

# Türkiye İçin Bir Makroekonomik Belirsizlik Endeksi Önerisi

Prof. Dr. Hakan Yıldırım\*  
Buket Alkan\*\*

## Öz

Bu çalışmada, Türkiye için bir makroekonomik belirsizlik endeksi oluşturulması amaçlanmıştır. Çalışmada oynaklık bir diğer tabir ile volatilité kavramına dayalı bir yaklaşım izlenmiştir. Finansal değişkenlerin volatilitelerinin arttığı dönemlerde söz konusu değişkene ilişkin belirsizliğin de arttığı kabulü ile döviz kuru, faiz oranı ve hisse senedi piyasası finansal göstergelerinin volatiliteleri ele alınmıştır. Üç farklı finansal değişkene ilişkin volatilité serileri Genelleştirilmiş Otoresgresif Değişen Varyans (GARCH) yöntemi kullanılarak elde edilmiştir. Münferit volatilité serileri Atta-Mensah'ın yaklaşımı izlenerek ve aynı zamanda OECD'nin Bileşik Gösterge Oluşturmaya dair el kitabından faydalanılarak bir endeks haline getirilmiştir. Oluşturulan belirsizlik endeksinin yükseldiği dönemler yaşanan olaylar bazında vaka çalışması olarak sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Makroekonomik Belirsizlik, Volatilité Modelleri, GARCH Yöntemi.  
**JEL Sınıflandırması:** C58, G17, B22, B23, B26.

## Suggestion of a Macroeconomic Uncertainty Index For Turkey

### Abstract

In this paper, we aimed to construct a macroeconomic uncertainty index for Turkey. While we are constructing this index we followed the volatility measuring approach. On the assumption that when uncertainty rises the volatilities of the financial variables rise, we take consideration of exchange rate, interest rate and stock market volatilities. Three individual volatility series are estimated by using (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) GARCH method. These aforementioned individual volatilities are combined by following the way of Atta Mensah (2004) and also using the OECD's handbook on constructing composite indicators. A case study analysis has been made for the dates that constructed uncertainty index has high levels.

**Keywords:** Macroeconomic Uncertainty, Volatility Models, GARCH Models.  
**JEL Classification:** C58, G17, B23, B26.

### 1. Giriş:

Belirsizlik, günümüzde ekonomik karar birimleri ve siyasilerin karar almalarında zorlayıcı etkenlerden biri olarak kaşımıza çıkmaktadır. Karar kuramının aşamaları arasındaki önemli konulardan da biri olan belirsizlik, iktisat yazınında da farklı okullar tarafından farklı bakış açıları ile yorumlanmıştır.

Neoklasik iktisat insan davranışlarının, belirsizlik karşısında her zaman rasyonel olamayacağını kabul etmemektedir. Bilakis fayda maksimizasyonunu amaç edinerek istatistiksel yöntemlerle geleceği tahmin etmede başarılı olunabileceğini ve böylelikle belirsizliğin ortadan kaldırılabilceğini kabul etmektedir. Böyle bir kabul, iktisatçıların, bireylerin rasyonelliğinin de katkısıyla piyasanın dengeye ulaşacağını ve tam istihdam,

\* Marmara Üniversitesi, İşletme Bölümü, Öğretim Üyesi.

\*\* Türkiye Sınai Kalkınma Bankası A.Ş., Yönetici Yardımcısı.

istikrarlı fiyat düzeyi ile genel ekonomik refahın oluşacağı görüşünü yaşatabilmelerine neden olmuştur. Klasik ekonomik görüşün ilkeleri kabul olsaydı, 1930'larda Amerika'da başlayan ve dünya geneline yayılan büyük buhrandan sonra iş gücü piyasasının bozulmuş olması gibi istikrarsızlıklardan şikayet ediliyor olunmazdı.

Bireylerin rasyonelliğinin sorgulanacağı bir başka olay yine 2008-2009 küresel krizinde yaşanmıştır. Küresel krizin en şiddetli yaşandığı bir dönemde, ABD'de 23 Ekim 2008'de dönemin Merkez Bankası (Fed) başkanı Alan Greenspan'ın "Yüzyılda bir gerçekleşecek bir kredi tsunamisinin ortasındayız. Kredi veren kurumların, kendi çıkarları için, hissedarlarının hisselerini de koruyacaklarını düşünenler şoktalar özellikle de ben." şeklindeki sözleri göstermektedir ki ekonomik birimler her zaman akılcı davranamıyorlar (Özatay, 2013).

Özellikle 2008-2009 global krizinden sonra belirsizliğin ölçülebilir bir değişken olarak ifade edilmesine olan ihtiyaç artmıştır. Bu konu hem akademisyenler hem siyaset adamları hem de iş dünyasındaki diğer karar vericiler için ilgi çeken bir alan haline gelmiştir. Belirsizliği ölçmek adına birçok ampirik model geliştirilmiştir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde belirsizliğin ölçülmesi ve ifade edilmesi konusunda bir fikir birliğinin ise sağlanamadığı dikkat çekmektedir. Literatürde genellikle belirsizlik kavramı tek bir değişkene ilişkin belirsizlik özelinde incelenmiştir. Topplulaştırılmış bir gösterge olarak belirsizlik ölçümüne ilişkin çalışmaya ise nispeten az rastlanmaktadır.

Belirsizliği bir endeks olarak inceleyen birimlere dikkat ettiğimizde akademik kesimin yanı sıra bizzat ekonomik politikalara yön veren karar verici konumundaki kesimlerin de bu tarz endeksler üzerinde çalıştığı görülmektedir. Özellikle ülke merkez bankalarının konuya ilişkin yaptığı çalışmaların sayısı her geçen gün artmaktadır (Bkz. Ek 1).

Bu makale genel olarak üç farklı literatür ile ilgili bir çalışma ortaya koymaktadır. İlk olarak Binding ve Dibiasi (2017), Al Nasser ve Hajilee (2017)'nin çalışmalarında olduğu gibi belirsizliği tek bir değişkenin belirsizliği olarak ifade eden literatürü kapsamaktadır. İkinci olarak Poon ve Ganger (2003), Dutta, Nikkinen ve Rothovius (2017)'un çalışmalarında olduğu gibi belirsizliğin hesaplanmasında GARCH modelleri ile volatilitate tahminlerini baz alan literatürü kapsamaktadır. Son olarak ise Atta-Mensah (2004), Baker, Bloom ve Davis (2013) ve Rossi, Sekhposyan ve Soupre (2017)'in çalışmalarında olduğu gibi belirsizliği bir endeks olarak ifade eden çalışmalara dair literatürü kapsamaktadır.

Çalışmada faiz oranı (TR2), hisse senedi piyasası (BIST100) ve döviz kuru (USD/TRY) belirsizliğini ifade eden volatilitate modelleri GARCH metodu ile oluşturulup daha sonra Atta-Mensah (2004)'in da çalışmasında kullandığı OECD'nin bileşik gösterge oluşturmak konusundaki el kitabında literatürde en çok kullanılan olarak atfedilen eşit eğitimli ağırlıklı ortamlar (aritmetik ortalama) yöntemi ile birleştirme yapılmıştır. Oluşturulan belirsizlik endeksine göre belirsizliğin arttığı dönemlerde yaşanan olaylar vaka çalışması şeklinde incelenmiştir.

## 2. Literatür Taraması

Bu çalışma giriş bölümünde bahsedilen üç farklı literatürü kapsamaktadır. Ancak makalede, yalnızca belirsizliğin endeks olarak ele alındığı çalışmalara yer verilmiştir. Tekil belirsizlik göstergelerine dair olan literatüre yer verilmemiştir. Literatürde bir endeks olarak belirsizliğin ifade edildiği çalışmalara odaklanıldığında üç farklı ekolün öne çıktığı görülmektedir. Bu üç farklı belirsizlik endeksi oluşturma ekolü çalışmada, haber bazlı endeksler, volatilitayı baz alan endeksler ve tahmin uyumsuzluğunu baz alan endeksler şeklinde kategorize edilerek sunulmaktadır.

### Haber Bazlı Endeksler:

Bu konuda yapılmış önde gelen çalışmalardan biri Baker, Bloom ve Davis (2013)'in çalışmasıdır. Baker, Bloom ve Davis (2013) ABD için bir Ekonomik Politika Belirsizlik (EPU-Economic Policy Uncertainty) Endeksi geliştirmiştir. Bu endeks 3 farklı alt endeksin birleşiminden meydana gelmekte olup alt endekslerden birisi ve en yüksek ağırlığa sahip olanı haber bazlı endekstir. Haber bazlı endeks oluşturulurken ABD'de önde gelen 10 ulusal gazete kullanılmıştır. Bu gazetelerde ekonomi veya ekonomik, belirsizlik veya belirsiz kelime gruplarından ikisinin mutlaka yer aldığı ve şimdi sayılan 'meclis' veya 'açık' veya 'merkez bankası' veya 'yasa' veya 'düzenleme' veya 'beyaz saray' kelimelerinden de birinin eklenmesi ile oluşan üçlü kelime gruplarının yer aldığı yazılar toplanmış ve gazetede ki toplam makale/köşe yazısı sayısına bölünerek frekansı hesaplanmıştır. Diğer iki alt endekte ise ABD'de süresi sona ermek üzere olan vergiler ve enflasyon beklentilerine ilişkin sapmaları baz alan belirsizliğe dayanarak oluşturulan endeks yer almaktadır. Yazarlar oluşturdukları ekonomik politika belirsizliği adlı endeksin 11 Eylül saldırısı ve Lehman Brothers'ın çöküşü gibi önemli olayların olduğu dönemlerde sıçrama yaptığını göstermektedir. Bu çalışma literatürde yaygın bir şekilde atıf alırken aynı zamanda belirsizliğin bir araç olarak kullanıldığı birçok çalışmada ise belirsizliğin temsilcisi olarak kullanılmıştır.

Söz konusu çalışmaya atıfta bulunarak Türkiye için Ermişoğlu ve Kanık (2013) benzer bir çalışma yapmışlardır. Yazarlar Türkiye Ekonomik Politika Belirsizliği Endeksi adlı çalışmalarında, Baker, Bloom ve Davis (2013)'in çalışmasındaki yöntemi kullanarak Türkiye için Ekonomik Politika Belirsizliği Endeksi (EPBE-TR) geliştirmişlerdir. Çalışmalarında öncelikle ABD ve Avrupa için geliştirilen endeksi anlatan Ermişoğlu ve Kanık diğer ülke örnekleriyle olan paralelliği sağlaması açısından haber bazlı endeks ve enflasyon beklentilerindeki uyumsuzlukları baz alan endeks olmak üzere iki adet alt endeks geliştirerek bu endekslerin birleşiminden bir adet belirsizlik endeksi oluşturmaktadırlar. Ermişoğlu ve Kanık bu bağlamda Haber Bazlı Endeksi Türkiye için oluşturabilmek için kendi imkanları ile ilk defa kullanılacak bir veri seti oluşturmuşlardır. Çalışmanın sonunda geliştirdikleri endeks olan EPBE-TR'yi Türkiye için belirsizlik ölçütü olabileceği düşünülen değişkenlerle karşılaştırmışlardır. Söz konusu mukayese ile endeksin diğer değişkenlerle olan yüksek korelasyonundan yola çıkarak EPBE-TR'nin ekonomik politikadaki belirsizliği ölçmede kullanılabilir makul bir araç olabileceğini ortaya koymuşlardır.

### Volatilitiyi Baz Alan Endeksler:

Belirsizlik ve oynaklık (volatilitiy) her ne kadar anlamsal olarak farklı kavramlar olsalar da, volatilitiy ampirik literatürde genellikle belirsizliğin temsilcisi olarak kullanılmaktadır. Volatilitiy dalgalanan bir değişkenin trendini ifade ederken belirsizlik ise bu dalgalanmaların tahmin edilemez olduğu durumları işaret etmektedir. Pratikte volatil değişkenler sıklıkla tahmin edilemezdir. Bu nedenle volatilitiy ve belirsizlik birbirleri yerine kullanılabilir (Bozdoğan, 2013).

Literatürde oynaklığın modellenmesi üzerine birçok yöntem geliştirilmiş olsa da volatilitiy en basit düzeyde herhangi bir rasgele değişkenin standart sapması olarak kabul edilebilir. Bu bağlamda volatilitiyin modellenmesinde kullanılan literatürde yaygın modellerden biri standart sapmanın kullanılmasıdır (Yalçın, 2008).

Mohey-ud-din ve Siddiqi (2014), Bangladeş, Hindistan, Nepal, Pakistan ve Sri Lanka olmak üzere 5 Güney Asya ülkesi için 1980-2010 döneminde makro-panel tekniği ile GSYH büyüme hızının dalgalanmasının (volatilitiyini) özel sektör yatırımlarına etkisini araştırmıştır. Volatilitiy değişkeninin hesaplanmasında GSYH büyüme hızının beş yıllık hareketli standart sapmalarını kullanmışlardır. Analiz sonuçlarına göre GSYH büyüme hızı volatilitiyinin sabit

sermaye yatırımları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve negatif bir etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Belirsizliği ölçme konusunda birçok farklı yaklaşım bulunmaktadır. Bu çalışmada belirsizlik volatilité ile eş anlamlı kullanılmış olup, volatilitenin modellenmesinde Genelleştirilmiş Koşullu Değişen Varyans (GARCH) Modellerine başvurulmuştur. GARCH modelleri oynaklığın/volatilitenin yakalanmasında oldukça başarılı modellerdir. Ancak burada unutulmaması gereken husus, GARCH tipi modellemeler yüksek frekanslı verilere ihtiyaç duymaktadır (Lensink, Bo ve Sterken, 1999).

Bu yöntemi kullanarak belirsizlik hesaplayan ve bu çalışmaya da büyük oranda ışık tutan Atta-Mensah (2004)'in yaklaşımıdır. Atta-Mensah (2004) çalışmasında ekonomik belirsizliğin para talebi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışmada belirsiz bir ekonomik ortama katkı sağlayan değişkenler hisse senedi piyasası (Borsa Endeksi), tahvil piyasası (uzun dönemli faiz oranları) para politikası belirsizliği (90 günlük finansman bono faizi), dışsal şoklar (ABD ve Kanada arasındaki ikili döviz kuru) ve ekonomik aktivite (faktör gelirleriyle reel GSYH) olarak belirlenmiştir. Daha sonra bu değişkenlerin volatiliteleri GARCH yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Ekonomik Belirsizlik Endeksi (Economic Uncertainty Index- EUI) meydana getirilirken her bir volatilité değişkeni ortalamadan sapmalarının standart sapmasına bölümü ile standardize edilmiştir ve aşağıdaki gibi gösterilmiştir:

$$EUI = \sum_i^n \lambda_i \left( \frac{vol_i - \overline{vol}_i}{\sigma_{vol}} \right) \quad (1)$$

(1) numaralı formülde “ $vol_i$ ” olarak yapılan kısaltma değişkenlere ilişkin volatilitéyi ifade ederken  $\overline{vol}_i$  bu volatilitelerin ortalamasını,  $\sigma_{vol}$  standart sapmasını ve  $\lambda_i$  ise her bir değişkene atanan ağırlığı göstermektedir. Burada  $\lambda_i$ 'ler eşit alınmıştır. Böylelikle normalizasyon yöntemi olarak standartlaştırmanın kullanıldığı değişkenler endekse aritmetik ortalama yöntemi ile dahil edilmiştir.

Bekoe ve Adom (2013), Gana için 1976-2008 dönemi verileri ile döviz kuru, büyüme hızı, dış ticaret, enflasyon ve sermaye fiyatı belirsizliklerini ayrı ayrı hesaplamıştır. Daha sonra bu belirsizlik türlerinin hepsini birden temsil eden toplam belirsizliği hesaplayarak söz konusu toplam belirsizliğin özel sektör yatırımları üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Belirsizlik değişkenlerinin hesaplanmasında GARCH tipi modellemenin seçildiği çalışmada, koşullu varyans değerleri belirsizliğin göstergesi olarak kabul edilmiştir. Münferit belirsizlik değişkenlerinin bir araya getirilmesinde ise Temel Bileşenler Analizi Yöntemi kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, uzun dönemde büyüme hızı, dış ticaret, enflasyon ve sermaye fiyatı belirsizlikleri ile brüt sabit sermaye yatırımları arasında istatistiksel olarak anlamlı ve negatif bir ilişki tespit edilirken döviz kuru belirsizliği ile sabit sermaye yatırımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Ayrıca belirsizlik türlerinin hepsini birden temsil eden toplam belirsizlik ile brüt sabit sermaye yatırımları arasında uzun dönemde istatistiksel olarak anlamlı ve negatif bir ilişki tespit edilmiştir.

#### Tahmin Uyuşmazlığını Baz Alan Endeksler:

Rossi, Sekhposyan ve Soupre (2017) çalışmalarında Avrupa için bir belirsizlik endeksi oluşturmaktadır. Endeksin birleşiminde ise profesyonel tahmin verenlerle yapılan anket datalarından elde edilen beklentilerle gerçekleşenler arasındaki sapma yer almaktadır. Bu göre Avrupa Merkez Bankası (ECB) tarafından her ay yayımlanan beklenti anketine verilen cevaplarla, söz konusu dataların gerçekleşen değerleri arasındaki sapma belirsizliğin ifadesi olarak kullanılmıştır. Çalışmalarında endeksi oluşturan değişkenleri bir araya getirirken temel bileşenler analizi metodunu kullanmışlardır. Hem Euro Bölgesi hem de bağımsız olarak bazı Euro Bölgesi üyesi ülkeler için endeksler geliştirmişlerdir.

Rich, Song ve Tracy (2012) çalışmalarında yine ECB tarafından toplanan bir ankete profesyonellerin verdikleri cevapların kendi içerisindeki uyumsuzlukları ile belirsizliği modellemişlerdir. Ayrıca, tahmin ediciler arasındaki uyumsuzluk üzerinden hesaplanan bu endeks tipinin nispeten belirsizliği açıklamada zayıf bir gösterge olduğunu ortaya koymuşlardır.

### 3. Ekonometrik Çerçeve

Finansal zaman serileri ile çalışmaya başlamadan önce bir takım sınamaların yapılmış ve bazı koşulların sağlanmış olması gerekmektedir. Bu sınamaların başında ise verilerin durağanlığının testi gelmektedir. Zaman serilerinde durağanlığı sınamak amacıyla, ilk birim kök testi Fuller (1976) ve Fuller-Dickey (1979) tarafından ortaya atılmış ve daha sonraki dönemlerde aynı yazarlar tarafından geliştirilmiştir. Dickey-Fuller testinde “Seri birim kök içerir/seri durağan değildir” sıfır hipotezi “seri durağandır” alternatif hipotezine karşı test edilmektedir.

Dickey Fuller testinin bir dezavantajı vardır ki, hata terimi  $u_t$ 'lerin otokorelasyon içermesi durumunda kullanılamamaktadır. Çözüm için ise  $u_t$ 'nin gecikmeli değerlerinin kullanılması geliştirilmiş ve otokorelasyon sorunu çözüme kavuşturulmuştur. Böylelikle ortaya çıkan teste ise Augmented Dickey Fuller (ADF) Testi denilmektedir.

#### Genel olarak ADF modeli,

$$\Delta y_t = \rho y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \theta_i \Delta y_{t-i+1} + u_t \rightarrow H_0: \rho = 0 \quad \phi_2 \quad (2)$$

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \rho y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \theta_i \Delta y_{t-i+1} + u_t \rightarrow H_0: \rho = \alpha_0 = 0 \quad \phi_3 \quad (3)$$

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \rho y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \theta_i \Delta y_{t-i+1} + u_t \rightarrow H_0: \rho = \alpha_0 = \alpha_1 = 0 \quad \phi_1 \quad (4)$$

$$\phi_i = \frac{RSS_{\text{kısıtlanmış}} - RSS_{\text{kısıtsız}}/r}{RSS_{\text{kısıtsız}}/(T-k)} \sim F_{\alpha, r, T-k} \quad (5)$$

RSS: Hata Kalıntı Kareleri Toplamı, r: Kısıt Sayısı, T: Gözlem Sayısı Kısıtsız Model

$$\phi_{\text{test}} > \phi_{\text{tablo}} \rightarrow H_0 \text{ red: Seri durağan.}$$

ADF testindeki önemli bir durum “k” gecikme uzunluğunun belirlenmesidir. k belirlenirken serbestlik derecesini dikkate alacak şekilde nispeten küçük ancak  $u_t$ 'de otokorelasyona yol açmayacak derecede büyük olan gecikme seçilir. k gecikmesi Akaike ve Schwartz bilgi kriterlerine (AIC ve SIC) göre belirlenir.

#### Koşullu Değişen Varyans Modelleri (ARCH/GARCH Modelleri)

Koşullu varyansı gözlenebilir bir değişkenin fonksiyonu olarak modelleyen ARCH modeli ilk defa Engle (1982) tarafından literatüre kazandırılmış ve Bollerslev (1986) tarafından GARCH modelleri olarak genelleştirilmiştir. GARCH modelleri otoregresif hareketli ortalama modellerinden (ARMA modelleri) tahmin edilmekte ve ARMA(p,q)-GARCH(p,q) yapısı ile ifade edilmektedir.

Mevsimsel olmayan Box-Jenkins modelleri genel olarak ARIMA(p,d,q) şeklinde gösterilmektedir. Bu gösterimde p otoregresyon modelinin (AR) derecesini, d fark alma sayısını ve q ise hareketli ortalama modelinin (MA) derecesini ifade etmektedir. Modelin düzeyde yani sıfırdan dereceden durağan olması durumunda ise gösterim ARMA(p,q) şeklini almaktadır.

Model belirlenirken otokorelasyon (ACF) ve kısmi otokorelasyon (PACF) grafiklerine bakılarak karar verilebilir. Buna göre, ACF grafiğindeki ilişki miktarları gecikme sayısı arttıkça yavaş yavaş azalırken PACF grafiğinde bu azalma birden oluyorsa seri için uygun model otokorelasyon yani AR(p) modelidir. Tam tersi oluyor ise yani ACF grafiğindeki azalma hızlı ve ani oluyorsa seri hareketli ortalama modeli yani MA(q) ile modellenebilir. Ancak hem ACF hem de PACF grafiklerinde ilişki miktarları yavaş bir azalış gösteriyorsa seri otoregresif hareketli ortalama modeline yani ARMA(p,q) modeline uygundur diyebiliriz. Ancak bu şekilde model belirlerken işaretler her zaman bu kadar açık ve net olmayabilir. Bu da sezgisel bir yaklaşım ve tecrübe gerektirebilir. Bu nedenle istatistiksel sınamalara başvurulur. Burada modele giren değişkenlerin katsayılarının anlamlılığına bakılır. Katsayıları anlamlı değişkenler arasında model seçim kriterlerini en çok sağlayan ve tahmin gücü de yüksek olan model tercih edilir. En uygun modelin seçimi için geliştirilen önemli kriterler Akaike Bilgi Kriteri (AIC) ve Schwartz Bayes Kriteridir (SBC) (Kadılar, 2005, s.187).

Bir ARMA modeli;

$$(Y_t - \mu) = \phi_1(Y_{t-1} - \mu) + \phi_2(Y_{t-2} - \mu) + \dots + \phi_p(Y_{t-p} - \mu) + \varepsilon_t + \theta_1\varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q\varepsilon_{t-q} \quad (6)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Buradaki ifadede  $Y_t$ , kendinin ve beyaz gürültü sürecine sahip olan hataların gecikmeli değerlerine bağlıdır.

Doğrusal ARMA modelleri risk ve belirsizlik değerlendirmesinde zayıf kalmaktadır. Bunun nedeni bu modeller her ne kadar koşullu ortalamayı güzel yakalıyor olsa da varyanstaki değişimleri yakalamak konusunda yetersiz kalmaktadırlar. Bu bağlamda risk/belirsizlikte dalgalanmaya uyum sağlayabilmek adına koşullu değişen varyansı içeren bir yaklaşım olan ARCH/GARCH modellerine ihtiyaç duyulmaktadır.

ARCH modeli şunu söyler; t zamanında hata teriminin varyansı önceki dönemlerdeki hata terimlerinin karelerine bağlıdır. En basit gösterimiyle; (Marra, 2005)

$$\varepsilon_t^2 = E\{\varepsilon_t^2 | I_{t-1}\} = \bar{w} + \alpha\varepsilon_{t-1}^2 \quad (7)$$

Bu denklemde  $I_{t-1}$  bilgi kümesini ifade etmekte olup  $\varepsilon_{t-1}$ 'den ibarettir. Bu özel gösterim ARCH(1) sürecidir. Burada ARCH(1) modeli şöyle söyler; eğer t-1 periyodunda büyük bir şok yaşandıysa,  $\varepsilon_{t-1}$  değeri de büyük bir değer (mutlak değerce) olacaktır. Bu durumda  $\varepsilon_{t-1}^2$  büyük olursa bir sonraki adımda hesaplanacak olan  $\varepsilon_t^2$ 'de büyük olacaktır. Bu durum finansal zaman serilerindeki volatilite kümelenmesi kavramını akıllara getirmektedir. Yani büyük şokların ardından büyük şoklar ve küçük şokların ardından küçük şoklar takip eder.

ARCH(1) modeli aşağıdaki gösterimle ARCH(p)'ye genişletilebilir;

$$\sigma_t^2 = \bar{w} + \alpha_1\varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2\varepsilon_{t-2}^2 + \dots + \alpha_p\varepsilon_{t-p}^2 = \bar{w} + \alpha(L)\varepsilon_{t-1}^2 \quad (8)$$

$\alpha(L)$  p-1'inci derecenin logaritmik polinomudur. Bu denklemde bazı koşulların sağlanması gerekmektedir.

- Koşullu varyansın negatif olmaması için  $\bar{w}$  ve  $\alpha(L)$  değerleri de pozitif olmalıdır.
- Sürecin durağan olabilmesi için  $\alpha(1) < 1$  koşulunun sağlanması gerekmektedir.

Engle (1982) koşullu değişen varyansın modellenmesi aşamasından önce koşullu değişen varyansın varlığının sınanmasını önermiştir. Herhangi bir zaman serisinde koşullu değişen varyansın diğer bir ifadeyle ARCH etkisinin varlığının belirlenmesinin ardından

koşullu değişen varyansın modellenmesi aşamasına geçilebilmektedir. ARCH etkisi, White testi, Gold-Field Quant ve ARCH-LM testi, gibi pek çok yaklaşım kullanılarak test edilebilmektedir. Burada sadece Engle (1982) tarafından önerilen ARCH-LM testine yer verilmektedir.

ARCH-LM testinin, kullanılan veri sayısı arttıkça duyarlılığının arttığı bilinmektedir. ARCH-LM testi, p değeri (gecikme) kullanıcı tarafından belirlenen, regresyon artık kareleriyle oluşturulan modelin artıklarına uygulanmaktadır. (Brooks, 2008, s.390)

ARCH-LM testine göre koşullu varyansı zaman içerisinde değişen herhangi bir zaman serisinde ARCH etkisinin varlığının belirlenebilmesi için öncelikle zaman serisine ait bir koşullu ortalama denklemi En Küçük Kareler (EKK) yöntemi tahmin edilmektedir.

$$\hat{\varepsilon}_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \hat{\varepsilon}_{t-i}^2 + v_t \quad (9)$$

EKK ile yapılan tahminin ardından ARCH etkisinin yokluğuna dair kurulan sıfır hipotezi test edilir.

$$H_0 = \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_q = 0 \quad (10)$$

ARCH-LM test istatistiği  $\chi^2$  dağılımına uygunluk göstermekte olup, test istatistiği n gözlem sayısını,  $R^2$  (9) numaralı denkleme ait belirginlik katsayısını ifade etmek üzere  $n \cdot R^2$  şeklinde hesaplanmaktadır. Hesaplanan test istatistiği p serbestlik dereceli  $\chi^2$  tablo değeri ile kıyaslanır ve test istatistiği tablo değerinden büyük ise sıfır hipotezi reddedilir. Sıfır hipotezinin reddedilmesi ARCH etkisinin varlığını göstermektedir.

ARCH modelleri literatürde birçok farklı şekilde genelleştirilmiştir. Bunların en kullanışlı olanı Bollerslev (1986) tarafından geliştirilen GARCH (Generalized ARCH) modelleridir. Bu genelleştirilmiş yapıdaki GARCH (p,q) modeli aşağıdaki gibi ifade edilebilir: (Verbeek, 2004, s.299)

$$\sigma_t^2 = \bar{w} + \sum_{j=1}^p \alpha_j \varepsilon_{t-j}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (11)$$

$$\sigma_t^2 = \bar{w} + \alpha(L)\varepsilon_{t-1}^2 + \beta(L)\sigma_{t-1}^2 \quad (12)$$

$\alpha(L)$  ve  $\beta(L)$  gecikme polinomlarıdır. Uygulamada GARCH (1,1) modeli genellikle en iyi performansı gösteren model olarak belirlenmektedir. GARCH(1,1) modeli (13)'deki gibi ifade edilmektedir.

$$\sigma_t^2 = \bar{w} + \alpha\varepsilon_{t-1}^2 + \beta\sigma_{t-1}^2 \quad (13)$$

Üç bilinmeyenden oluşan (13) numaralı denklemde negatif olmayan bir  $\sigma_t^2$  için  $\bar{w}$ ,  $\alpha$ , ve  $\beta$  parametreleri de sıfırdan büyük yani pozitif olmalıdır.

GARCH (1,1) modeline ulaşabilmek için öncelikle verilerin koşullu ortalama modelinin iyi tahmin edilmesi gerekmektedir ki tahmin edilen bu ortalama denklemden elde edilen artıklar, koşullu varyans denklemine dahil edilecek olan  $\{\varepsilon_t\}$  beyaz gürültü serisinin koşullarını sağlasın.

Örnek olarak bir ARMA(1,1)-GARCH(1,1) modelinin yazımı aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$y_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + b_1 \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t \quad (14)$$

$$\varepsilon_t = \sigma_t \varepsilon_t \quad \text{öyle ki} \quad \sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 \quad (15)$$

Bu iki aşamalı prosedüre ARMA filtresinden sonra GARCH tahminlemesi adı verilmektedir (Yumrukuz, 2015).

#### 4. Veri Seti ve Metodoloji

Bu çalışmada Türkiye için bir “Makroekonomik Belirsizlik Endeksi” oluşturulması amaçlanmıştır. Belirsizliğin ölçülmesi ve makroekonomik değişkenler üzerindeki etkilerinin incelenmesine yönelik yapılan çalışmaların birçoğu gelişmiş ülkeler için yapılmıştır. Türkiye gibi gelişmekte olan bir ülke özelinde yapılan bu çalışmanın bu bağlamda literatüre katkısı önemlidir.

Çalışmada kullanılan veri seti Mayıs 2005-Aralık 2016 dönemini kapsamakta olup veri setinin tamamı Bloomberg terminalinden günlük frekansta elde edilmiştir. Veri setine ilişkin açıklamalar Tablo 1’de yer almaktadır.

**Tablo 1: Kullanılan Değişkenler**

Değişkenler	Açıklaması	Kaynağı/ Frekansı
Faiz Oranı (TR2)	T.C. Hazine Müsteşarlığı tarafından ihraç edilen 2 yıl vadeli gösterge* tahvilin faizine ilişkin logaritmik dönüşümü yapılmış günlük getiri serisi	Bloomberg/G ünlük
BIST 100 Endeksi (BIST100)	Borsa İstanbul’a koteli ilk 100 şirketin hisse senetlerinden oluşan endekse ilişkin logaritmik dönüşümü yapılmış günlük getiri serisi	Bloomberg/G ünlük
USD/TL Kuru (USDTRY)	Doların, Türk Lirası karşısındaki değerine ilişkin logaritmik dönüşümü yapılmış günlük getiri serisi	Bloomberg/G ünlük

\*Gösterge faiz oranları piyasa koşullarına göre belirlenmektedir. TCMB faiz oranları ile karıştırılmamalıdır.

Yaşanan belirsizlikler ve istikrarsızlıklar ekonomik göstergelerin volatilitesinde artışa neden olmaktadır. Volatilitedeki artışlar ise finansal piyasalarda olumsuz sonuçlara neden olmaktadır. Genellikle hisse senedi, faiz oranları ve döviz kurlarında yaşanan volatilitate artışı, finansal sistemin işleyişinde aksamalara hatta ciddi performans kayıplarına yol açabilmektedir. Finansal varlıkların volatilitésinin ölçülebilmesi bu anlamda büyük önem arz etmektedir. Volatilitenin ölçümünde farklı yaklaşımların varlığının yanı sıra son dönemde en çok kullanılan koşullu değişen varyans modelleridir. Söz konusu modeller hem gelişmiş hem de gelişmekte olan piyasalarda oldukça ilgi çeken bir noktaya gelmiştir (Çağlayan, 2009).

Literatürde genellikle volatilité risk ve belirsizlikle ilişkili olarak değerlendirilmektedir. Cariolle (2012)’ye göre volatilité bir değişkenin gözlenen sonuçlarına göre bilgi sağlarken aynı zamanda olası sonuçlarına ilişkin de bilgileri barındırır. Bu durumda söz konusu değişkene ilişkin bir risk yaklaşımını ortaya koyar. Pür risk veya belirsizliğin GARCH gibi koşullu varyans modelinden artıkların elde edilmesiyle ölçülmesi gerekmektedir. Belirsizlik göstergelerine dayanan GARCH modelleri gibi modeller, genellikle yüksek frekanslı ekonomik verilere uygulanmaktadır. (Cariolle, 2012) Bu bağlamda bu çalışmada veri seti oluşturulurken yüksek frekansta veriler tercih edilmiştir.

## 5. Ampirik Bulgular

Zaman serileri ile yapılacak çalışmalarda yalancı ve abartılı regresyon katsayıları ile karşılaşmamak için durağan serilerle çalışmak gerekmektedir. Durağanlığın sınamasında ilk analiz verilerin zaman yolu grafiklerini incelemek olabilir. Bu inceleme analistin tecrübeleri ile harmanlandığında birçok konuda fikir verebilmektedir.

Çalışmada kullanılan seriler döviz kuru, faiz oranı ve borsa endeksine ilişkin günlük getiri serileri olup,

$$R_t = \log\left(\frac{D_t}{D_{t-1}}\right) \times 100 \quad (16)$$

formülü ile hesaplanmıştır. (16) numaralı denklemde  $D_t$ , söz konusu varlığın t günündeki değeri  $R_t$  ise t gününe ilişkin o varlığın getirisini ifade etmektedir.

Çalışmanın devamında kullanılmak üzere oluşturulan getiri serilerine ilişkin Ek.2'de yer alan grafikler incelenerek bazı çıkarımlarda bulunulabilir ancak asıl karar, istatistiksel test teknikleri ile verilmelidir. Buna göre birim kök testlerine başvurulmalıdır. Çalışmada birim kökün varlığı her bir seri için ADF birim kök testi ile sınanmıştır. Test sonuçları Tablo 3'de verilmiştir.

Elde edilen sonuçlara bakıldığında, ADF birim kök testine göre üç seri için; sabit terim varlığında, trend ile sabit terimin birlikte varlığında ve hiçbirinin olmadığı durumlarda birim kökün varlığı reddedilmektedir. Bu durumda üç seri için de *durağan oldukları* sonucuna varılmaktadır.

Bir sonraki aşamada makroekonomik belirsizlik endeksini oluşturabilmek için öncelikle alt bileşenleri olan döviz kuru, faiz oranı ve hisse senedi piyasası belirsizliklerine ilişkin göstergelerin oluşturulması gerekmektedir. Söz konusu belirsizlik göstergelerinin ilgili serilere ait volatilité modelleri olduğu düşünüldüğünde bir sonraki adımda durağanlığı sınanmış ve onaylanmış serilerle volatilité modelleri oluşturulmaya çalışılmaktadır.

GARCH modellerini elde edebilmek için ilk olarak, gözlenen veriyi bağımsız değişkenler ve hata teriminin bir fonksiyonu olarak tanımlayan ortalama denklemleri oluşturulur. İkinci olarak ise varyans denklemi elde edilir ki bu denklem, ortalama denkleminde elde edilen hata terimlerinin koşullu varyansının değişimini, geçmiş koşullu varyansların ve gecikmeli hataların bir fonksiyonu olarak açıklamaktadır.(Hentschel ,1995)

Makroekonomik Belirsizlik Endeksi (MBE) oluşturulurken kullanılacak alt göstergelerin açıklamaları Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2: Endeksin Alt Bileşenleri**

Değişkenin Adı	Açıklaması
<b>DKB</b>	Döviz Kuru Belirsizliği: USD/TL Kurunun getiri serisinin (USDTRY) GARCH modellemesi ile elde edilmiş volatilitesi
<b>FOB</b>	Faiz Oranı Belirsizliği: GARCH modellemesi ile bulunan Faiz Oranı getiri serisinin (TR2) volatilitesi
<b>BEB</b>	Borsa Belirsizliği: Borsa İstanbul'a koteli ilk 100 şirketin içinde yer aldığı endeksin getiri serisinin (BİST100) GARCH Modellemesi ile elde edilmiş volatilitesi
<b>MBE</b>	Makroekonomik Belirsizlik Endeksi

Tablo 3. Birim Kök Testi Bulguları

	Model	Yokluk Hipotezi	Alternatif Hipotez	Test İstatistiği	Kritik Değer
USDTRY	S	$\rho=1$	$\rho<1$	-55.27070 (0.0001)	-2.86228
	ST	$\rho=1$	$\rho<1$	-55.30735 (0.0000)	-3.41127
	H	$\rho=1$	$\rho<1$	-55.20513 (0.0001)	-1.94092
TR2	S	$\rho=1$	$\rho<1$	-28.52094 (0.0000)	-2.86228
	ST	$\rho=1$	$\rho<1$	-28.52850 (0.0000)	-3.41127
	H	$\rho=1$	$\rho<1$	-28.51937 (0.0000)	-1.94092
BIST100	S	$\rho=1$	$\rho<1$	-54.01041 (0.0001)	-2.86228
	ST	$\rho=1$	$\rho<1$	-54.01228 (0.0000)	-3.41127
	H	$\rho=1$	$\rho<1$	-53.99354 (0.0001)	-1.94092

### Döviz Kuru Belirsizliği (DKB)

Döviz kuru olarak ABD dolarının Türk Lirası karşısındaki değerinin ifade eden USDTRY serisinin oynaklığını modelleyebilmek için ilk önce *En Küçük Kareler* yöntemi ile ARMA modelleri incelenmiştir. Olası modeller ARMA(p,q) yapısında AR(1), AR(2), ..., ARMA(1,1) ARMA(1,2), ..., ARMA(4,4)'e kadar sırasıyla denedikten sonra uygun modele karar verilmiştir. Uygun modeli belirlemede; parametrelerin anlamlılığı, determinasyon katsayısının yüksek olması, Akaike, ve Schwarz bilgi kriterlerinin küçük olması, Hannan Quinn değerinin küçük olması, hata kareler toplamının küçük olması, olabilirlik oranının yüksek olması, modelin F istatistiğinin anlamlı olması, öngörü performansı ölçme kriterlerinin küçük olması (RMSE, MAE vb) gibi özellikler dikkate alınmıştır. Buna göre en fazla kriterleri sağlayan model olarak USDTRY serisi için ARMA(1,2) seçilmiş olup model sonuçlarına Tablo 4'de yer verilmektedir.

ARMA (1,2) modelinin uygunluğuna karar verildikten sonra modelde ARCH etkisinin olup olmadığı araştırılmalıdır. ARMA modelleri varyansın değişmezliği ilkesine dayanmakta olup bunu bir kural olarak kabul etmektedir. Böylece gözlem değerlerinde meydana gelen değişimlerin varyans üzerinde bir değişikliğe neden olmadığı varsayılmaktadır. Ancak trend etrafında periyodik olmayan dalgalanmaların gözlenmesi nedeniyle varyans her zaman sabit olmayabilir. Bu nedenle GARCH modelleri ile bu sorun giderilmeye çalışılmaktadır. Bunun için öncelikle bulunan ARMA modelinde değişen varyanslılığın, diğer bir deyişle ARCH etkisinin araştırılması gerekmektedir. Bunun için kurulan

" $H_0$ : ARCH etkisi yoktur" hipotezi sınanır.

**Tablo 4: USDTRY için ARMA(1,2) Modeli Sonuçları**

Değişkenler	Katsayılar	Std. Hata	t-istatistiği	Olasılık
C	0.031438	0.015824	1.986732	0.047
AR(1)	-0.76157	0.140137	-5.434454	0
MA(1)	0.766455	0.140834	5.442239	0
MA(2)	0.038972	0.019626	1.985772	0.0471
R-Kare	0.00323	Ortalamaya Bağlı Değişken		0.031432
Ayarlanmış R-Kare	0.00225	Standart Sapmaya Bağlı Değişken		0.854811
Regresyonun Standart Hatası	0.853849	Akaike Bilgi Kriteri		2.523182
Artık Kareler Toplamı	2226.543	Schwarz Kriteri		2.531064
Log -Olasılık	-3853.95	Hannan-Quinn Kriteri		2.526014
F-İstatistiği	3.298313	Durbin-Watson İstatistiği		2.002428
Olasılık (F-İstatistiği)	0.019609			

**Tablo 5. ARMA(1,2) Modeli için Değişen Varyanslılık Testi**

Heteroskedasticity (Değişen Varyanslılık) Test: ARCH				
F-istatistiği	374.0274	Olasılık - F(1,3055)		0.0000
Obs*R-Kare	333.4478	Olasılık Ki-Kare(1)		0.0000

Test sonuçları göstermektedir ki  $H_0$  hipotezi yüzde 5 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. Yani seride ARCH etkisi (değişen varyans sorunu) vardır.

ARMA(1,2) modelinden tahmin edilen en iyi GARCH modeli belirlenirken model denemeleri ARCH(1),ARCH(2),...GARCH(1,1)...GARCH(4,4)'e kadar devam ettirilmiştir. Yine en uygun model seçim kriterleri göz önünde bulundurularak ARMA(1,2)-GARH(1,2) model ikilisi tercih edilmiş olup, model sonuçları Tablo 6'de yer almaktadır.

**Tablo 6: Döviz Kuru Volatilite Modeli ARMA(1,2)-GARCH(1,2)**

Değişkenler	Katsayılar	Std. Hata	t-istatistiği	Olasılık
C	0.018061	0.012408	1.455629	0.1455
AR(1)	-0.749929	0.118729	-6.316326	0
MA(1)	0.752756	0.120283	6.258199	0
MA(2)	0.048136	0.020102	2.394571	0.0166
Variance Equation				
C	0.014138	0.00297	4.759757	0
RESID(-1) <sup>2</sup>	0.146092	0.010541	13.85888	0
GARCH(-1)	0.321335	0.077628	4.139398	0
GARCH(-2)	0.518874	0.072192	7.187428	0
R-Kare	0.002783	Ortalamaya Bağlı Değişken		0.031432
Ayarlanmış R-Kare	0.001804	Standart Sapmaya Bağlı Değişken		0.854811
Regresyonun Standart Hatası	0.85404	Akaike Bilgi Kriteri		2.227067
Artık Kareler Toplamı	2227.54	Schwarz Kriteri		2.24283
Log -Olasılık	-3397.185	Hannan-Quinn Kriteri		2.232731
Durbin-Watson İstatistiği	1.997599			

Döviz kuru volatilitisini modelleyebilmek adına kurulan modelin uygunluğunun test edilebilmesi amacı ile modelinin değişen varyans sorununu gidermede yani değişen varyansı modelleyebilmekte başarılı olup olmadığının ya da bir diğer tabirle seride hala ARCH etkisinin olup olmadığının test edilmesi gerekmektedir. Bunun için "ARCH etkisi yoktur" diyen sıfır hipotezi ARCH-LM testi ile sınanmış olup, sonuçlarına Tablo 7'de yer verilmiştir.

**Tablo 7. ARMA(1,2)-GARH(1,2) Modeli için ARCH-LM Testi**

Heteroskedasticity (Değişen Varyanslılık) Test: ARCH			
F-istatistiği	0.073724	Olasılık - F(1,3055)	0.7860
Obs*R-Kare	0.07377	Olasılık Ki-Kare(1)	0.7859

Test sonucuna göre,  $H_0$  hipotezi kabul edilir. Yani modelde ARCH etkisi yoktur. Kurulan volatilité modelinin, ARCH etkisini yok etmekte yani modelin oynaklık kümelenmesini yakalamakta, başarılı olduğu söylenebilir.

ARMA(1,2) – GARCH(1,2) modelinin koşullu varyans serisi Döviz Kuru Belirsizliği (DKB) değişkenini oluşturmaktadır.

### Faiz Oranı Belirsizliği (FOB)

DKB değişkeni modellenirken uygulanan tüm adımlar bu defa FOB değişkeni için uygulanmıştır. Elde edilen bulgulara göre EKK yöntemi ile tahmin edilen en uygun ortalama denklemi ARMA(1,1) olarak seçilmiş olup söz konusu modele ilişkin sonuçlar Tablo 8'de verilmektedir.

**Tablo 8: TR2 için ARMA(1,1) Modeli Sonuçları**

Değişkenler	Katsayılar	Std. Hata	t-istatistiği	Olasılık
C	-0.018105	0.038332	-0.472308	0.6367
AR(1)	0.913829	0.038235	23.90019	0
MA(1)	-0.876169	0.045419	-19.29064	0
R-Kare	0.008931	Ortalamaya Bağlı Değişken	-0.01546	
Ayarlanmış R-Kare	0.008282	Standart Sapmaya Bağlı Değişken	1.477213	
Regresyonun Standart Hatası	1.471084	Akaike Bilgi Kriteri	3.610857	
Artık Kareler Toplamı	6609.124	Schwarz Kriteri	3.61677	
Log -Olasılık	-5516.195	Hannan-Quinn Kriteri	3.612982	
F-İstatistiği	13.76007	Durbin-Watson İstatistiği	1.985413	
Olasılık (F-İstatistiği)	0.000001			

ARMA(1,1) modeli için “değişen varyanslılık” testi yapılarak, modelde ARCH etkisinin varlığı araştırılmıştır. Bunun için kurulan " $H_0$ : ARCH etkisi yoktur" hipotezi sınanır.

**Tablo 5. ARMA(1,1) Modeli için Değişen Varyanslılık Testi**

Heteroskedasticity (Değişen Varyanslılık) Test: ARCH			
F-istatistiği	152.8705	Olasılık - F(1,3054)	0.0000
Obs*R-Kare	145.6786	Olasılık Ki-Kare(1)	0.0000

Test sonuçları da göstermektedir ki  $H_0$  hipotezi yüzde 5 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. Yani seride ARCH etkisi (değişen varyans sorunu) vardır.

Değişen varyansın varlığı sınıandıktan ve kabul edildikten sonra, koşullu varyansın modellenmesi aşamasına geçilmektedir. Buna göre ARMA(1,1) modelinden tahmin edilen en

iyi GARCH modeli GARCH(1,1) olarak belirlenmiş olup söz konusu modele ilişkin sonuçlar Tablo 9'da yer almaktadır.

**Tablo 9: Faiz Oranı Volatilite Modeli ARMA(1,1)-GARCH(1,1)**

Değişkenler	Katsayılar	Std. Hata	t-istatistiği	Olasılık
C	-0.059273	0.027824	-2.130309	0.0331
AR(1)	0.866846	0.055259	15.68707	0
MA(1)	-0.81426	0.064776	-12.57044	0
Varyans Denklemi				
C	0.036159	0.004301	8.406256	0
RESID(-1)^2	0.093726	0.006348	14.76481	0
GARCH(-1)	0.893066	0.00655	136.3357	0
R-Kare	0.00791	Ortalamaya Bağlı Değişken	-0.01546	
Ayarlanmış R-Kare	0.00726	Standart Sapmaya Bağlı Değişken	1.477213	
Regresyonun Standart Hatası	1.471841	Akaike Bilgi Kriteri	3.324562	
Artık Kareler Toplamı	6615.932	Schwarz Kriteri	3.336387	
Log -Olasılık	-5075.593	Hannan-Quinn Kriteri	3.328811	
Durbin-Watson istatistiği	2.013141			

Oluşturulan ARMA(1,1)-GARCH(1,1) modeline ARCH-LM testi uygulanmış olup, bu test ile " $H_0$ : ARCH etkisi yoktur" hipotezi test edilmiş ve sonuçları Tablo 10'da sunulmuştur.

**Tablo 10: ARMA(1,1)-GARH(1,1) Modeli için ARCH-LM Testi**

Heteroskedasticity (Değişen Varyanslılık) Test: ARCH			
F-istatistiği	0.001063	Olasılık - F(1,3054)	0.974
Obs*R-Kare	0.001064	Olasılık Ki-Kare(1)	0.974

Kurulan volatilité modelinin, ARCH etkisini yok etmekte yani modelin oynaklık kümelenmesini yakalamakta, başarılı olduğu söylenebilir.

ARMA(1,1) – GARCH(1,1) modelinin koşullu varyans serisi Faiz Oranı Belirsizliği (FOB) değişkenini oluşturmaktadır.

### Hisse Senedi Piyasası Belirsizliği (HSPB)

DKB ve FOB değişkenleri modellenirken uygulanan tüm adımlar bu defa HSPB değişkeni için uygulanmıştır. Ortalama modeli olarak ARMA(2,2) seçilmiştir. Modele ilişkin sonuçlar Tablo 11'de verilmektedir.

ARMA(2,2) modeli için "değişen varyanslılık" testi yapılarak ARCH etkisinin varlığı araştırılmıştır. Bunun için kurulan " $H_0$ : ARCH etkisi yoktur" hipotezi sınanır.

**Tablo 11. ARMA(2,2) Modeli için Değişen Varyanslılık Testi**

Heteroskedasticity (Değişen Varyanslılık) Test: ARCH			
F-istatistiği	39.53845	Olasılık - F(1,3053)	0.0000
Obs*R-Kare	39.05852	Olasılık Ki-Kare(1)	0.0000

**Tablo 12. BIST100 için ARMA(2,2) Modeli Sonuçları**

Değişkenler	Katsayılar	Std. Hata	t-istatistiği	Olasılık
C	0.038648	0.031246	1.236881	0.2162
AR(1)	1.237443	0.135372	9.141034	0
AR(2)	-0.758645	0.113645	-6.675551	0
MA(1)	-1.2205	0.134712	-9.060096	0
MA(2)	0.760139	0.111901	6.792971	0
R-Kare	0.004278	Ortalamaya Bağlı Değişken		0.037896
Ayarlanmış R-Kare	0.002973	Standart Sapmaya Bağlı Değişken		1.670772
Regresyonun Standart Hatası	1.668287	Akaike Bilgi Kriteri		3.863106
Artık Kareler Toplamı	8491.482	Schwarz Kriteri		3.872963
Log -Olasılık	-5897.826	Hannan-Quinn Kriteri		3.866648
F-İstatistiği	3.277406	Durbin-Watson İstatistiği		1.994083
Olasılık (F-İstatistiği)	0.010864			

Test sonuçları da göstermektedir ki  $H_0$  hipotezi yüzde 5 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. Yani seride ARCH etkisi (değişen varyans sorunu) vardır.

Değişen varyansın varlığı sınıandıktan ve kabul edildikten sonra koşullu varyansın modellenmesi aşamasına geçilmektedir. Buna göre ARMA(2,2) modelinden tahmin edilen en iyi GARCH modeli GARCH(1,1) olarak belirlenmiş olup söz konusu modele ilişkin konular Tablo 13'de yer almaktadır.

**Tablo 13: Faiz Oranı Volatilite Modeli ARAMA(1,1)-GARCH(1,1)**

Değişkenler	Katsayılar	Std. Hata	t-istatistiği	Olasılık
C	0.103067	0.026794	3.846653	0.0001
AR(1)	1.4712	0.047728	30.82483	0
AR(2)	-0.900828	0.03852	-23.38585	0
MA(1)	-1.462614	0.04682	-31.23899	0
MA(2)	0.903159	0.037364	24.17187	0
Varyans Denklemi				
C	0.116197	0.016477	7.051963	0
RESID(-1)^2	0.098563	0.007961	12.38006	0
GARCH(-1)	0.859905	0.011521	74.64104	0
R-Kare	0.002923	Ortalamaya Bağlı Değişken		0.037896
Ayarlanmış R-Kare	0.001615	Standart Sapmaya Bağlı Değişken		1.670772
Regresyonun Standart Hatası	1.669422	Akaike Bilgi Kriteri		3.713165
Artık Kareler Toplamı	8503.044	Schwarz Kriteri		3.728937
Log -Olasılık	-5665.716	Hannan-Quinn Kriteri		3.718832
Durbin-Watson İstatistiği	1.974942			

Oluşturulan ARMA(2,2)-GARCH(1,1) modeline ARCH-LM testi uygulanmış olup, bu test ile " $H_0$ : ARCH etkisi yoktur" hipotezi test edilmiş ve sonuçları Tablo 14'de sunulmuştur.

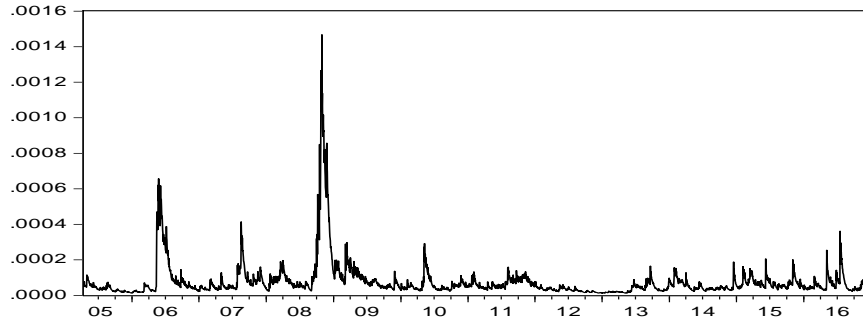
**Tablo 14: ARMA(1,1)-GARH(1,1) Modeli için ARCH-LM Testi**

Heteroskedasticity (Değişen Varyanslık) Test: ARCH			
F-istatistiği	0.034789	Olasılık - F(1,3053)	0.8521
Obs*R-Kare	0.034812	Olasılık Ki-Kare(1)	0.852

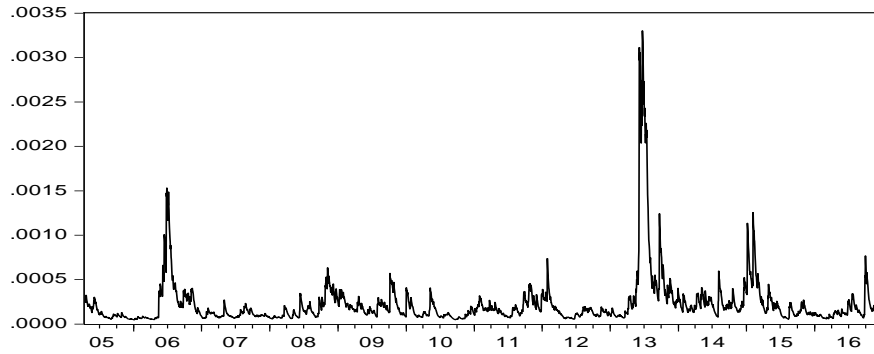
Kurulan volatilité modelinin, ARCH etkisini yok etmekte yani modelin oynaklık kümelenmesini yakalamakta, başarılı olduğu söylenebilir.

ARMA(2,2) – GARCH(1,1) modelinin koşullu varyans serisi Hisse Senedi Piyasası Belirsizliği (HSPB) değişkenini oluşturmaktadır. Oluşturulan her bir finansal değişkene ait belirsizlik serilerinin zaman yolu grafikleri Grafik 1, 2 ve 3 ile gösterilmektedir.

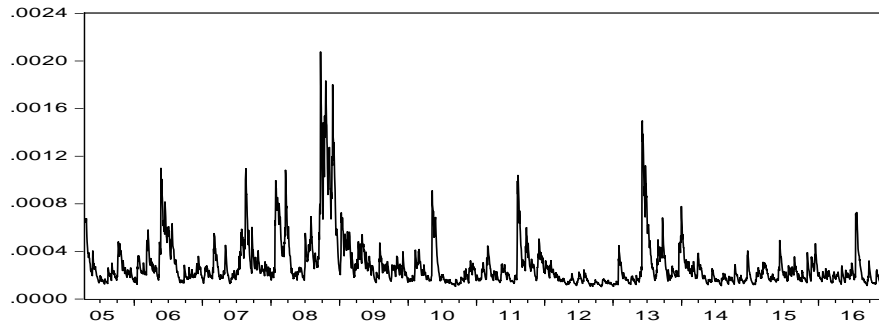
**Grafik 1. DKB**



**Grafik 2. FOB**



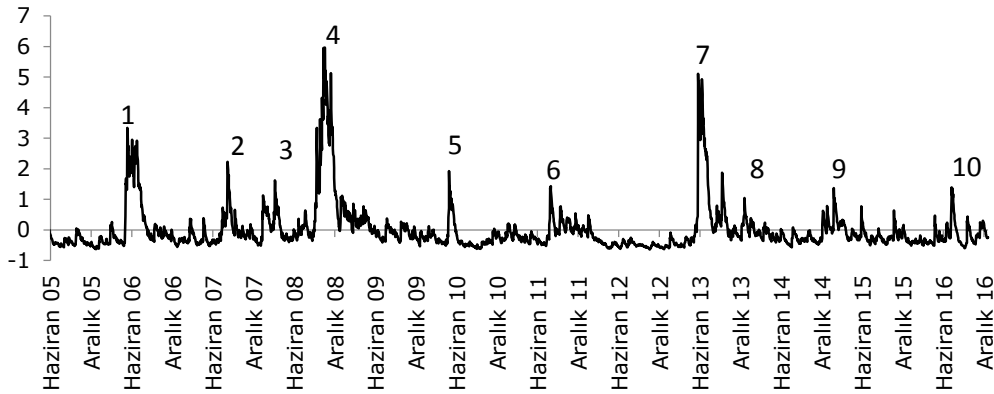
**Grafik 3. HSPB**



Grafik 1, 2 ve 3 de sırasıyla verilen DKB, FOB ve HSPB serileri incelendiğinde görülmektedir ki her bir seriye ilişkin belirsizlik göstergesi farklı dönemlerde sıçrama yapmaktadır. DKB göstergesi 2008-2009 küresel kriz döneminde sert sıçrama yaparken FOB göstergesinde aynı sıçramanın yaşanmadığı dikkat çekmektedir. Ancak tersi bir durum Haziran 2013 döneminde görülmektedir. Zira söz konusu dönemde küresel piyasalarda olduğu gibi Türkiye’de de Fed’in parasal genişleme adına devam ettirdiği varlık alımlarını azaltmaya başlayacağını duyurması faiz oranlarında bir belirsizlik yaşanmasına neden olmuştur. FOB göstergesinde yaşanan sıçramanın diğer göstergelere göre daha sert olması ise bu gelişmeden kaynaklanmaktadır.

Bu durum, her bir finansal göstergeye ait farklı belirsizlik dönemlerinin olduğunu ortaya koymaktadır. Bu çalışmada, söz konusu münferit göstergelerin bir araya getirilmesinden Türkiye’ye ait daha genel çaplı bir makroekonomik belirsizlik göstergesi oluşturulmasının yerinde olacağı düşünülmektedir. Münferit olarak oluşturulan volatilité serileri Atta-Mensah’ın yaklaşımında kullanılan, bu makalede de (1) numaralı formülle verilen, yöntemle bir araya getirilmiştir. Söz konusu bir araya getirme sonucu elde edilen MBE’ye ilişkin zaman yolu grafiği Grafik 4’de yer almaktadır.

**Grafik 4: MBE-Makroekonomik Belirsizlik Endeksi Zaman Yolu Grafiği**



Grafik 4’de yaşanan sıçrama dönemlerine ilişkin açıklamalara Tablo 15’de yer verilmiştir.

**Tablo 15: Endeksin Belirsizliğe İşaret Ettiği Tarihte Yaşanan Olaylar**

Tarih	Olay
1 Mayıs 2006	Danıştay saldırısı, gelişmekte olan ülkelere spekülâtif atak
2 Ağustos 2007	Cumhurbaşkanlığı seçimleri
3 Mart 2008	Küresel krizin Türkiye üzerinde etkilerini oluşturmaya başlaması, yurtiçinde dönemin iktidar partisi olan Adalet ve Kalkınma Partisi için kapatma davası ile yaşanan gelişmeler
4 Eylül 2008	2008-2009 küresel krizi ve krizin başlangıcı kabul edilen Lehman Brothers’ın batışı
5 Mayıs 2010	Küresel bazda Avrupa borç krizi ve Yunanistan resmi olarak yardım talep etmesi, yurtiçinde Grizu patlaması ve dönemin Cumhuriyet Halk Partisi genel başkanının istifası

6	Ağustos 2011	Avrupa borç krizi derinleşmiş, ABD borç tavanı sorunu
7	Haziran 2013	Dönemin Fed Başkanı Ben Bernanke'nin, Fed'in tahvil alım programını Mart 2014'e kadar bitirmiş olabileceğini duyurması ve aynı tarihte yurtiçinde "gezi parkı" olaylarının başlaması
8	Aralık 2013	Türkiye gündeminde anılan adıyla 17-25 Aralık olayları
9	Mayıs 2015	7 Haziran genel seçimleri öncesinde yaşanan belirsizlik
10	Temmuz 2016	Türkiye'nin tarihinde kara leke olarak anılacak olan başarısız darbe girişimi

## 6. Sonuç

Bu çalışmanın amacı makroekonomik belirsizliği ölçebilen bir endeks geliştirmektir. Tekil belirsizlik göstergeleri konusunda yapılan çalışmalar giderek artarken endeks bazında belirsizliği ölçen çalışmalar ise nispeten sınırlı sayıdadır. Özellikle Türkiye için bu sayı daha da sınırlı kalmaktadır. Belirsizlik endeksleri konusunda yapılan literatür araştırmaları göstermektedir ki farklı endeks oluşturma yöntemleri mevcuttur. Bu noktada yöntemlerden hangisi, hangi değişkenler yardımı ile kullanılmalıdır sorusuna cevap bulmak gerekmektedir. Bu çalışmada endeks geliştirme yöntemi olarak volatiliteden faydalanılmasına karar verilmiştir. Volatilitate modellemesinde ise son dönemde uygulanabilirliği ve uygulamadaki başarısı ile gündemde olan GARCH modelleri kullanılmıştır. Her bir finansal göstergenin volatilitenin o finansal piyasaya ilişkin belirsizliği yakaladığı düşünülerek, bu belirsizlik göstergelerinin birleşiminden Türkiye için daha genel bir belirsizlik göstergesine ulaşılması amaçlanmıştır. Söz konusu amaç doğrultusunda döviz kuru, faiz oranı ve hisse senedi piyasasına ilişkin volatiliteler hesaplanmıştır. Hesaplanan her bir volatilitate serisi, o değişkene ve dolayısıyla o finansal piyasaya ilişkin belirsizliği temsil etmektedir. Çalışmanın sonunda, oluşturulan üç adet finansal belirsizlik göstergesi eşit ağırlıklarla bir araya getirilerek Makroekonomik Belirsizlik Endeksi (MBE) oluşturulmuştur. Endeksin belirsiz dönemleri yakalama konusundaki başarısı, MBE'nin Mayıs 2005-Aralık 2016 periyodunda sert yükseliş gösterdiği dönemlerin kronolojik çerçevede, Türkiye'de yaşanan gelişmeler doğrultusunda verilmesi ile gösterilmiştir.

## Kaynakça

- Atta-Mensah J. (2004). Money Demand and Economic Uncertainty, Bank of Canada, Working Paper 2004-25.
- Baker S., Bloom N. ve Davis S.J. (2013). Measuring Economic Policy Uncertainty, Chicago Booth Research Paper.13-02.
- Bekoe W. ve Adom P, (2013). Macroeconomic Uncertainty and Private Investment in Ghana: An Empirical Investigation, International Journal of Economics and Financial Issues, 3, 276-293.
- Bollerslev T., (1986). Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity, Journal of Econometrics, 31, 307-327.
- Bozdoğan A. (2013). Economic Growth Under Uncertainty, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat (İng) A.B.D. Yüksek Lisans Tezi.
- Brooks C. (2008). Introductory Econometrics For Finance, Cambridge University Press.

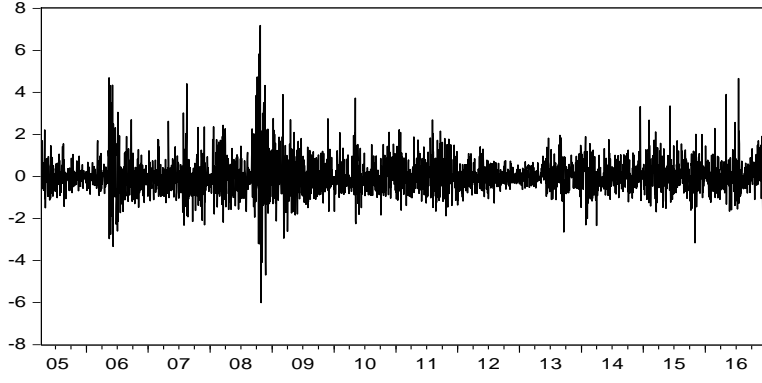
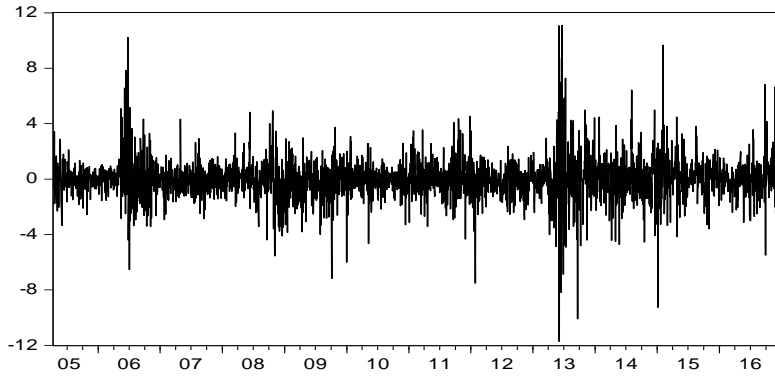
- Cariolle J. (2012). Measuring Macroeconomic Volatility: Applications to Export Revenue Data, 1970-2005, Fondation Pour Les Etudes Et Recherches Sur Le Developement International, Working Paper No.114.
- Çağlayan, E. (2009). Döviz Kuru Getiri Volatilitésinin Koşullu Değişen Varyans Modelleri ile Öngörüsü, *Ekonometri ve İstatistik e-Dergisi*, 9, 1-16.
- Dickey D.A. ve Fuller W.A. (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root, *Journal of the American Statistical Association*, 73, 427-431.
- Dutta A., Nikkinen J. ve Rothovius T. (2017). Impact of Oil Price Uncertainty on Middle East and African Stock Markets. *Energy*, 123, 189-197.
- Engle R. F. (1982). Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*, 50, s. 987–1007.
- Ermişoğlu E. ve Kanık B. (2013). Turkish Economic Policy Uncertainty Index, MPRA Paper 49920, University Library of Munich.
- Fuller W. A. (1976). Introduction to Statistical Time Series, Wiley Series in Probability and Statistics, New York.
- Binding G. ve Dibiasi A. (2017). Exchange Rate Uncertainty and Firm Investment Plans Evidence from Swiss Survey Data. KOF ETH Zurich Swiss Economic Institute, 1-27.
- Hentschel L. (1995). All in The Family Nesting Symmetric and Asymmetric GARCH Models, *Journal of Financial Economics*, 39, 71-104.
- Kadılar C. (2005). SPSS Uygulamalı Zaman Serileri Analizine Giriş, Hacettepe Üniversitesi İstatistik Bölümü.
- Lensink R, Bo H. ve Sterken E. (1999). Does Uncertainty Affect Economic Growth? An Empirical Analysis, *Weltwirtschaftliches Archiv* 135, 379-396.
- Marra S., (2015). Predicting Volatility. Investment Research. 23 Eylül 2017 tarihinde [http://www.lazardnet.com/docs/sp0/22430/predictingvolatility\\_lazardresearch.pdf](http://www.lazardnet.com/docs/sp0/22430/predictingvolatility_lazardresearch.pdf) adresinden erişildi.
- Hajilee M. ve Al Nasser O.M. (2017). Financial Depth and Exchange Rate Volatility: A Multicountry Analysis, *The American Economist*, 62, 19–30.
- Mohey-ud-din, G., ve Siddiqi, M. W. (2014). GDP Fluctuations and Private Investment: A Macro Panel Analysis of Selected South Asian Countries, *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences*, 8, 485-501.
- Özatay F. (2013). Parasal İktisat Kuram ve Politika. İstanbul: Eflatun.
- Poon S. ve Granger C.W.J. (2003). Forecasting Volatility in Financial Markets: A Review, *Journal of Economic Literature* 41, 478-539.
- Rich R., Song J. ve Tracy J. (2012). The Measurement and Behavior of Uncertainty: Evidence from the ECB Survey of Professional Forecasters. Federal Reserve Bank of New York. Staff Report No. 588.
- Rossi B., Sekhposyan T. ve Soupre M. (2016). Understanding the Source of Macroeconomic Uncertainty, Working Papers 920, Barcelona Graduate School of Economics.
- Verbeek M. (2004). A Guide to Modern Econometrics, John Wiley&Sons Inc..

Yalçın Y. (2008). Türkiye'deki Finansal Serilerin Oynaklık Yapısı. Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı, Doktora Tezi.

Yumrukuz Y. (2015). Comparing The Forecasting Performance of GARCH-Based Volatility Models for Some TL-Denominated Financial Assets, Galatasaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat A.B.D. Yüksek Lisans Tezi.

### **Ek 1: Bazı Merkez Bankaları Bünyesinde Yapılan Çalışmalar**

1. Federal Reserve Board, Washington-2016.
2. Chiara Scotti tarafından yapılan "Surprise and uncertainty indexes: Real-time aggregation of real-activity macro-surprises".
3. Federal Reserve Bank of New York-2012.
4. Rich R, Song J.ve Tracy J. tarafından yapılan "The Measurement and Behavior of Uncertainty: Evidence from the ECB Survey of Professional Forecasters".
5. Bank of Canada- 2004.
6. Atta-Mensah J. tarafından yapılan "Money Demand and Economic Uncertainty".
7. Reserve Bank of Australia-2016.
8. Moore A. tarafından yapılan "Measuring Economic Uncertainty and Its Effects".
9. Central Bank of Barbados-2010.
10. Jackman M. tarafından yapılan "Money Demand and Economic Uncertainty in Barbados".
11. Bank of England-2010.
12. Aikman D., Barrett P., Kapadia S., King M., Proudman J, Taylor T., Iain de Weymarn and Yates T. tarafından yapılan "Uncertainty in Macroeconomic Policy Making: Art or Science?"
13. Bank of Japan- 2005.
14. Kato R. ve Hisata Y. tarafından yapılan "Monetary Policy Uncertainty and Market Interest Rates".
15. Bank of England- 2017.
16. Redl C. tarafından yapılan "The impact of Uncertainty Shocks in The United Kingdom".

**Ek 2: Getiri Serileri Grafikleri****USD/TL Kuru Günlük Getiri Serisi****(USDTRY Serisi)****İki Yıl Vadeli Tahvil Faizinin Günlük Getiri Serisi****(TR2 Serisi)****BIST100 Endeksi Günlük Getiri Serisi****(BIST100 Serisi)**