

ÖZ

Optimal Hedge Oranı Tahmini: Dolar/TL Vadeli İşlem Sözleşmeleri Üzerine Bir Uygulama¹

Bu çalışmanın amacı, USD/TL döviz kuruna ilişkin optimal hedge oranını tahmin etmek ve hata istatistiklerinden hareketle optimal hedge oranının tahmininde kullanılacak en uygun modeli belirlemektir. Çalışmanın örnekleme, 01.03.2005-31.03.2016 tarihleri arasındaki serbest piyasa USD/TL kapanış kurları ile Borsa İstanbul (BİST) Vadeli İşlem ve Opsiyon Piyasasında (VİOP) işlem gören USD/TL vadeli işlem sözleşmelerinin uzlaşma fiyatlarından oluşmaktadır. Çalışmada, doğrusal regresyon modeli ile normal ve GED dağılımlı simetrik ve asimetrik GARCH modellerinden yararlanılmıştır. Çalışmanın sonuçları, USD/TL kuruna ilişkin vadeli işlem piyasasında pozisyon alınacak vadeli işlem sözleşmesi sayısının belirlenmesinde en başarılı modelin GED-EGARCH (1,2,2) modeli olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: *Optimal Hedge Oranı, Dolar Vadeli İşlem Sözleşmeleri, Hedge Etkinliği*
Jel Sınıflandırması: *G10, G11*

ABSTRACT

Optimal Hedge Ratio Estimation: Evidence from Dollar/TL Futures Contracts

Aim of this study is to estimate the optimum hedge ratio for USD/TL exchange rate and determine the appropriate model for estimating the optimum hedge ratio by using error statistics. Sample period spans from 1st March 2005 to 31st March 2016. Sample includes closing quotations of USD/TL exchange rates and USD/TL futures settlement prices declared in the Borsa İstanbul (BIST) Derivatives Market. We employ a linear regression model and several symmetric and asymmetric GARCH models that depend on normal and GED distributions. Empirical findings indicate that the best model for determining the number of USD/TL futures contracts is the GED-EGARCH (1,2,2) model.

Keywords: *Optimal Hedge Ratio, Dollar Futures Contracts, Hedging Effectiveness*
Jel Classification: *G10, G11*

¹ 19-22 Ekim 2016 tarihlerinde düzenlenen 20. Finans Sempozyumunda sunulan bildirinin genişletilmiş halidir.

Optimal Hedge Oranı Tahmini: Dolar / TL Vadeli İşlem Sözleşmeleri Üzerine Bir Uygulama



Yrd. Doç. Dr. Samet EVCİ*

Prof. Dr. Serkan Yılmaz KANDIR**



GİRİŞ

Günümüzde döviz kurlarında ve faiz oranlarındaki dalgalanma, artan enflasyon ve belirsizlik ortamı, ekonomik birimlerin maruz kaldıkları riskleri artırmaktadır. Artan riskler, işletmelerin faaliyetlerini büyük ölçüde etkilediği ve karlarını düşürdüğü için risk yönetimi önemli bir olgu haline gelmiştir. Bu kapsamda gerek işletmelerin gerekse bireysel yatırımcıların karşı karşıya kaldıkları döviz kuru, faiz oranı, enflasyon, piyasa riski ve politik risk gibi sistematik risklerin etkisini azaltmak amacıyla türev finansal araçlar yaygın şekilde kullanılmaya başlanmış ve türev ürünlerin işlem hacmi dünya genelinde hızla artmıştır.

Ülkemizde türev finansal araçlar Şubat 2005 tarihi itibarıyla İzmir Vadeli İşlem ve

Opsiyon Borsası'nda işlem görmeye başlamış ve 2 Ağustos 2013 tarihinden itibaren işlemler sona ermiştir. 5 Ağustos 2013 tarihinden itibaren Türkiye'deki tüm vadeli işlem ve opsiyon sözleşmeleri Borsa İstanbul Vadeli İşlem ve Opsiyon Piyasası (VİOP) bünyesinde tek bir platformda işlem görmeye başlamıştır. Bu piyasada pay, endeks, döviz, kıymetli madenler, emtia, enerji, yabancı endeks, metal, borsa yatırım fonu ve gecelik repoya dayalı vadeli işlem sözleşmeleri bulunmaktadır. Başlangıçta sınırlı düzeyde kalan işlem hacmi yıllar itibarıyla katlanarak artmış ve 2005 yılında 3 milyar düzeyinden 2015 yılında 575 milyar düzeyine ulaşmıştır (<http://www.borsaistanbul.com/>).

Türev ürünler aracılığıyla vadeli işlemler piyasasında pozisyon alan ekonomik birimler portföyün riskini kontrol etmek ve riskini minimize etmek için optimal hedge oranını (korunma oranını) belirlemek zorundadır. Bu oran, spot piyasada alınan pozisyon nedeniyle maruz kalınan riskten en iyi şekilde korunabilmek için türev piyasada ne kadar sözleşme alınıp satılması gerektiğini göstermektedir.

* *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, OSMANİYE*
sametevcici@osmaniye.edu.tr

** *Çukurova Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, ADANA*
skandir@cu.edu.tr

Finans literatüründe hedge oranının belirlenmesine amacıyla kullanılan farklı modeller bulunmaktadır. Bu çalışmanın amacı, serbest piyasa USD/TL kurları ile Borsa İstanbul (BİST) Vadeli İşlem ve Opsiyon Piyasasında (VİOP) işlem gören USD/TL vadeli işlem sözleşmelerinden hareketle basit doğrusal regresyon modeli ve geliştirilmiş hata dağılımı (GED) dağılımı varsayımına dayanan simetrik ve asimetrik GARCH modelleri ile optimal hedge oranını tahmin etmek ve hata istatistiklerinden hareketle optimal hedge oranının tahmininde kullanılacak en uygun modeli belirlemektir.

Çalışmanın özgünlüğü, örnekleminin ve kullanılan modellerin özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Öncelikle, döviz kurlarına ilişkin optimal hedge oranının belirlenmesine yönelik çalışmaların sayısı gerek ulusal ve gerekse uluslararası bazda sınırlıdır. Ayrıca söz konusu sınırlı sayıda uygulamalı çalışmalarda asimetrik etkiyi ve farklı dağılım özelliklerini dikkate alan çalışmalara daha da az rastlanmaktadır. Adı geçen modellerin çalışmaya dahil edilmesinin çalışmanın özgünlüğüne katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışmanın izleyen bölümlerinde ilk olarak literatürde yer alan benzer konudaki çalışmalar özetlenmiş, ardından çalışmaya konu olan veri seti ve kullanılan yöntem açıklanmıştır. Diğer bölümlerde ise bulgular değerlendirilmiş ve sonuç kısmında bulgular yorumlanmıştır.

2. Literatür

Literatürde, optimal hedge oranının hesaplanmasına yönelik basit doğrusal regresyon modeli ve GARCH modeline dayanan çalışmalar bulunmaktadır. Genel olarak çalışmalarda bu yöntemlerin üstünlükleri ve zayıflıkları da tartışılmaktadır.

Uygulamalı çalışmaların bir bölümü en küçük kareler yöntemi (EKK) ve diğer yöntemleri karşılaştırarak optimal hedge oranı tahmini yapmaya çalışmıştır. Bu çalışmaların başında Ederington (1979) tarafından geliştirilen basit doğrusal regresyon modeline dayanan yöntem gelmektedir. Çalışmada vadeli işlem piyasalarının riskten korunma aracı olarak etkinliğini belirlemek için hazine bonusu ve Kamu Ulusal İpotek Birliği (GNMA) piyasasında işlem gören sözleşmeler ile buğday ve mısır vadeli işlem sözleşmeleri kullanılmıştır. Bağımlı değişken olarak spot fiyatları, bağımsız değişken olarak vadeli işlem fiyatları dikkate alınarak oluşturulan regresyon modelinde eğim katsayısı optimal hedge oranı olarak değerlendirilmiş ve korunma etkinliğinin ölçütü olarak da belirlilik katsayısı (R^2) esas alınmıştır. Çalışma sonucunda, kısa dönemde (2 hafta) GNMA vadeli işlem piyasası hazine bonusu vadeli işlem piyasasına göre riskten kaçınmada daha etkin bir araç olarak görülmektedir. Uzun dönemde (4 hafta) ise hem GNMA hem de Hazine bonusu piyasaları kısa döneme göre fiyat değişim riskini azaltma konusunda daha etkin araçlar olarak değerlendirilmektedir. Figlewski (1984) çalışmasında, beş temel hisse senedi endeksinden oluşturduğu portföy ile S&P 500 vadeli işlem sözleşmesinden hareketle riskten korunma etkinliğini incelemiştir. Minimum varyans hedge oranının doğrusal regresyon modeli kullanılarak tahmin edildiği çalışmada, minimum varyans hedge oranının beta oranına göre daha iyi sonuç verdiği ortaya konulmuştur. Holmes (1996), İngiltere hisse senedi endeks vadeli işlem sözleşmelerinin (FTSE 100) riskten korunma etkinliğini incelemiş ve getirilerin varyansını minimum kılan hedge oranını hesaplamak için en uygun yöntemin hangisi olduğunu belirleme-

ye çalışmıştır. EKK, hata düzeltme modeli ve GARCH modelleri kullanılmış ve EKK yönteminin diğer yöntemlere göre hedge oranını tahmin etme konusunda daha başarılı olduğu belirlenmiştir. Kalaycı ve Zeynel (2009) tarafından yapılan çalışmada, vadeli işlem sözleşmeleri kullanılarak piyasa riskine karşı korunma etkinliğinin mümkün olup olmadığı analiz edilmiştir. Bu kapsamda BİST 30 Endeks vadeli işlem sözleşmeleri ile BİST 30 Endeks getirileri arasında basit regresyon modeli kurularak her gün için hedge oranları ve korunma etkinliğini ölçen R^2 değerleri hesaplanmış ve BİST 30 Endeks vadeli işlem sözleşmeleri ile etkin korunma sağlandığı belirlenmiştir.

Uygulamalı çalışmaların bir diğer bölümü ise EKK yönteminin optimal hedge oranı tahmini konusunda yeterli olmadığı kaygısıyla GARCH modellerinden yararlanmışlardır. Baillie ve Myers (1991), altı finansal varlığın spot ve futures sözleşmelerinin fiyatlarının dağılımını inceleyerek, bu emtia sözleşmelerine ait hedge oranlarını iki değişkenli GARCH modeli kullanarak tahmin etmeye çalışmıştır. Çalışmada optimal hedge oranının zaman içinde değiştiğini ve sabit olduğu varsayımına dayanan konvasiyonel regresyon modelinin uygun olmadığı ifade edilmiştir. Elde edilen bulgular iki değişkenli GARCH modelinin hedge oranının hesaplanmasında daha güvenilir sonuçlar verdiği ve t dağılımının, çalışmaya konu olan emtiaların fiyat değişimlerinin dağılımını normal dağılıma göre daha iyi tanımladığını ortaya koymuştur. Park ve Switzer (1995), hisse senedi endeksi ve vadeli işlem sözleşmeleri fiyat dağılımının zaman içerisinde değişmesi halinde sabit bir hedge oranının tahmin edilmesinin uygun olmadığını belirtmiş ve vadeli işlem sözleşmelerine ilişkin optimal

hedge oranının tahmininde GARCH modeli gibi zamana bağlı koşullu varyans modellerinin kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir. Çalışmada S&P500 endeks vadeli işlem sözleşmeleri ile Toronto 35 endeks vadeli işlem sözleşmelerinin riskten korunma etkinliği incelenmiş ve hedge oranını 1 olarak kabul eden hedge modeli, EKK yöntemi, eş bütünleşmeyi dikkate alan EKK yöntemi ve iki değişkenli GARCH modelinin korunma etkinliği karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak GARCH modelinin diğer modellere göre daha uygun bir model olduğu belirlenmiştir. Kroner ve Sultan (1993), beş farklı döviz kuruna ilişkin spot ve vadeli işlem sözleşme fiyatlarını dikkate alarak yaptıkları çalışmalarında riski minimize eden hedge oranının hesaplanmasında, GARCH modeline dayanan iki değişkenli hata düzeltme modeli kullanmışlardır. Kullandıkları bu modelin doğrusal regresyon modeline göre riskten korunma konusunda daha etkili sonuç verdiğini ve döviz kuru riskini yönetmede daha başarılı olduğunu belirtmişlerdir. Floros ve Vougas (2006), Yunanistan hisse senedi endeks vadeli işlem sözleşmelerinden hareketle, riskten korunma etkinliği açısından belli bir hedge oranının daha iyi bir sonuç verip vermediğini EKK Yöntemi, hata düzeltme modeli ve iki değişkenli GARCH (BGARCH) modeli kullanarak incelemişlerdir. BGARCH yöntemi kullanılarak tahmin edilen hedge oranının riskten korunma etkinliği açısından daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir. Aksoy ve Olgun (2009) yaptıkları çalışmada BİST 30 endeks vadeli işlem sözleşmesine ait optimal hedge oranını doğrusal regresyon modeli, hata düzeltme modeli ve GARCH modeli kullanarak tahmin etmişler ve GARCH modeli yardımıyla saptanan hedge oranının en düşük portföy riskini sağladığını ve tahmin kabiliyetinin

diğer modellerden üstün olduğunu belirlemişlerdir. BİST 30 endeks vadeli işlem sözleşmelerini konu alan diğer bir çalışma Çelik (2014) tarafından yapılmıştır. Çelik (2014), hedge oranını tahmin etmek için EKK, Basit Hata Düzeltme Modeli (ECM), Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) ve ECM-GARCH modelleri gibi statik yöntemler ile VEC-CCC-GARCH ve VEC-Diag-BEKK gibi dinamik modeller kullanmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular dinamik modeller ile gerçekleştirilen hedge oranı tahmininin statik modellere göre daha tutarlı ve güvenilir olduğunu göstermiştir.

3. Araştırma Yöntemi ve Veriler

Çalışmada 01.03.2005- 31.03.2016 tarihleri arasındaki serbest piyasa USD/TL kapanış kurları ile BİST-VİOP'da işlem gören USD/TL vadeli işlem sözleşmelerinin uzlaşma fiyatları kullanılmıştır. 03.03.2005-31.03.2016 tarihlerini kapsayan örneklem dönemi ikiye ayrılarak, 03.01.2005-06.04.2015 tarihleri arasındaki dönem örneklem içi olarak ifade edilmiş ve optimal hedge oranının tahmin edilmesinde kullanılmıştır. Örneklem dışı olarak ifade edilen 07.04.2015-31.03.2016 tarihleri arasındaki dönem ise hedge etkinliğini ölçmek için kullanılmıştır.

BİST-VİOP veri setine ilişkin uzlaşma fiyatlarının belirlenmesinde USD/TL sözleşmelerinin açık pozisyon sayısı dikkate alınmıştır. Bu kapsamda en yakın vadedeki sözleşmeye ilişkin açık pozisyon sayısı bir sonraki vadenin açık pozisyon sayısı ile karşılaştırılmıştır. En yakın vadedeki sözleşmeye ilişkin açık pozisyon sayısı bir sonraki vadenin açık pozisyon sayısından az olduğu dönemden itibaren bir sonraki vadeye ilişkin sözleşmenin uzlaşma fiyatları dikkate alın-

mıştır (Lien, Tse ve Tsui, 2002; Aksoy ve Olgun, 2009; Kalaycı ve Zeynel, 2009).

Hedge oranı, spot piyasada açılan her bir pozisyon için alınması ya da satılması gereken vadeli işlem sözleşme sayısını göstermektedir (Bystrom, 2003, s. 5). Oranın hesaplanmasında farklı yöntemler kullanılmaktadır.

Bu yöntemlerden biri Ederington (1979) tarafından önerilen, bağımlı değişkenin spot fiyat getirileri, bağımsız değişkenin ise vadeli fiyat getirileri olarak belirlendiği ve en küçük kareler (EKK) yöntemi ile parametrelerin tahmin edildiği basit doğrusal regresyon modelidir. Model aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\Delta S_t = c + h\Delta F_t + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2) \quad (1)$$

Yukarıdaki eşitlikte yer alan ΔS_t ve ΔF_t değişkenleri sırasıyla spot ve vadeli fiyat serilerinin logaritmik getirilerini, h ise optimal hedge oranını temsil etmektedir.

Basit doğrusal regresyon modeli ile optimal hedge oranı hesaplanmalarında spot ve vadeli işlem piyasasında riskin sabit olduğu varsayılmaktadır. Fakat Bollerslev (1990) ile Kroner ve Sultan (1991) çalışmalarında bu varlıkların riskliliği zaman içerisinde değiştiğini ortaya koymuştur. bu bağlamda çalışmada optimal hedge oranı hesaplanırken riskin zaman içerisinde değiştiğini varsayan GARCH modelleri kullanılmıştır.

GARCH (p,q) modeline ilişkin koşullu ortalama ve varyans denklemleri aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Bollerslev, 1986):

$$Y_t = a + b'X_t + \varepsilon_t \quad , \varepsilon_t | \Psi_{t-1} \sim N(0, \sigma_t^2) \quad (2)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (3)$$

Yukarıdaki eşitlikte Ψ , bilgi setini; t , zaman endeksini; Y_t ve σ^2 sırasıyla, koşullu ortalama ve varyansı; ε_t , sıfır ortalamalı ve sabit varyanslı hata terimini; q , hata karelerinin gecikme uzunluğunu; p , koşullu varyansın gecikme uzunluğunu; X_t bağımsız değişken vektörünü; b , parametre vektörünü; α_i ve β_j sırasıyla koşullu varyans üzerindeki ARCH ve GARCH etkilerini; α ve α_0 katsayıları ise koşullu varyans denkleminin sabit değerlerini ifade etmektedir.

Modelin geçerliliği için denklemde yer alan sabit parametresinin sıfırdan büyük ($\alpha_0 > 0$), α_i ve β_j parametrelerinin sıfıra eşit ya da sıfırdan büyük ($\alpha_i \geq 0$ ve $\beta_j \geq 0$), p değerinin sıfırdan büyük ve q değerinin ise sıfıra eşit ya da sıfırdan büyük olması gerekmektedir. Bunun yanı sıra modelin durağanlığı için α_i ve β_j parametreleri toplamının birden küçük olması zorunludur (Bollerslev, 1986, s. 309).

GARCH modeli, olumlu (pozitif şoklar) ve olumsuz haberlerin (negatif şoklar) volatilité üzerinde yarattığı etkiyi simetrik şekilde ele almaktadır. Fakat olumlu ve olumsuz haberlerin volatilité üzerindeki etkileri asimetrik olabilmektedir (Hill, Griffiths ve Lim, 2010, s. 527). Çalışmada simetrik GARCH modellerinin zayıf yönlerini gidermek amacıyla volatilitenin modellenmesinde asimetrik GARCH modeli de kullanılmıştır. Nelson (1991) tarafından geliştirilen EGARCH modeli aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\log(\sigma_t^2) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \frac{|z_{t-i}|}{\sigma_{t-i}} + \sum_{i=1}^q \beta_i \frac{|z_{t-i}|}{\sigma_{t-i}} + \sum_{j=1}^p \beta_j \log(\sigma_{t-j}^2) \quad \varepsilon_t | \Psi_{t-1} \sim N(0, \sigma_t^2) \quad (4)$$

Yukarıdaki eşitlikte γ parametresi asimetrik etkiyi yani kaldıraç etkisini ölçmektedir. Bu parametrenin negatif olması durumunda

olumlu haberlerin neden olduğu pozitif şoklar, olumsuz haberlerin neden olduğu negatif şoklara göre daha az volatilité yaratmakta yani kaldıraç etkisi bulunmaktadır. Parametrenin sıfır olması halinde model simetrik olmaktadır (Asteriou ve Hall, 2007, s. 269). Böyle bir durumda pozitif ve negatif şokların volatilité üzerindeki etkisi aynı olmaktadır. Ayrıca modelin durağan olabilmesi için β_j toplamının birden küçük olması gerekmektedir (Wang ve Wu, 2012, s. 2173).

Çalışmada farklı dağılımların optimal hedge oranı üzerindeki etkilerini ortaya koymak amacıyla normal dağılımın yanı sıra GED dağılımı varsayımı altında da modeller oluşturulmuştur. Nelson (1991) tarafından geliştirilen GED, getiri serilerindeki asimetri, kalın kuyruk ve aşırı basıklık gibi durumları dikkate almaktadır. GED dağılımına ilişkin yoğunluk fonksiyonu aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Nelson, 1991 s. 352):

$$f(z) = \frac{v \exp\left[-\left(\frac{1}{2}\right) \left|\frac{z}{\lambda}\right|^v\right]}{\lambda 2^{(1+\frac{1}{v})} \Gamma(\frac{1}{v})} \quad (5)$$

$$\lambda = \left[\frac{2^{(-\frac{2}{v})} \Gamma(\frac{1}{v})}{\Gamma(\frac{8}{v})} \right]^{1/2} \quad (6)$$

5) ve (6) nolu eşitlikte $-\infty < z < \infty$ ve $0 < v \leq \infty$ olmak üzere; v , kuyruk kalınlığını gösteren parametredir ve aynı zamanda serbestlik derecesi olarak adlandırılmaktadır. $v=2$ durumunda z dağılımı normal dağılıma sahip olmakta, $v < 2$ durumunda z dağılımı normal dağılımdan daha kalın kuyruğa sahip olmakta ve $v > 2$ durumunda z dağılımı normal dağılımdan daha ince kuyruğa sahip olmaktadır (Nelson, 1991 s. 353).

Çalışmada, farklı modeller kullanılarak tahmin edilen hedge oranlarının etkinliğini ölçmek için literatürde yaygın şekilde kullanılan ortalama hata karesinin kökü (RMSE), ortalama mutlak hata (MAE), ortalama mutlak yüzdelik hata (MAPE) ve Theil eşitsizlik katsayısı (TIC) hata istatistiklerinden yararlanılmıştır (Kenourgios, Samitas ve Drosos, 2008; Mazıbaş, 2005). Model öngörülerinin güvenilirliği açısından hata istatistiklerinin küçük olması gerekmektedir. Hata istatistikleri aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{k} \sum_{t=n+1}^{n+k} (\hat{\sigma}_t - \sigma_t)^2} \quad (7)$$

$$MAE = \frac{1}{k} \sum_{t=n+1}^{n+k} |\hat{\sigma}_t - \sigma_t| \quad (8)$$

$$MAPE = 100 \frac{1}{k} \sum_{t=n+1}^{n+k} \left| \frac{\hat{\sigma}_t - \sigma_t}{\sigma_t} \right| \quad (9)$$

$$TIC = \frac{\sqrt{\frac{1}{k} \sum_{t=n+1}^{n+k} (\hat{\sigma}_t - \sigma_t)^2}}{\sqrt{\frac{1}{k} \sum_{t=n+1}^{n+k} (\hat{\sigma}_t)^2} \sqrt{\frac{1}{k} \sum_{t=n+1}^{n+k} (\sigma_t)^2}} \quad (10)$$

Yukarıdaki eşitliklerde $\tilde{\sigma}_t$ ve σ sırasıyla öngörülen volatilité ile gerçekleşen volatilitéyi simgelemektedir.

4. Araştırma Bulguları

USD/TL kuruna ilişkin optimal hedge oranı hesaplamak için spot ve vadeli işlem sözleşme fiyatlarından hareketle logaritmik getiriler ($\ln(P_t/P_{t-1})$) hesaplanmıştır. USD/TL spot ve BİST-VİOP serilerinin logaritmik getirilerine ilişkin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 1'de ve zaman yolu grafikleri Grafik 1'de gösterilmiştir.

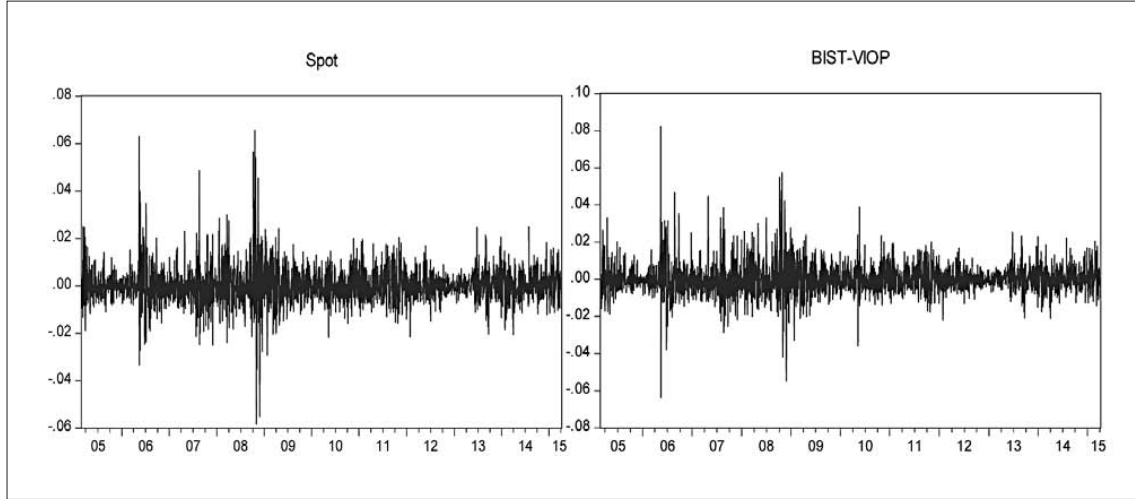
Tablo 1: USD/TL Kuru Getiri Serilerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

	Spot	BİST-VİOP
Ortalama	0,000278	0,000267
Standart Sapma	0,007979	0,008602
Çarpıklık	0,742283	0,788129
Basıklık	11,47635	11,40377
Jarque-Bera (Olasılık değeri)	8624,026 (0,0000)	8514,031 (0,0000)

Tablo 1 incelendiğinde spot kur serisinin, BİST-VİOP serisine göre daha yüksek ortalama getiriye ve daha düşük standart sapmaya sahip olduğu görülmektedir. Çarpıklık ve basıklık katsayıları, her iki serinin de sağa çarpık ve normal dağılıma göre daha basık bir dağılım sergilediğini ortaya koymaktadır. Ayrıca Jarque-Bera test istatistiğine ilişkin olasılık değerleri %1 anlamlılık düzeyinden daha küçük çıkması her iki serinin normal dağılım göstermediğini ifade etmektedir.

Getiri serilerinin durağanlığı, EKK yöntemi ile spot ve BİST-VİOP kurları arasındaki ilişkinin modellenmesi açısından önemlidir. Bu bağlamda, getiri serilerinin durağanlığını test etmek için Augmented Dickey Fuller (ADF) ve Phillips Peron (PP) birim kök testleri uygulanmıştır. Tablo 2'de yer alan birim kök test sonuçları, hem spot hem de vadeli işlem sözleşmelerine ilişkin getiri serilerinin birim kök içermediğini, başka bir ifadeyle serilerin durağan olduğunu ortaya koymaktadır.

Çalışmada ilk olarak, doğrusal regresyon modeli kullanılarak örneklem içi döneme ilişkin optimal hedge oranı hesaplanmıştır. EKK yöntemi ile tahmin edilen modele ilişkin sonuçlar Tablo 3'de gösterilmiştir.

Grafik 1: USD/TL Kuru Getiri Serilerine İlişkin Zaman Yolu Grafiği**Tablo 2: Birim Kök Test Sonuçları**

Getiri Serileri	ADF		PP	
	Sabit Terimli	Sabit Terimli ve Trendli	Sabit Terimli	Sabit Terimli ve Trendli
Spot	-50,07455*	-50,07943*	-50,09188*	-50,09395*
BİST-VİOP	-51,27000*	-51,28031*	51,27652*	-51,28619*

Gecikme sayısının belirlenmesinde SIC bilgi kriteri kullanılmıştır.

* İlgili katsayılar %1 düzeyinde anlamlıdır. Serilerin birim köke sahip olduğunu ifade eden sıfır hipotezi reddedilmektedir.

Tablo 3: Doğrusal Regresyon Modeline İlişkin Tahminler

	Katsayı	Standart Hata
c	0,0000652	0,0000766
h	0,811043*	0,008840
	nR ²	Olasılık değeri
Breusch- Godfrey LM Testi	215,7191*	0,0000
ARCH-LM (1)	215,5788*	0,0000
ARCH-LM (5)	256,1230*	0,0000

*, **, *** İlgili katsayılar sırasıyla %1, %5, %10 düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 3 incelendiğinde, EKK yöntemine göre optimal hedge oranını simgeleyen h katsayısının 0.811043 olarak tahmin edildiği ve istatistiksel bakımdan anlamlı olduğu görülmektedir. Fakat modele ilişkin Breusch-Godfrey LM ve ARCH-LM test sonuçları modelin hata terimleri arasında sırasıyla otokorelasyonun ve değişen varyansın olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum modelin tahmin gücünü zayıflatmaktadır.

EKK yöntemi ile tahmin edilen model kalıntılarında ARCH etkisinin varlığı, modelin GARCH modeli ile tahmin edilmesinin daha uygun olacağını ortaya koymaktadır. Bu çerçevede, optimal hedge oranı simetrik GARCH ve asimetrik EGARCH modelleri ile tahmin edilmiştir. Ayrıca günlük ya da yüksek frekanslı verilerin kullanıldığı durumlarda, piyasa getirileri çarpık ve aşırı basık bir dağılım sergilemekte ve normal bir dağılım göstermemektedir (Alexander, 2008, s. 158). Çalışmada kullanılan dolar getiri serileri de çarpık ve basık bir dağılım sergilemektedir. Nelson (1991) tarafından geliştirilen GED, getiri serilerindeki asimetri, kalın kuyruk ve aşırı basıklığı dikkate almaktadır. Bu bağlamda çalışmada, model kalıntıları dağılımının öngörülen optimal hedge oranları üzerinde etkisini ölçmek için normal dağılım varsayımına dayanan modellerin yanı sıra GED dağılımı varsayımı altında 3 gecikmeye kadar GARCH(p,q) ve EGARCH(p,q) değişen varyans modelleri oluşturulmuştur. Bu modeller arasında en uygun olanları, parametrelerin anlamlı olması, model parametrelerinin pozitif olması ($\alpha_0 > 0$, $\alpha_i \geq 0$, $\beta_i \geq 0$), model durağanlık koşulunun sağlanması, AIC ve SIC bilgi kriterlerinin küçük olması dikkate alınarak belirlenmiştir.

Dolar serileri için normal ve GED dağılımları varsayımı altında 3 gecikmeye kadar oluşturulan değişen varyans modelleri arasında en uygun modeller GARCH(2,1), EGARCH(1,3,3), GED-GARCH (1,1) ve GED-EGARCH (1,2,2) olarak belirlenmiştir. Bu modellerine ilişkin parametre tahminleri Tablo 4’de yer almaktadır.

Tablo 4’de yer alan parametre katsayıları incelendiğinde, optimal hedge oranı GARCH(2,1) modeli ile 0.819125, EGARCH(1,3,3) modeli ile 0.926910, GED-GARCH (1,1) modeli ile 0,932502 ve GED-EGARCH (1,2,2) ile 0,949936 olarak tahmin edilmiştir. EGARCH modeli ile tahmin edilen optimal hedge oranlarının standart hatası GARCH modeline göre daha düşüktür. Bunun yanı sıra her üç modelin de durağanlık koşulunu sağladığı ve parametre toplamalarının 1’e çok yakın, fakat 1’den küçük oldukları görülmektedir. Model parametreleri toplamının 1’e çok yakın olması volatilité kalıcılığının yüksek olduğunu ve geçmiş dönemdeki şokların cari dönemdeki volatilité üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Asimetrik etkiyi dikkate alan EGARCH modellerinde γ parametresi istatistiksel bakımdan anlamlı ve pozitifdir. Bu durum asimetrik etkinin varlığını ve dolar getiri serilerine ilişkin volatilité üzerinde olumlu haberlerin olumsuz haberlere göre daha etkili olduğunu ifade etmektedir. ARCH-LM test sonuçları ARCH etkisinin ortadan kalktığını ve değişen varyans sorunun görülmediğini ortaya koymaktadır.

EKK ve GARCH modelleri kullanılarak tahmin edilen optimal hedge oranları arasında en uygun oranı belirlemek için RMSE, MAE, MAPE ve TIC hata istatistikleri kullanılmıştır. Bu kapsamda 07.04.2015-31.03.2016 tarihlerini kapsayan örneklem dışı dönem, sı-

rasıyla 120 ve 250 iş günü için oluşturularak uygun modellere ilişkin hata istatistikleri hesaplanmış ve elde edilen bulgular Tablo 5 ve Tablo 6'da gösterilmiştir. Hata istatistiklerinin mümkün oldukça küçük olması modelin tahmin gücünü artırmaktadır.

Tablo 5 incelendiğinde en düşük RMSE değerine EGARCH(1,3,3), en düşük MAE değerine GED-EGARCH (1,2,2), en düşük

MAPE değerine EKK ve en düşük TIC değerine ise GED-EGARCH (1,2,2) modeli sahiptir. Hata istatistikleri farklı modelleri göstermekle birlikte, GED-EGARCH (1,2,2) modelinin dört hata istatistiğinin ikisinde düşük değerler elde etmesi ve modelden elde edilen ortalama getirinin diğer modellere göre daha yüksek olması modelin performansının daha iyi olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 4: Koşullu Değişen Varyans Modelleri

	GARCH(2,1)	EGARCH(1,3,3)	GED-GARCH (1,1)	GED-EGARCH (1,2,2)
c	-2,99E-05	0,000264*	0,000222*	0,000259*
h (standart hata)	0,819125* (0,004848)	0,926910* (0,003103)	0,932502* (0,003587)	0,949936* (0,003813)
α_0	9,30E-08*	-0,290067*	1,44E-06*	-0,252121
α_1	0,042461*	0,226913*	0,547527*	0,372809*
α_2		-0,204422*		-0,274152
α_3		0,050378**		
γ_1		0,114917*		0,136470*
γ_2		0,104295*		0,103552**
γ_3		0,168326*		
β_1	0,233952*	0,977348*	0,517517*	0,982973*
β_2	0,715567*			
AIC	-8,60844	-8,801685	-9,089839	-9,1985
SIC	-8,594668	-8,778731	-9,076066	-9,177841
ARCH-LM(1) (olasılık değeri)	1,500549 (0,2206)	0,028661 (0,8656)	1,165653 (0,2803)	0,607412 (0,4358)
ARCH-LM(5) (olasılık değeri)	2,896254 (0,716)	0,771347 (0,9788)	5,519609 (0,3558)	0,97087 (0,9649)

*, **, *** İlgili katsayılar sırasıyla %1, %5, %10 düzeyinde anlamlıdır,

Tablo 5: Modellere İlişkin Hata İstatistikleri (120 iş günü)

	Spot piyasa (Hedge edilmemiş)	EKK	GARCH(2,1)	EGARCH(1,3,3)	GED- GARCH (1,1)	GED- EGARCH (1,2,2)
h		0,811043	0,819125	0,92691	0,932502	0,949936
(standart hata)	-	(0,00884)	(0,004848)	(0,003103)	(0,003587)	(0,003813)
Ortalama Getiri	0,001341	0,001229	0,001146	0,001595	0,001560	0,001622
RMSE	-	0,003016	0,003007	0,002975*	0,002977	0,003002
MAE	-	0,00177	0,001763	0,001412	0,001404	0,001373*
MAPE	-	43,08244*	43,37746	43,91271	43,63561	44,18368
TIC	-	0,207532	0,206239	0,191655	0,191344	0,191112*

*modeller arasındaki en düşük değer

Tablo 6: Modellere İlişkin Hata İstatistikleri (250 iş günü)

	Spot piyasa (Hedge edilmemiş)	EKK	GARCH(2,1)	EGARCH(1,3,3)	GED- GARCH (1,1)	GED- EGARCH (1,2,2)
h		0,811043	0,819125	0,926910	0,932502	0,949936
(standart hata)	-	(0,008840)	(0,004848)	(0,003103)	(0,003587)	(0,003813)
Ortalama Getiri	0,000349	0,000385	0,000293	0,000629	0,000589	0,000633
RMSE	-	0,002860	0,002848	0,002831*	0,002833	0,002859
MAE	-	0,001706	0,001692	0,001390	0,001381	0,001357*
MAPE	-	51,58510*	51,98806	53,53227	53,38014	54,08139
TIC	-	0,203271	0,201544	0,188652	0,188260	0,188198*

*modeller arasındaki en düşük değer

Tablo 6 incelendiğinde en düşük RMSE değerine EGARCH(1,3,3), en düşük MAE değerine GED-EGARCH (1,2,2), en düşük MAPE değerine EKK ve en düşük TIC değerine ise GED-EGARCH (1,2,2) modelinin sahip olduğu gözlenmektedir. Bu bağlamda, 120 iş gününü kapsayan örneklem döneminde

olduğu gibi GED-EGARCH (1,2,2) modeli 250 iş gününü kapsayan örneklem döneminde de dört hata istatistiğinin ikisinde düşük değerler elde ettiği için diğer modellere göre daha başarılı olmuştur. Ayrıca, GED-EGARCH (1,2,2) modeli ile elde edilen ortalama getiri diğer modellere göre daha yüksektir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, USD/TL kuruna ilişkin vadeli işlem piyasasında pozisyon alınacak sözleşme sayısının belirlenmesinde en başarılı model GED-EGARCH (1,2,2) modeli olarak belirlenmiştir. Optimal hedge oranı ise 0,949936 olarak öngörülmüştür. Bu durumda, ilgili ekonomik birim, spot piyasada USD/TL kuruna ilişkin almış olduğu pozisyonun yaklaşık %95'i oranında BİST-VİOP piyasasında pozisyon alması durumunda spot piyasadaki pozisyonunu tam olarak hedge etmiş olmaktadır. Vadeli işlem piyasasında pozisyon alınmaması durumunda yatırımcının 120 günlük ortalama getirisi 0,001341 düzeyinde iken, vadeli işlem piyasasında pozisyon alınması durumunda ortalama getiri yaklaşık %21 oranında artarak 0,001622 olarak gerçekleşmektedir. Yatırım döneminin 250 gün olması durumunda, vadeli işlem piyasasında pozisyon alınmaması halinde ortalama getiri 0.000349 düzeyinde iken; vadeli işlem piyasasında pozisyon alınması durumunda ortalama getiri yaklaşık %81,3 oranında artarak 0,000633 düzeyine ulaşmaktadır. Bu bulgular, Kroner ve Sultan (1993), Floros ve Vougas (2006) ve Aksoy ve Olgun (2009)'un çalışmalarıyla benzerdir. Bu çalışmalarda, EKK yönteminin optimal hedge oranının tahmininde yeterli olmadığı ve GARCH modellerinin performansının daha iyi olduğu vurgulanmaktadır.

5. Sonuç

Türev ürünler aracılığıyla vadeli işlemler piyasasında pozisyon alan bir ekonomik birim portföyün riskini kontrol etmek ve riskini minimize etmek için optimal hedge oranını belirlemek zorundadır. Bu oran, spot piyasada alınan pozisyon nedeniyle maruz kalınan riskten korunmak için vadeli piyasada ne kadar sözleşme alınıp satılması gerektiğini

göstermektedir. Optimal hedge oranının hesaplanmasında kullanılacak yöntemin doğru belirlenmesi, yatırımcının riskini azaltması, getirisini arttırması ve vadeli işlem piyasasında daha doğru pozisyon alması açısından önem arz etmektedir. Bu kapsamda çalışmada, USD/TL döviz kuru için basit doğrusal regresyon modeli ve GARCH modelleri ile optimal hedge oranını tahmin edilmesi ve optimal hedge oranının tahmininde kullanılacak en uygun modelin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Çalışmada 01.03.2005- 31.03.2016 tarihleri arasındaki serbest piyasa USD/TL kapanış kurları ile BİST-VİOP'da işlem gören USD/TL vadeli işlem sözleşmelerinin uzlaşma fiyatları kullanılmıştır. 03.03.2005-31.03.2016 tarihlerini kapsayan örneklem dönemi ikiye ayrılmıştır. 03.01.2005-06.04.2015 tarihleri arasındaki dönem örneklem içi olarak ifade edilmiş ve doğrusal regresyon modeli ve GARCH modelleri ile optimal hedge oranının tahmin edilmesinde kullanılmıştır. Dolar serileri için normal dağılım ve GED dağılımı varsayımları altında optimal hedge oranını tahmin etmek için kullanılacak en uygun modeller GARCH(2,1), EGARCH(1,3,3), GED-GARCH(1,1) ve GED-EGARCH(1,2,2) olarak belirlenmiştir. Örneklem dışı olarak ifade edilen 07.04.2015-31.03.2016 tarihleri arasındaki dönem ise gerek regresyon modeli gerekse GARCH modelleri ile tahmin edilen hedge oranlarının etkinliğini ölçmek için kullanılmıştır. Örneklem dışı dönem sırasıyla 120 ve 250 iş gününden oluşan iki farklı döneme ayrılarak, RMSE, MAE, MAPE ve TIC hata istatistikleri hesaplanmıştır. Bu kapsamda GED-EGARCH (1,2,2) modeli, gerek 120 ve gerekse 250 iş gününden oluşan örneklem dışı dönemlerde en düşük MAE ve TIC

değerine sahip olduğu için diğer modellere göre daha iyi performans göstermiş ve optimal hedge oranının tahmininde daha başarılı olmuştur.

Çalışmanın finans literatürüne ve yatırımcılara önemli katkılarının olması beklenmektedir. Öncelikle, USD/TL kuruna ilişkin optimal hedge oranının belirlenmesine yönelik çalışmaların sayısı oldukça kısıtlıdır. Ayrıca asimetrik etkiyi ve farklı dağılım özelliklerini dikkate alan modellerin çalışmaya dahil edilmesi nedeniyle çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışmanın sonuçları, dolar yatırımcısının spot piyasada karşılaştığı kur riskinden

korunmak amacıyla vadeli işlem piyasasında pozisyon alması durumunda riskini azaltabileceğini ve getirisini arttırabileceğini göstermektedir. Ayrıca çalışmadan elde edilen bulgular, dolar getiri serilerinin aşırı basık ve çarpık bir dağılım sergilemesi nedeniyle normal dağılım varsayımına dayanan modellerin optimal hedge oranını daha düşük öngöreceğini ve asimetrik etkinin optimal hedge oranının tahmininde dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu yönüyle çalışmanın sonuçlarının, dolar yatırımcısının vadeli işlem piyasasında alacağı pozisyonu doğru şekilde belirlemesi ve böylece daha etkin bir kur riski yönetimine katkı sağlaması beklenmektedir.



KAYNAKÇA

- Aksoy, G. ve Olgun, O. (2009). Optimal Hedge Oranı Tahminlemesi Üzerine Amprik Bir Çalışma: Vob Örneği. *İktsat, İşletme ve Finans Dergisi*, 24(274), 33-53
- Alexander, C. (2008). *Market Risk Analysis Volume II: Practical Financial Econometrics*. England: John Wiley & Sons.
- Asteriou, D. ve Hall, S. (2007). *Applied Econometrics*. New York: Palgrave Macmillan.
- Baillie, R. ve Myers, M. (1991). Bivariate Garch Estimation of The Optimal Commodity Futures Hedge. *Journal of Applied Econometrics*, 6, 109-124
- Bollerslev, T. (1986). Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31, 307-327.
- Bollerslev, T. (1990). Modelling the Coherence in Short-Run Nominal Exchange Rates: A Multivariate Generalized ARCH Approach. *Review of Economics and Statistics*, 72, 498-505.
- Borsa İstanbul (2016), <http://www.borsaistanbul.com>. Erişim tarihi:16 Şubat 2017.
- Byström, H. N. E. (2003). The Hedging Performance of Electricity Futures on The Nordic Power Exchange. *Applied Economics*, 35 (1), 1-11.
- Çelik, İ. (2014), Vadeli İşlem Piyasasında Optimal Hedge Rasyosunun Statik ve Dinamik Teknikler Yardımıyla Hesaplanması. *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 6 (3), 1-13.
- Ederington, L.H. (1979). The Hedging Performance of The New Future Markets. *The Journal of Finance*, 34(1), 157-170.
- Figlewski, S. (1984) . Hedging Performance and Basis Risk in Stock Index Futures. *Journal of Finance*, 39, 657-669.
- Floros, C. ve Vougas, D. (2006). Hedging Effectiveness in Greek Stock Index Future Markets: 1991-2001. *International Journal of Finance and Economics*, 5, 7-18
- Hill, R. C., Griffiths, W. E. ve Lim, G. C. (2010). *Principles of Econometrics*. USA: John Wiley & Sons.
- Holmes, P. (1996). Stock Index Futures Hedging: Hedge Ratio Estimation , Duration Effects, Expiration Effects and Hedge Ratio Stability. *Journal of Business Finance and Accounting*, 23(1), 63-77.
- Kalaycı, Ş. ve Zeynel, E. (2009). Vadeli Piyasalarda Riskten Korunma: Vob-İmkb 30 Endeks Sözleşmeleri Kullanımına Dayalı Korunma Oranı ve Korunma Etkinliği. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(3), 39-63.
- Kenourgios, D., Samitas, A. ve Drosos, P. (2008). Hedge Ratio Estimation and Hedging Effectiveness: The Case of the S&P 500 Stock Index Futures Contract. *International Journal of Risk Assessment and Management*, 9(1/2), 121-134.
- Kroner, K. R, and J. Sultan. (1991). Exchange Rate Volatility and Time Varying Hedge Ratios. *Pacific- Basin Capital Markets Research*, Volume II, S. G. Rhee and R. P. Chang, eds. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, North-Holland 397-412.
- Kroner, K.F ve Sultan, J. (1993). Time-Varying Distributions and Dynamic Hed-

ging with Foreign Currency Futures. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 28(4), 535-551.

Lien, D., Tse, Y.K., Tsui, A.K.C. (2002). Evaluating The Hedging Performance of The Constant-Correlation GARCH Model. *Applied Financial Economics*. (12), 791-798.

Mazıbaşı, M. (2005). İMKB Piyasalarındaki Volatilitenin Modellenmesi ve Öngörülmesi: Asimetrik GARCH Modelleri ile Bir Uygulama. VII. Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu.

Nelson, D. B. (1991). Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach. *Econometric*, 59, 347-370.

Park, T. ve Switzer, L. (1995). Bivariate Garch Estimation of The Optimal Hedge Ratios for Stock Index Futures: A Note. *Journal of Future Markets*, 15(1), 61-67.

Wang, Y. ve Wu, C. (2012). Forecasting Energy Market Volatility Using Garch Models: Can Multivariate Models Beat Univariate Models. *Energy Economics*, 34(6), 2167-2181.