Korelasyon Katsayısı
$$r = \frac{\sum_{t=1}^T (P_t - P'_t)(Z_t - Z'_t)}{\sqrt{\sum_{t=1}^T (P_t - P'_t)^2 (Z_t - Z'_t)^2}} \quad (9)$$

P_t t zamandaki tahmin değerini, P'_t tahmin değerlerinin ortalamasını; Z_t ise t zamandaki gerçek değeri, Z'_t gerçek değerlerin ortalamasını ve T ise tahmin sayısını, d ise istenen tahmin vektörünü temsil etmektedir. USD için döviz kuru tahmin modellerinin performans ölçüm sonuçları Tablo 1'de özetlenmektedir. EUR için döviz kuru tahmin modellerinin performans ölçüm sonuçları ise Tablo 2'de verilmektedir.

Tablo 1. USD Döviz Tahmin Performansı

Performans	Zaman Serisi	SGP	Parasal
Öğrenme Ortalama Hata Kare	0,0001756	0,0009320	0,0011290
Ortalama Hata Kare	0,0001211	0,0015147	0,0014366
Normalize Edilmiş Ortalama Hata Kare	0,0002953	0,0165132	0,0153913
Ortalama Mutlak Hata	0,0083492	0,0272510	0,0253005
En Küçük Ortalama Mutlak Hata	0,0004449	0,0006720	0,0001723
En Büyük Ortalama Mutlak Hata	0,0564298	0,1630776	0,1151020
R	0,9998544	0,9917438	0,9923058

USD tahmin performansları incelendiğinde, en iyi öğrenmenin sadece döviz kuru endeksi zaman serisinin gecikmeli değerlerinin kullanıldığı YSA modelinde gerçekleştiği görülmektedir. Daha sonra SGP ve sonrasında da parasal model verilerinin kullanıldığı modellerde en iyi öğrenme görülmüştür. Tahmin performanslarına genel olarak bakıldığında 0,90 üzerinde korelasyon görülmesine karşılık en iyi tahmini, döviz kurunun kendi gecikmeli değerlerinin kullanıldığı modelde gerçekleştirmiştir. En düşük öğrenme gerçekleşmesine rağmen Parasal model verilerinin kullanıldığı modelde ikinci yüksek tahmin performansı görülmüştür. Döviz kuru kendi zaman serisinin kullanıldığı model nerdeyse 1 katsayısına yakın korelasyon

katsayısına sahiptir. Tahmin performansının verildiği Şekil 1'den de tahmin performansı açıkça görülmektedir.

Tablo 2. EU Döviz Tahmin Performansı

Performans	Zaman Serisi	SGP	PM
Öğrenme Ortalama Hata Kare	0,00040	0,00085	0,00058
Ortalama Hata Kare	0,00132	0,00253	0,00316
Normalize Edilmiş Ortalama Hata Kare	0,02743	0,04869	0,06088
Ortalama Mutlak Hata	0,02783	0,03633	0,04263
En Küçük Ortalama Mutlak Hata	0,00001	0,00033	0,00009
En Büyük Ortalama Mutlak Hata	0,09338	0,14323	0,15730
R	0,98667	0,97648	0,97090

Avro Para biriminin kullanıldığı AVRO bölgesi döviz kuru performanslarının sonuçlarının verildiği Tablo 2'den de anlaşılacağı gibi en iyi öğrenme USD'de olduğu gibi döviz kuru zaman serisinin kullanıldığı modelde gerçekleşmiştir. Daha sonra ise Parasal Model verilerinin kullanıldığı modelde ve sonrasında SGP verilerinin kullanıldığı modelde gerçekleşmiştir. Tahmin performansları incelendiğinde, en iyi öğrenmenin gerçekleştiği EUR zaman serisinin kullanıldığı modelde en iyi tahmin gerçekleşmiştir. Parasal Model ikinci iyi öğrenmeye sahip olmasına karşılık, üçüncü tahmin performansına sahip olmuştur.

6.Sonuçlar

Küreselleşen dünyada ekonomik krizlerin odağında döviz kurları yer almaktadır. 20. yüzyıl sonlarından itibaren kamu ve özel sektörün krizlerden etkilenmesinin yanında bireylerinde yaşamını etkilemesi, döviz kurlarının tahminini ve kur rejimlerini ön plana çıkarmıştır. Döviz kurlarının makroekonomik veriler üzerindeki etkisinin azımsanmayacak derecede önemli olması, gelişmekte olan ülkelerin döviz kuru politikalarında önemli yer tutmaktadır. Gelişmiş ülkeler için üretim fazlasının pazarlanması, gelişmekte olan ülkelerin bu üretimlerden yararlanarak ekonomilerini canlandırması için, dış ticaretin etkin bir şekilde gerçekleştirilmesi çok önemlidir. Ülkemiz ekonomisine bakıldığında ise, ekonomik büyümenin gerçekleşebilmesi için ithalata bağımlı bir ekonomik yapının olduğu görülmektedir. Dolayısıyla dış ticaretin finansmanı konusu ile ilgili olarak, döviz kurlarının belirlenmesi çok önemli bir konudur. Türkiye ekonomisinde döviz kurunun belirlenmesine yönelik birçok çalışma bulunmaktadır.

Bu çalışmada döviz kurunun belirlenmesinde bugüne kadar zaman serilerinin ileriye dönük tahminleri ve farklı yapısal modeller kullanılmaktadır. Bu çalışmada ise döviz kurunun belirlenmesine yönelik olarak YSA modeli kullanılmış ve USD ile Avro döviz kuru tahmini yapılmıştır. YSA üç farklı modelde uygulanmış ve bu üç farklı model performansı test edilmiştir. Birinci modelde döviz kuru kendi serisi ele alınmış, diğerinde SGP modelinde kullanılan veriler ve son olarak da parasal modelde kullanılan veriler YSA'da modele uygulanmıştır. Yapılan çalışmalarda döviz kurunun kendi serisinin tahmin performansı en yüksek çıkmıştır. USD tahmininde döviz kuru zaman serisinin ardından Parasal Model ve sonrasında SGP performanslı bulunmuştur. EUR da ise zaman serisi en yüksek performansa sahip olurken sırasıyla SGP ve Parasal Model performansları takip edilmiştir.

YSA'lar son yıllarda tahmin performanslarında ciddi manada kullanılmaktadır. Her ne kadar performans sıralaması yapılsa da her bir model YSA da 0,99 korelasyon katsayısına sahip olmuştur. Bu da döviz kurunun tahmininde önemli bir derecedir.

Kaynakça

- Aslan, N. ve Kanbur, A.N. (2007), "Türkiye'de 1980 Sonrası Satın Alma Gücü Paritesi Yaklaşımı", Marmara Üniversitesi İİBF Dergisi, 23(2), 10-43.
- Civcir I. (2004), "The Monetary Model of The Exchange Rate Under High Inflation: Long-run Relationship and Misalignment of Turkish Lira", Emerging Market Finance and Trade July-August, 40(4), 87-102.
- Çavuşoğlu, A.T. (1997), "Sticky-Price Monetary of Exchange Rate: A Cointegration Analysis", ERC Araştırma Raporları, No. 97, 15-19.
- Diamandis, P.F., D.A. Georgoutsos, ve G.P. Kouretas (1998), "The Monetary Approach to the Exchange Rate: Long-Run Relationships, Identification and Temporal Stability" Journal of Macroeconomics, 20(4), 741-766.
- Dornbusch, R. (1980), "Exchange Rate Economics: Where Do We Stand?", Brookings Paper on Economic Activity, 144-151.
- Dornbusch, R. (1988), "Purchasing Power Parity", Exchange Rate and Inflation, 5, 265-292.
- Dülger, F. ve M.F. Cin, (2002), "Türkiye'de Döviz Kuru Dinamiklerinin Belirlenmesinde Parasalcı Yaklaşım ve Eşbütünleşme Yöntemiyle Sınama", ODTÜ Gelişme Dergisi, 29 (1-2), 47-68.
- Eren, E. (1992), Makro İktisat, Bursa: Ezgi Kitapevi.
- Frenkel, J. A. (1976), "A Monetary Approach to the Exchange Rate: Doctrinal Aspects and Empirical Evidence", Scandinavian Journal of Economics, 78, 200-224.
- Frenkel, J. A. (1981), "On the Mark: Reply", American Economic Review, 71, 1079-1085.
- Güran, N. (1987), "Döviz Kurları ve Cari İşlemler Bilançosu", Dokuz Eylül Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 2(2), 2-5.
- Hallwood, H. ve R. MacDonald (1986), International Money, Theory, Evidence and Institutions, Oxford: Basil Blackwell.
- Kaynar, O. ve S.Taştan, (2009), "Zaman Serisi Analizinde MLP Yapay Sinir Ağları ve ARIMA modelinin Karşılaştırılması", Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 33(162), 161-172.
- Kouri, P. J. K. (1976), "The Exchange Rate and the Balance of Payments in the Short Run and in the Long Run: A Monetary Approach", Scandinavian Journal of Economics, 78, 280-304.

Mussa, M. (1976), "The Exchange Rate, the Balance of Payments Monetary and Fiscal Policy Under a Regime of Controlled Floating", *Scandinavian Journal of Economics*, 78, 229-248.

Parker, D.B. (1987), "Optimal Algorithms For Adaptive Networks: Second Order Back Propagation, Second Order Direct Propagation, and Second Order Hebbian Learning", *IEEE 1st International Conference on Neural Networks*, 2, 953-600, San Diego, CA.

Rumelhart, D.E. ve J.L. McClelland (1986), In: *Parallel Distributed Processing: Exploration in the Microstructure of Cognition*, Foundations, Cambridge, Massachusetts: MIT Press.

Tobin, J. (1980), "The Short-Run Macroeconomics of Floating Exchange Rates: An Exposition", *Flexible Exchange Rates and the Balance of Payments*, In John S. Chipman and Charles P. Kindleberger (eds.), with Jorge Braga de Macedo, North-Holland, 20-29.

Wasserman, P.D. (1989), *Neural Computing*, Wiley: NY.