

# Doğrusal Olmayan ve Fourier Temelli Birim Kök Testleriyle Dış Borçların Sürdürülebilirliği: MINT Ülkelerinden Ampirik Kanıtlar

Ali Çelik<sup>1</sup>

## Özet

Çalışmanın amacı Meksika, Endonezya, Nijerya ve Türkiye (MINT) ülkelerinin dış borçlarının sürdürülebilir olup olmadığını araştırmaktır. Bu amaç doğrultusunda dış borçları temsil eden dört farklı rasyo için 1970-2021 yılları arasındaki veriler ADF(1979), RALS-ADF (2014), Kruse (2011), Fourier ADF (2012), Fourier KSS (2012), Esnek Fourier (2012), Omay (2015) ve Giriş (2019) birim kök testleri tarafından sınanmaktadır. Analiz sonuçlarına göre, toplam dış borç ve kısa dönem dış borç stokları bütün ülkelerde sürdürülebilir olmadığı tespit edilmektedir. Öte yandan, Türkiye ve Nijerya'nın uzun dönem dış borç stokları ve dış borç stokunun toplam rezervler içindeki payının sürdürülebilir olduğu görülmektedir. Özellikle Fourier KSS (2012) birim kök testi sonuçları ise tüm ülkeler için dış borç stokunun toplam rezervler içindeki payının sürdürülebilir olduğunu göstermektedir. Giriş (2019) birim kök testi de aynı seri için Endonezya dışında benzer bir sonuç üretmektedir.

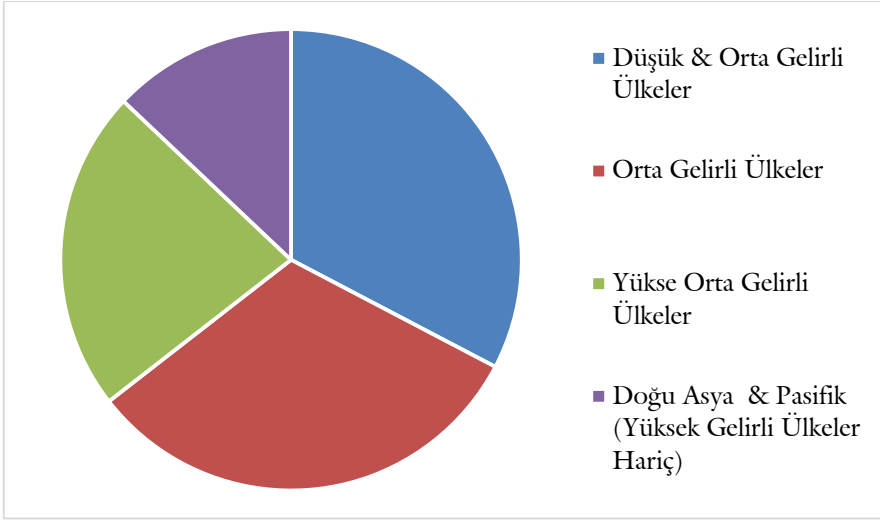
## Giriş

Dünya çapındaki yüksek borçluluk oranları ve yaşanan borçluluk krizleri, dış borçların sürdürülebilirliği konusunu yakıcı bir tartışma ve araştırma konusu haline getirmektedir. Günümüzde, gelişmekte olan ülkelerin neredeyse tamamı, sermaye birikimlerinin yetersiz olması ve tasarruf açıkları nedeniyle yatırımlarının finansmanında güçlüklerle karşılaşmaktadır. Aynı zamanda ekonomik yapılarından kaynaklanan cari işlemler ve bütçe açıklardan dolayı yeni finansman kaynaklarına ihtiyaçları söz konusudur. Bahsedilen özellikleri itibariyle ilgili ülkeler finansman gereksinimlerini uluslararası sermaye hareketlerinden ya da dış borçlanma gibi sınır ötesi kaynaklardan sağlamaktadır. Bu nedenle gelişmekte olan ülkelerin önemli bir çoğunluğu dış borç sorunuyla karşı karşıyadır. Dünya genelinde dış borçlanma her geçen gün hızla artmaktadır. Dış borçluluğun artan seyri gelişmekte olan ülkeler kadar

1 İstanbul Gelişim Üniversitesi, [alcelik@gelisim.edu.tr](mailto:alcelik@gelisim.edu.tr), Orcid: 0000-0003-3794-7786

gelişmiş ülkeleri de yakından ilgilendiren bir meseledir. 2022 yılının ilk üç çeyreği incelendiğinde dünya genelinde ABD, İngiltere, Fransa, Almanya ve Japonya gibi gelişmiş ülkelerin toplam borç stoku açısından ön sıralarda yer aldığı görülmektedir (World Bank, 2022). Ancak gelişmiş ülkelerin sahip olduğu dış borçların gelişmekte olan ülkelerin kadar sorun teşkil etmeyeceği söylenebilir. Zira gelişmiş ülkeler güçlü ekonomik ve kurumsal yapıları ile birlikte sahip oldukları kaynak avantajı sayesinde borçlarını çevirebilecek kudret ve potansiyele sahiptir. Ülkelerin gelir gruplarına göre toplam dış borç stokları ise Grafik 1’de sunulmaktadır.

**Grafik 1: Gelir Gruplarına Göre Ülkelerin Dış Borç Stokları Düzeyi**



**Not.** World Bank (Dünya Bankası, 2022)

Grafik 1’de görüldüğü üzere, Düşük ve Orta Gelirli ülkelerin toplam dış borç stokları payı diğer ülke gruplarına kıyasla daha yüksektir. Söz konusu ülke grubunu Orta Gelirli ülkeler takip etmektedir. En az paya sahip grupta ise yüksek gelirli ülkeler hariç Doğu Asya ve Pasifik ülkeleri bulunmaktadır. Dikkat edilirse sermaye birikimleri yetersiz olan ülke gruplarının dış finansman kaynaklarına bağımlılıkları ileri seviyededir.

Bu bağlamda çalışmanın amacı 1970-2021 dönemini kapsayan yıllık verilerle MINT ülkelerinin dış borçlarının sürdürülebilir olup olmadığını incelemektir. Çalışmada dış borçların sürdürülebilirlik düzeyi; dış borç stoğunun GSYİH’deki payı, uzun dönem dış borç stoğunun GSYİH’deki payı, kısa dönem dış borç stoğunun GSYİH’deki payı, toplam rezervler içerisinde dış borçların payı biçimindeki rasyoları kullanarak test edilmektedir. Çalışma-

nın özgünlüğünü, dış borç rasyolarının RALS-ADF (2014), Kruse (2011), Fourier ADF (2012), Fourier KSS (2012), Esnek Fourier (2012), Omay (2015) ve Güriş (2019) gibi güncel birim kök testleri referans alınarak incelenmesi sağlamaktadır. Çalışmada giriş bölümünün ardından ilk olarak literatür araştırmasına odaklanılmakta, izleyen bölümde ise kullanılan birim kök testlerinin metodolojik temeli ele alınmaktadır. Veri seti ve analiz bulgularının verilmesinin ardından sonuç ve değerlendirme bölümüyle çalışma sonlanmaktadır.

## 1. Literatür Araştırması

Özellikle sermaye birikimi yetersiz olan tasarruf açığı bulunan ülkelerin finansman ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla başvurdukları kaynaklardan biri dış borçlardır. Dış borçların varlığı, ekonomik büyüklük içindeki ağırlıkları, hangi ölçüde çevrilebilir oldukları ve borçların ödeme zamanları (kısa veya uzun dönemli oluşları) ülkelerin ekonomik yapı ve istikrar hedefleri için önem arz etmektedir. Dış borçların sürdürülebilirlik düzeyinin tespiti kadar makroekonomik göstergeler üzerindeki etkisi ayrıca inceleme konusu olmaktadır. Böylece öncelikle dış borç ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ele alan çalışmalar üzerine durulmaktadır. Daha sonra dış borçların sürdürülebilirliğine ilişkin yapılmış ulusal ve uluslararası düzeydeki çalışmalara odaklanılmaktadır.

Were (2001) Kenya için yaptığı çalışmada 1970-95 dönemini kapsayan verilerden faydalanarak zaman serisi analizi gerçekleştirmiştir. Dış borç birikiminin ekonomik büyüme ve özel yatırımlar üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olduğunu tespit etmiştir. Kasidi ve Said (2013) Tanzanya için 1990-2010 dönemi verilerden yararlanarak dış borç ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin düzeyini incelemiştir. Analiz bulguları, dış borç ve dış borç servis oranının GSYİH büyümesi üzerinde önemli bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Toplam dış borç stokunun pozitif etkisi yaklaşık 0,36939 ve dış borç servis oranının negatif etkisi yaklaşık 28,517 olarak tespit edilmiştir. Eşbütünleşme testi sonuçları ise dış borçlar ile ekonomik büyüme arasında herhangi bir ilişkinin olmadığını kanıtlamıştır. Adamu ve Rasiah (2016) farklı bir bakış açısıyla Nijerya için 1970-2013 dönemi verilerini kullanarak dış borçların ekonomik büyüme üzerindeki dinamik etkilerini araştırmıştır. Ampirik analiz, Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif (ARDL) sınır testine dayandırılmıştır. Analiz sonuçları, değişkenler arasında uzun dönemli bir eşbütünleşme ilişkisinin varlığına işaret etmiştir. Ayrıca dış borç uzun vadede ekonomik büyüme üzerinde %0,069 oranında olumsuz etki yapmışken, dış borç sürdürülebilirlik endeksi uzun ve kısa vadede büyüme üzerinde sırasıyla

%0,072 ve %0,024 oranında pozitif etki yaptığı ortaya konmuştur. Ijirsh vd. (2016) Nijerya için benzer bir araştırmayı 1981-2014 dönemi kapsayan veriler yardımıyla incelemiştir. Analiz bulguları, dış borç ile ekonomik arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin varlığına işaret etmiştir. Aynı zamanda dış borç stokunun Nijerya'nın ekonomik büyümesi üzerindeki etkisi pozitif yönlüken, dış borç servis oranının etkisinin negatif yönlü olduğu görülmüştür. İncelenen ampirik çalışmaların bir kısmı dış borç stokunun ekonomik büyüme rakamlarını olumlu etkilediği sonucuna ulaşmışken, birtakım bilimsel çalışmalarda ise zıt yönlü ilişkinin ortaya çıktığı tespit edilmiştir (Malik vd., 2010; Ajayi ve Oke, 2012; Shabbir, 2013; Didia ve Ayokunle, 2019; Awan ve Qasim, 2020; Silva, 2020).

FG (2001) Brezilya için 1969-2000 dönemini zaman serisi analizi yoluyla incelemiştir. Eşbütünleşme testleri, farklı dönemler için üç model ve çeşitli değişkenler kullanarak, dış borcun ve cari işlemler açığının uzun vadede sürdürülebilir olmadığını ispatlamıştır. Llorca (2017) Asya'daki 24 gelişmekte olan ülke için 1993-2014 dönemini kapsayan veriler kullanarak dış borçların sürdürülebilirliğini panel birim kök ve eşbütünleşme testleri yardımıyla araştırmıştır. Birinci ve ikinci kuşak panel zaman serisi testlerinden yararlanılarak elde edilen sonuçlarda söz konusu ülkeler için dış borçların uzun dönemde sürdürülebilir olduğuna ulaşılmıştır. Dinamik stokastik genel denge analizi ile Ganbayar (2021) Moğolistan için dış borcun sürdürülebilirliğini incelemiştir. Etki-tepki fonksiyonları sonuçları Moğolistan'da ticarete konu olan sektördeki verimlilik, emtia fiyat ve madencilik üretim ve yabancı para faiz oranı şokunun Moğolistan'da dış borç birikimini azaltıcı bir etkiye sahip olduğunu, buna karşın ticarete konu olmayan sektördeki verimlilik şokunun, hane halkı tercihi ve hükümet harcama şokunun ise dış borç üzerinde artan bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Omotor (2021) ise çalışmasında Batı Afrika ülkelerinde 2010-2017 dönemi için dış borçların sürdürülebilirliğini araştırmıştır. Elde edilen sonuçlara göre ECOWAS ülkelerinin önemli bir çoğunluğunun sürdürülebilir bir dış borç patikasına sahip olmadığı tespit edilmiştir. ARIMA modeli kullanarak önceki yöntemlerden farklı olarak Abd (2022) Mısır'ın dış borç sürdürülebilirliğini 2021-2030 dönemi için değerlendirmiştir. Bu dönemde dış borcun GSYİH içindeki payı, 2030 yılında GSYİH'nin %35,8'ini aşmamasından dolayı herhangi bir sorun teşkil etmeyeceği öngörülmüştür. Dış borcun GSYİH ve kamu gelirleri içindeki payı 2030'da sırasıyla %3,37 ve %13,7 oranlarında olacağı tahmin edilmiştir. Ancak esas sorunun dış borçların Mısır'ın ihracatı içindeki payının %20 0'ün üzerine çıkması neden olacağı ileri sürülmüştür.

Dış borçların sürdürülebilirliğine ilişkin uluslararası literatürdeki bazı araştırmalar tartışıldıktan sonra konuyla bağlantılı ulusal literatürdeki araştırmalar ele alınmıştır. Bu doğrultuda Çukurçayır (2014) Türkiye için 1980-2010 dönemini kapsayan veriler yardımıyla dış borçların sürdürülebilirliğini analiz etmiştir. Yararlanılan eşbütünleşme analizi neticesinde Türkiye ekonomisinin dış borç geri ödeme kabiliyetine sahip olduğu tespit edilmiştir. Başka bir ifadeyle, söz konusu dönem için dış borçlar sürdürülebilir düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Doğrusal ve doğrusal olmayan birim kök testlerini kullanarak Türkiye için dış borçların sürdürülebilirliğini test etmiş olan Yalçınkaya (2019), 1970-2018 yılları arasında dış borçların sürdürülebilir olmadığını ortaya koymuştur. Akçay ve Çelik (2020) 1980-2017 dönemi için dış borç düzeyini temsil eden farklı değişkenler yoluyla ECOWAS ülkelerinde dış borçların sürdürülebilirliğini araştırmıştır. Dış borçların ihracat rakamlarına oranlanarak ulaşılan serilerin yapısal kırılmasız ve yapısal kırılmalı testlere göre düzey değerlerinde durağan olmadığı yani birim köklü forma sahip olduğu saptanmıştır. Bu sonuç ele alına 12 ECOWAS ülkesinde dış borçların sürdürülebilir olmadığına işaret etmiştir. Panel birim kök testi sonuçları da bu sonuçlar ile tutarlıdır. Analizini farklı ülke birimleri çerçevesinde yapmış olan Konat (2021) doğrusal olmayan panel birim kök testi aracılığıyla Türkiye Cumhuriyet'lerde dış borçların sürdürülebilir olup olmadığını araştırmıştır. 1996-2019 dönemi için analiz bulguları dış borçların büyüme rakamlarına oranlanması hesaplanan serinin Türkiye Cumhuriyet'lerde düzeyde durağan olduğu saptanmıştır. Daha açık bir ifadeyle, doğrusal olmayan panel birim kök testi sonuçları Türkiye Cumhuriyet'lerde dış borçların sürdürülebilir düzeyde olduğunu göstermiştir. Gümüş (2022) Türkiye için dış borçların sürdürülebilirliğini beş farklı birim kök testi (ADF, DF-GLS, PP, KPSS, ERS) yardımıyla çeşitli dış borç rasyolarıyla birlikte sınamıştır. Bu rasyolar, toplam dış borç/GSYH rasyosu, toplam dış borç/ihracat rasyosu, dış borç servisi/ihracat rasyosu, faiz servisi/ihracat rasyosu, toplam dış borç/toplam döviz geliri rasyosu şeklinde ifade edilmiştir. Analiz bulgularına göre Türkiye'nin dış borç rasyolarının bir kısmının (dış borç servisi/ihracat rasyosu, faiz servisi/ihracat rasyosu, toplam dış borç/toplam döviz geliri rasyosu) sürdürülebilir, diğer değişkenlerin (toplam dış borç/GSYH rasyosu ve toplam dış borç/ihracat rasyosu) ise sürdürülebilir düzeyde olmadığı tespit edilmiştir.

## 2. Ampirik Yöntem

Zaman içerisinde paket programlarındaki gelişmelerin de katkısıyla birim kök testlerinde kayda değer ilerlemeler meydana gelmiştir. Bilindiği üzere, genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) gibi geleneksel birim kök testlerinin nispeten zayıf yanlarının olduğu söylenebilir. Bu bakımdan çalışmada daha

güçlü yanları olan birim kök testlerine odaklanılmaktadır. Öncelikle hataların normal dağılmadığı durumdaki bilginin kullanımına imkân veren birim kök testlerinden RALS-ADF birim kök testi ele alınmaktadır. Söz konusu birim kök testinin test istatistiği aşağıdaki gibi modellenmektedir (Meng vd., 2014: 321-322):

$$\Delta y_t = \alpha_1 + \beta y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \delta_j \Delta y_{t-j} + \widehat{w}'_t \gamma + v_t, \quad t = 1, 2, \dots, T. \quad (1)$$

1'nolu denklemdeki  $\widehat{w}$  genişletilmiş Dickey-Fuller (DF) regresyonunu simgelemektedir.  $\widehat{w}$  genişletilmiş Dickey-Fuller regresyonundan elde edilen kalıntıların bir fonksiyonu olduğu için kalıntılarla genişletilmiş regresyon (RALS) biçiminde tanımlanmaktadır.

$$\hat{p}^2 = \frac{\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}^2}, \quad (2)$$

2'nolu denklemdeki  $\hat{\sigma}^2$  standart ADF regresyonunun hata varyansının tahmin değerlerini,  $\hat{\sigma}_A^2$  ise RALS regresyonunun hata varyansının tahmin değerlerini göstermektedir. RALS-ADF birim kök testinin temel hipotezi ( $H_0: \beta = 0$ ) serinin birim köklü olduğunu, alternatif hipotez ( $H_1: \beta < 1$ ) ise serinin birim köklü bir yapıya sahip olmadığını göstermektedir. Ekonomik değişkenlerin önemli birçoğunun doğrusal olmayan forma sahip olması durumu geleneksel testlerde göz ardı edilmektedir. Bundan ötürü bu çalışmada doğrusal olmayan birim kök testlerinden üstel yumuşak geçişli otoresgresif model (ESTAR) temeline dayanan Kruse (2011) testinden faydalanılmaktadır. ESTAR süreci şu şekilde formüle edilmektedir:

$$\Delta y_t = \alpha y_{t-1} + \phi y_{t-1} (1 - \exp\{-\gamma(y_{t-1} - c)^2\}) + \varepsilon_t \quad (3)$$

$\varepsilon_t \sim iid(0, \sigma^2)$ , “ $\gamma$ ” yumuşatma parametresini tanımlar.  $\gamma$  sıfıra eşitlendiğinde, ESTAR modeli yerini doğrusal AR(1) modeline bırakır. Modelde  $c$  eşik değeri simgelemektedir. Kapetanios vd. (2003)  $\alpha$ 'nın sıfıra eşit olması durumu için ESTAR modelini aşağıdaki gibi ifade etmektedir:

$$\Delta y_t = \phi y_{t-1} (1 - \exp\{-\gamma(y_{t-1} - c)^2\}) + \varepsilon_t \quad (4)$$

$\phi$  parametresi -2 ile 0 aralığında yer aldığı anda lokal olarak durağanlığı göstermemesine rağmen global olarak durağanlıktan söz edilebilir. Çünkü  $y_{t-1} = c$  olduğunda seri lokal olarak kısmi birim kök içermektedir. İlaveten,  $\phi = 0$ 'a eşit olduğu durumda rassal yürüyüş modeli başarılı bir şekilde gerçekleşir. Bunun anlamı, birim kök hipotezi için doğrudan bir testin mümkün olmadığını göstermektedir. Zira,  $H_0: \gamma = 0$  hipotezi test edildiğinde  $\phi$  parametresi tanımlanamaktadır. Bu bağlamda temel hipotez

altında sorun teşkil edebilecek parametrelerden kaçınmak için yumuşak geçiş fonksiyonu için Taylor yaklaşımına başvurulmaktadır. Kapetanios vd. (2003) tarafından modele entegre edilen bu yaklaşım aynı zamanda Kruse (2011) doğrusal olmayan birim kök testinin de temelini oluşturmaktadır. Birinci dereceden Taylor yaklaşımı uygulanması, aşağıdaki yardımcı regresyonu ortaya çıkarmaktadır:

$$\Delta y_t = \beta_1 y_{t-1}^3 + u_t \quad (5)$$

Buradaki kübik terim ( $y_{t-1}^3$ ) ESTAR doğrusal olmama durumuna yaklaşım sergiler. Yazarlar, global olarak durağan ESTAR'a ( $H_1: \beta_1 < 1$ ) karşı birim kök hipotezi ( $H_0: \beta_1 = 0$ ) için t testi önermektedir. Yukarıda verilen yardımcı regresyon vesilesiyle serinin birim köklü olup olmadığı sınanmaktadır. KSS (Kapetanios, Shin, Snell) olarak adlandırılan Dickey-Fuller tipi t testinin hesaplanması aşağıdaki gibidir (Kruse, 2011: 3):

$$KSS = \frac{\hat{\beta}_1}{\sqrt{\hat{var}(\hat{\beta}_1)}} = \frac{\sum_{t=1}^T y_{t-1}^3 \Delta y_t}{\sqrt{\hat{\sigma}^2 \sum_{t=1}^T y_{t-1}^6}} \quad (6)$$

KSS istatistiğinin sınırlandırılmış dağılımı ise aşağıdaki gibi verilmektedir:

$$KSS \Rightarrow \frac{\frac{1}{4}W(1)^4 - \frac{3}{2}\int_0^1 W(r)^2 dr}{(\int_0^1 W(r)^6)^{1/2}} \quad (7)$$

Deterministik terimle ilgili olarak ise, verinin ortalamadan ve trendden arındırılmış biçimi önerilmektedir. Diğer taraftan, serilerdeki yapısal kırılmaları trigonometrik terimlerle modelleyen güncel birim kök testlerinden sayılabilecek Christopoulos ve Leon Ledesman (2010) tarafından geliştirilen Fourier ADF testine geçilmiştir. Fourier ADF test istatistiği aşağıdaki gibidir (Christopoulos ve Leon-Ledesman, 2010: 1081):

$$y_t = \delta_0 + \delta_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \delta_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + v_t \quad (8)$$

Burada k Fourier fonksiyonunun frekans sayısını, t trendi, T ise gözlem sayısını simgelemektedir. Testin temel hipotezi  $H_0: v_t = \mu_t$ ,  $\mu_t = \mu_{t-1} + h_t$ , sıfır ortalamalı durağan bir süreç olduğu varsayılır. Test istatistiği üç aşamalı olarak hesaplanır;

İlk aşamada uygun  $k^*$  frekansı tespit edilmektedir. Böylece yukarıdaki modeldeki doğrusal olmayan deterministik bileşen 1 ile 5 arasındaki k değerleri arasından optimal  $k^*$ 'nın seçimi, en küçük kareler tahmincisi (EKK)

yoluyla kalıntılı kareler toplamını minimize edecek değer olacak şekilde tespit edilecektir.

$$\hat{v}_t = y_t - \left[ \hat{\delta}_0 + \hat{\delta}_1 \sin\left(\frac{2\pi k^* t}{T}\right) + \hat{\delta}_2 \sin\left(\frac{2\pi k^* t}{T}\right) \right] \quad (9)$$

İkinci aşamada birim kök için birinci aşamadaki EKK kalıntıları sınanmaktadır. Aşağıdaki doğrusal ve doğrusal olmayan yapıya sahip üç ayrı model önerilmektedir:

$$\Delta v_t = \alpha_1 v_{t-1} + \sum_{j=1}^p \beta_j \Delta v_{t-j} + u_t \quad (10)$$

$$\Delta v_t = \rho v_{t-1} (1 - \exp(-\theta \Delta v_{t-i}^2)) + \sum_{j=1}^p \alpha_j \Delta v_{t-j} + u_t \quad (11)$$

$$\Delta v_t = \lambda v_{t-1}^3 + \sum_{j=1}^p \beta_j \Delta v_{t-j} + u_t \quad (12)$$

Burada  $\theta > 0$ 'dır ve  $u_t$  hata terimini göstermektedir. Eğer ikinci aşamada birim kökün varlığını ifade eden temel hipotez reddedilirse yani seri durağan ise üçüncü aşamaya geçilir. Üçüncü aşamada Fourier terimlerinin anlamlılıkları F-testi  $\hat{F}_\mu(\hat{k})$  kullanılarak  $H_0: \delta_{11} = \delta_2 = 0$  temel hipotezi;  $H_1: \delta_{11} = \delta_2 \neq 0$  alternatif hipotezine karşı sınanmaktadır. Eğer temel hipotez reddedilirse serinin kırılğan deterministik fonksiyon etrafında durağan olduğu sonucuna ulaşılır (Christopoulos ve Leon Ledesman, 2010; 1081). Model 10 doğrusal ADF modelini gösterirken; Model 11 ve Model 12 sırasıyla Kılıç ve de Jong (2006) ile Kapetanios vd. (2003) tarafından önerilerin ESTAR temelli doğrusal olmayan modelleri belirtmektedir. Bu çerçevede Fourier KSS modeli olarak Model 12 referans alınmaktadır.

Bir diğer birim kök testi Enders ve Lee (2012) tarafından geliştirilen Esnek Fourier birim kök testidir. Enders ve Lee (2012) Dickey-Fuller (1979) tipi regresyon modeline dayanan deterministik trendin de Fourier fonksiyonlarıyla modellendiği bir birim kök testi ileri sürmektedir. Önerilen testin, Fourier LM ve DF-GLS birim kök testlerinin tamamlayıcı olabileceği kabul edilmektedir.

$$y_t = \alpha(t) + \rho y_{t-1} + \gamma t + \varepsilon_t \quad (13)$$

Denklem Dickey-Fuller (1979)'ın serideki doğrusal birim köklü yapının sınanması süreci için önerdiği regresyon modelidir. Denklemdaki bilinme-



yen parametre  $\alpha(t)$ ,  $\rho = 1$  olduğu herhangi bir test için problem yaratacaktır. Bu nedenle  $\alpha(t)$ 'nin bilinmeyen fonksiyonel formunun tahmini için Fourier açılımından yararlanılmaktadır:

$$\alpha(t) = \alpha_0 + \sum_{k=1}^n \alpha_k \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \sum_{k=1}^n \beta_k \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right); \quad n \leq \frac{T}{2} \quad (14)$$

Burada T gözlem sayısını, n tahmindeki frekans sayısını, k kısmi frekans sayısını temsil etmektedir. Eğer  $\alpha_1 = \beta_1 = \dots = \alpha_n = \beta_n = 0$  olursa, test süreci doğrusal ve geleneksel birim kök test yöntemlerinden yararlanmak uygun olmaktadır. Ancak yapısal kırılmanın varlığının Fourier fonksiyonlarıyla modellendiği test regresyonu aşağıdaki gibidir (Enders ve Lee, 2012: 197):

$$\Delta y_t = \rho y_{t-1} + c_1 + c_2 t + c_3 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + c_4 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + e_t \quad (15)$$

$\tau_{DF,t}$ ,  $H_0: \rho=0$  temel hipotezi için t-istatistiğini ifade etmektedir. Testin ilk aşaması  $1 \leq k \leq 5$  aralığında olmak üzere uygun k seçimidir. İkinci aşamada doğrusal olmama durumu araştırılır. Bunun için,  $c_3 = c_4 = 0$  koşulundaki standart F testi uygulanmaktadır. Elde edilen F test istatistikleri kritik değerden küçükse, doğrusal trendin varlığını ifade eden temel hipotez reddedilemez. Bu koşul altında, standart doğrusal DF birim kök testinin kullanımını önerilmektedir.

Omay (2015) esnek Fourier birim kök testi başta olmak üzere daha önce geliştirilen Fourier temelli birim kök testleri k frekans sayısının niteliği açısından eleştirmiştir. Zira daha önceki Fourier temelli birim kök testlerinde k frekans sayısı tam sayı olarak ele alınmaktadır. Fakat Omay (2015)'in önerisi k frekans sayısının kesirli sayı olabileceği üzerinedir. Buradan hareketle Kesirli Esnek Fourier birim kök testini ileri sürmektedir. Omay (2015) DF tipi test regresyonunu aşağıdaki gibi sunmaktadır:

$$\Delta y_t = \rho y_{t-1} + c_1 + c_2 t + c_3 \sin\left(\frac{2\pi k^{fr} t}{T}\right) + c_4 \cos\left(\frac{2\pi k^{fr} t}{T}\right) + e_t \quad (16)$$

Burada  $\pi = 3,14$ , T gözlem sayısı, t trendi,  $k^{fr}$  ise kesirli frekans sayısını simgelemektedir.  $k^{fr}$ 'nin kesirli olarak alabileceği muhtemel değer aralığı  $0.1 \leq k^{fr} \leq k_{max}^{fr}$  şeklindedir.  $k_{max}^{fr}$ 'ın ise "2" olması önerilmektedir. Bu çalışmada ele alınan son birim kök testi Güriş (2019) tarafından geliştirilen Fourier Kruse birim kök testidir. Güriş (2019) geliştirdiği birim kök testinde Christopoulos ve León – Ledesma (2010) önerdiği birim kök testini referans alarak yapısal kırılmayı ve doğrusal dışılığı birlikte ele alıp modelle-

mektedir. Bu doğrultuda deterministik bileşendeki yapısal kırılmalar Fourier fonksiyonları ile doğrusal dışılık ise Kruse (2011)'un öne sürdüğü ESTAR fonksiyonlarından yararlanılarak oluşturulmaktadır. Fourier Kruse birim kök testindeki k frekans sayısının Omay (2015) önerisinin aksine tam sayı olarak ( $k=1, 2, 3, 4, 5$ ) ele alındığı belirtilmelidir.

## 2. Veri Seti ve Ampirik Bulgular

Bu çalışmada güncel birim kök testlerinden yararlanarak MINT ülkelerinde 1970-2021 dönemini kapsayan yıllık veriler çerçevesinde dış borçların sürdürülebilir olup olmadığı sınanmaktadır. Zaman içerisinde önemli ölçüde gelişen ve birbirleriyle kıyaslandığında farklı üstünlüklere sahip olan birim kök testleri yoluyla dış borç stoku değişkeni dört farklı rasyo ile incelenmektedir. Analiz sürecinde geleneksel birim kök testlerinden yalnızca ADF(1979) kullanılmakta, diğer taraftan faydalanan güncel birim kök testleri ise RALS-ADF (2014), Kruse (2011), Fourier ADF (2012), Fourier KSS (2012), Esnek Fourier (2012), Omay (2015) ve Güriş (2019) şeklindedir. Birim kök testleri arasında üstünlüğü bakımından özellikle doğrusal olmama koşulunu sağlayan ve Fourier kırılmalı birim kök testleri ön planda tutulmaktadır.

**Tablo 1: Değişkenlerin Tanımlanması**

Değişkenler	Veri Aralığı	Veri Kaynağı	Veri Cinsi
Dış borç stoğunun GSYİH'deki payı	1970-2021	Dünya Bankası	Oran
Uzun dönem dış borç stoğunun GSYİH'deki payı	1970-2021	Dünya Bankası	Oran
Kısa dönem dış borç stoğunun GSYİH'deki payı	1970-2021	Dünya Bankası	Oran
Toplam rezervler içerisinde dış borcun payı	1970-2021	Dünya Bankası	Yüzde

**Not.** Amerikan Doları cinsinden ele alınan dış borç stoku değerleri Amerika Doları cinsinden Reel GSYİH (2015 baz yılıdır) değerlerine oranlanmıştır. Ayrıca Nijerya için tespit edilen kısa dönem dış borç stoku değerleri 1970-2004 veri aralığındadır. Onun dışındaki veriler tablodaki gibi derlenmiştir. Değişkenlerin grafiksel gösterimi Ekler'de sunulmaktadır.

Tablo 1'de çalışmada kullanılan değişkenlerle ilgili detaylar sunulmaktadır. Bu değişkenler MINT ülkelerinin her biri için özel olarak incelenmek-

tedir. Tablo 2’de MINT ülkeleri için toplam dış borç stokunun GSYİH’deki payının birim kök test sonuçları verilmektedir.

**Tablo 2: MINT Ülkeleri İçin Toplam Dış Borç Stokunun GSYİH’deki Payının Birim Kök Testi Sonuçları**

Testler Ülkeler	ADF (1979)	RALS- ADF (2014)	Kruse (2011)	Fourier ADF (2012)	Fourier KSS (2012)	Esnek Fourier (2012)	Omay (2015)	Güriş (2019)
Meksika	-1.24 (0)	-1.28 (0)	2.93	-2.86	-2.43	-2.73	-1.95	5.82
Endonezya	-1.73 (0)	-1.92 (0)	5.27	-2.35	-2.06	-2.14	-2.03	4.18
Nijerya	-1.77 (1)	-1.70 (0)	1.90	-0.52	0.27	-0.35	-1.36	1.76
Türkiye	-1.15 (1)	-0.40 (0)	9.05	-1.25	-1.61	-0.72	-1.15	3.05

**Not.** Birim kök analizleri Nijerya için sabitli, Meksika, Endonezya ve Türkiye için sabitli ve trendli yapı göz önünde bulundurularak uygulanmıştır. ADF testinin kritik değerleri sabitli modelde -3.56 (%1), -2.92 (%5), -2.59 (%10) iken, sabit ve trendli modelde -4.14 (%1), -3.50 (%5), -3.17 (%10) şeklindedir. RALS-ADF kritik değerleri farklı  $\rho^2$ ler için Lm vd. (2014: 341) makalesi referans alınarak yorumlanmıştır. Kruse (2011) doğrusal olmayan birim kök testinin kritik değerleri Nijerya için 13.75 (%1), 10.17 (%5), 8.60 (%10) iken, diğer ülkeler için 17.10 (%1), 12.82 (%5), 11.10 (%10) biçimindedir. Fourier ADF ve Fourier KSS testlerinin kritik değerleri için Christopoulos ve Ledesma (2010: 1083-1084) makalesi temel alınmıştır. Öte yandan Esnek Fourier birim kök testinin kritik değerleri Enders-Lee (2012: 197) makalesinden alınmıştır. Son olarak Omay (2015) ve Güriş (2019) birim kök testlerinin kritik değerleri için Omay (2015: 124-125) ve Güriş (2019: 3059) ana makaleleri referans alınarak sonuçlar değerlendirilmiştir. <sup>a, b, c</sup> harfleri sırasıyla %1, %5, %10 anlamlılık seviyesindeki durağanlığı ifade etmektedir. ( ) parantez içindeki ifadeler optimal gecikme uzunluğunu, köşeli parantezler ise k değerlerini vermektedir.

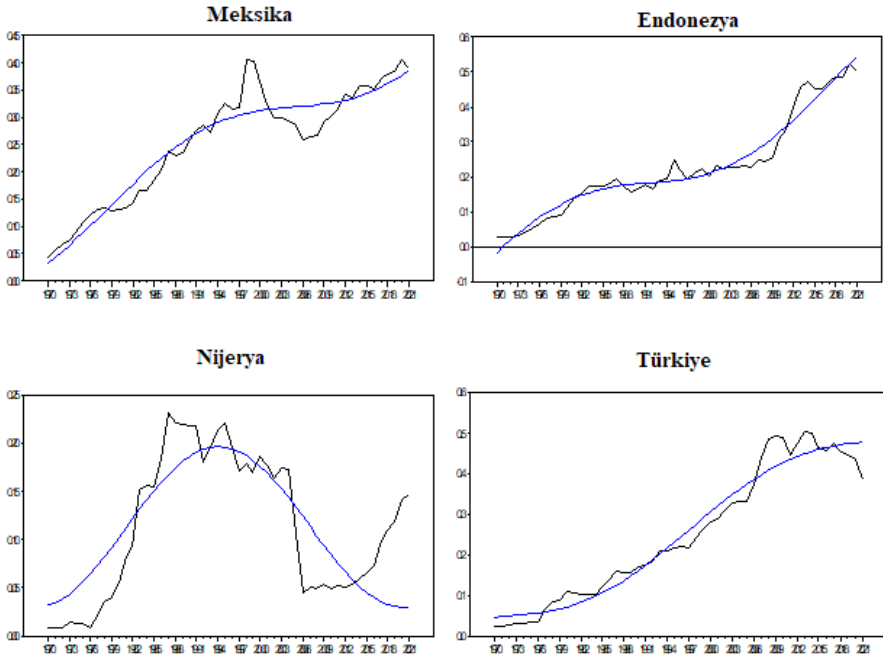
Tablo 2’deki sonuçlara göre test istatistik değerleri tüm birim kök testleri için kritik değerden küçük olduğu tespit edilmektedir. Buna göre, birim kökün varlığını ifade eden temel hipotez reddedilmemektedir. Başka bir deyişle seriler birim köklü bir yapıya sahiptir. Bu sonuç MINT ülkelerinin toplam dış borçlarının geleneksel ve güncel birim kök test yöntemleriyle sürdürülebilir bir düzeyde olmadığını göstermektedir. Tablo 2’de raporlanan birim kök testi sonuçları Tablo 3’te de özet haliyle verilmektedir.

Tablo 3: Test Bulgularının Özeti

Testler Ülkeler	ADF (1979)	RALS- ADF (2014)	Kruse (2011)	Fourier ADF (2012)	Fourier KSS (2012)	Esnek Fourier (2012)	Omay (2015)	Güriş (2019)
Meksika	X	X	X	X	X	X	X	X
Endonezya	X	X	X	X	X	X	X	X
Nijerya	X	X	X	X	X	X	X	X
Türkiye	X	X	X	X	X	X	X	X

Not. X ifadesi serinin birim köklü olduğunu göstermektedir.

Grafik 2. Toplam Borç Stoku Serilerinin Fourier Fonksiyonuyla Gösterimi



Not. Fourier test istatistikleri  $f(\bar{k})$  ülke serileri için sırasıyla 53.11, 27.58, 45.36, 15.35 şeklindedir. Fourier fonksiyonlarının kritik değerleri için Becker ve Lee (2006) makalesi temel alınmaktadır.

Grafik 2'de toplum borç stoku serisindeki yapısal kırılmaları dummy değişken kullanılarak yapılan sert ve keskin biçimde modellemek yerine kademeli biçimde modelleyen Fourier fonksiyonlarının görünümü verilmektedir. Elde edilen sonuçlara göre Fourier terimlerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmektedir. Tablo 4'de MINT ülkeleri için uzun dönem dış borç stoğunun GSYİH'deki payının birim kök testi sonuçları verilmektedir.

**Tablo 4: MINT Ülkeleri İçin Uzun Dönem Dış Borç Stoğunun GSYİH'deki Payının Birim Kök Testi Sonuçları**

Testler Ülkeler	ADF (1979)	RALS- ADF (2014)	Kruse (2011)	Fourier ADF (2012)	Fourier KSS (2012)	Esnek Fourier (2012)	Omay (2015)	Güriş (2019)
Meksika	-1.07 (0)	-1.07	4.63 (0)	-3.03 [1]	-2.79 [1]	-2.90 [1]	-1.87 [1.2]	8.22 [1]
Endonezya	-2.36 (0)	-2.50	5.21 (0)	-3.09 [1]	-1.98 [1]	-3.03 [2]	-2.72 [1.2]	3.86 [1]
Nijerya	-1.82 (1)	-1.19	2.23 (0)	-4.03 [2] <sup>b</sup>	-0.21 [1]	-1.86 [3]	-1.41 [1.2]	1.08 [1]
Türkiye	-2.92 (1)	-2.67	12.83 (1) <sup>c</sup>	-0.81[1]	-3.68 [2] <sup>b</sup>	-3.46 [1]	-3.75[1.2] <sup>c</sup>	3.53 [2] <sup>c</sup>

**Not.** Birim kök analizleri Nijerya için sabitli, Meksika, Endonezya ve Türkiye için sabitli ve trendli yapı göz önünde bulundurularak uygulanmıştır. ADF testinin kritik değerleri sabitli modelde -3.56 (%1), -2.92 (%5), -2.59 (%10) iken, sabit ve trendli modelde -4.14 (%1), -3.50 (%5), -3.17 (%10) şeklindedir. RALS-ADF kritik değerleri farklı  $\rho^2$ ler için Lm vd. (2014: 341) makalesi referans alınarak yorumlanmıştır. Kruse (2011) doğrusal olmayan birim kök testinin kritik değerleri Nijerya için 13.75 (%1), 10.17 (%5), 8.60 (%10) iken, diğer ülkeler için 17.10 (%1), 12.82 (%5), 11.10 (%10) biçimindedir. Fourier ADF ve Fourier KSS testlerinin kritik değerleri için Christopoulos ve Ledesma (2010: 1083-1084) makalesi temel alınmıştır. Öte yandan Esnek Fourier birim kök testinin kritik değerleri Enders-Lee (2012: 197) makalesinden alınmıştır. Son olarak Omay (2015) ve Güriş (2019) birim kök testlerinin kritik değerleri için Omay (2015: 124-125) ve Güriş (2019: 3059) ana makaleleri referans alınarak sonuçlar değerlendirilmiştir. <sup>a, b, c</sup> harfleri sırasıyla %1, %5, %10 anlamlılık seviyesindeki durağanlığı ifade etmektedir. ( ) parantez içindeki ifadeler optimal gecikme uzunluğunu, köşeli parantezler ise k değerlerini vermektedir.

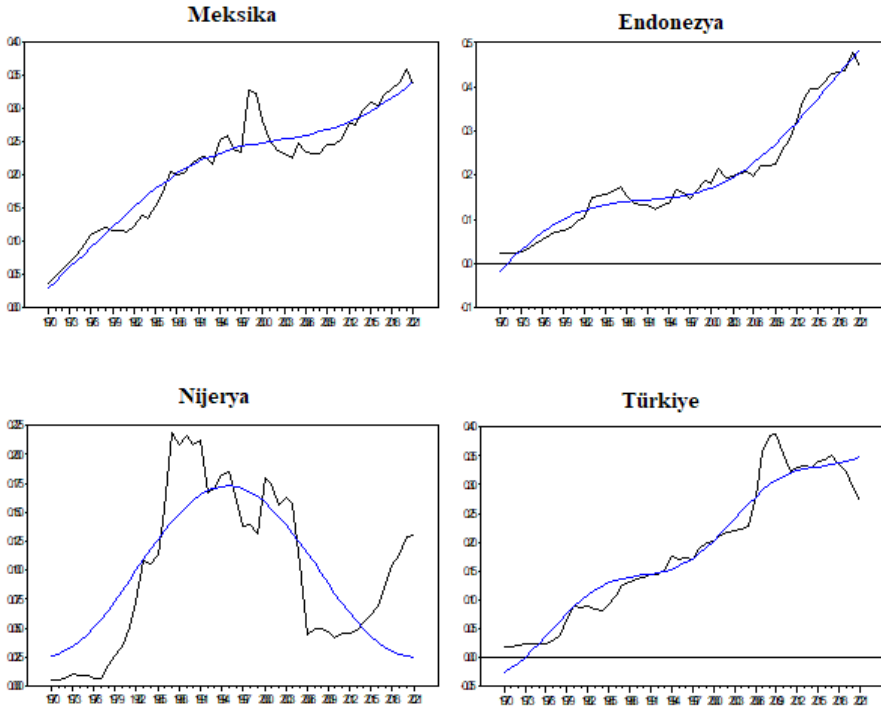
Tablo 4'te görüldüğü üzere Türkiye serisi Kruse (2011), Fourier KSS (2012), Omay (2015) ve Güriş (2019) birim kök testlerine göre düzey değerlerinde istatistiksel olarak anlamlıyken, Nijerya serisinin Fourier ADF (2012) birim kök testine göre düzeyde değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmaktadır. Bu sonuç birim kökün varlığını ifade eden temel hipotezinde reddedilmesi gerektiğini göstermektedir. Yani bahsedilen seriler düzey değerlerinde durağandır. Buna göre Türkiye ve Nijerya ülkelerinin uzun dönem dış borç stokları sürdürülebilir düzeyde olduğu söylenebilir. Tablo 5'de test bulgularının özeti verilmektedir.

Tablo 5. Test Bulgularının Özeti

Testler Ülkeler	ADF (1979)	RALS- ADF (2014)	Kruse (2011)	Fourier ADF (2012)	Fourier KSS (2012)	Esnek Fourier (2012)	Omay (2015)	Güriş (2019)
Meksika	X	X	X	X	X	X	X	X
Endonezya	X	X	X	X	X	X	X	X
Nijerya	X	X	X	√	X	X	X	X
Türkiye	X	X	√	X	√	X	√	√

Not. X ifadesi serinin birim köke sahip olduğunu gösterirken, √ ifadesi serinin durağanlığını yansıtmaktadır.

Grafik 3: Uzun Dönem Dış Borç Stoku Serilerinin Fourier Fonksiyonuyla Gösterimi



Not. Fourier test istatistikleri  $f(\bar{k})$  ülke serileri için sırasıyla 77.15, 20.45, 8.17, 35.92 şeklindedir. Fourier fonksiyonlarının kritik değerleri için Becker ve Lee (2006) makalesi temel alınmaktadır.

Grafik 3'te uzun dönem dış borç stoku serisinin yapısal kırılmaları kademeli biçimde modelleyen Fourier fonksiyonlarının görünümü verilmektedir. Elde edilen sonuçlara göre Fourier terimlerinin istatistiksel olarak anlam-

lı olduğu tespit edilmektedir. Tablo 6'da MINT ülkelerinin kısa dönem dış borç stoğunun GSYİH'deki payının birim kök testi sonuçları verilmektedir.

**Tablo 6: MINT Ülkeleri İçin Kısa Dönem Dış Borç Stoğunun GSYİH'deki Payının Birim Kök Testi Sonuçları**

Testler Ülkeler	ADF (1979)	RALS- ADF (2014)	Kruse (2011)	Fourier ADF (2012)	Fourier KSS (2012)	Esnek Fourier (2012)	Omay (2015)	Güriş (2019)
Meksika	-2.96 (1) <sup>b</sup>	-2.02	3.03 (0)	-1.64 [3]	-1.72 [3]	-1.95 [5]	-1.94 [1.2]	2.93 [3]
Endonezya	-1.85 (0)	-2.13	4.12 (0)	-1.79 [1]	-2.42 [1]	-1.46 [3]	-1.74 [1.2]	5.89 [1]
Nijerya	-2.12 (0)	-2.27	2.87 (0)	-2.49 [2]	-1.80 [4]	-2.28 [3]	-2.14 [1.2]	2.16 [2]
Türkiye	-1.09 (0)	-1.10	4.97 (0)	-2.47 [1]	-2.64 [1]	-2.40 [1]	-1.71 [1.2]	7.17 [1]

**Not.** Birim kök analizleri Nijerya için sabitli, Meksika, Endonezya ve Türkiye için sabitli ve trendli yapı göz önünde bulundurularak uygulanmıştır. ADF testinin kritik değerleri sabitli modelde -3.56 (%1), -2.92 (%5), -2.59 (%10) iken, sabit ve trendli modelde -4.14 (%1), -3.50 (%5), -3.17 (%10) şeklindedir. RALS-ADF kritik değerleri farklı  $\rho^2$ ler için Lm vd. (2014: 341) makalesi referans alınarak yorumlanmıştır. Kruse (2011) doğrusal olmayan birim kök testinin ortalamadan arındırılmış biçimiyle kritik değerleri 13.75 (%1), 10.17 (%5), 8.60 (%10)'dir. Fourier ADF ve Fourier KSS testlerinin kritik değerleri için Christopoulos ve Ledesma (2010: 1083-1084) makalesi temel alınmıştır. Öte yandan Esnek Fourier birim kök testinin kritik değerleri Enders-Lee (2012: 197) makalesinden alınmıştır. Son olarak Omay (2015) ve Güriş (2019) birim kök testlerinin kritik değerleri için Omay (2015: 124-125) ve Güriş (2019: 3059) ana makaleleri referans alınarak sonuçlar değerlendirilmiştir. <sup>a, b, c</sup> harfleri sırasıyla %1, %5, %10 anlamlılık seviyesindeki durağanlığı ifade etmektedir. ( ) parantez içindeki ifadeler optimal gecikme uzunluğunu, köşeli parantezler ise k değerlerini vermektedir.

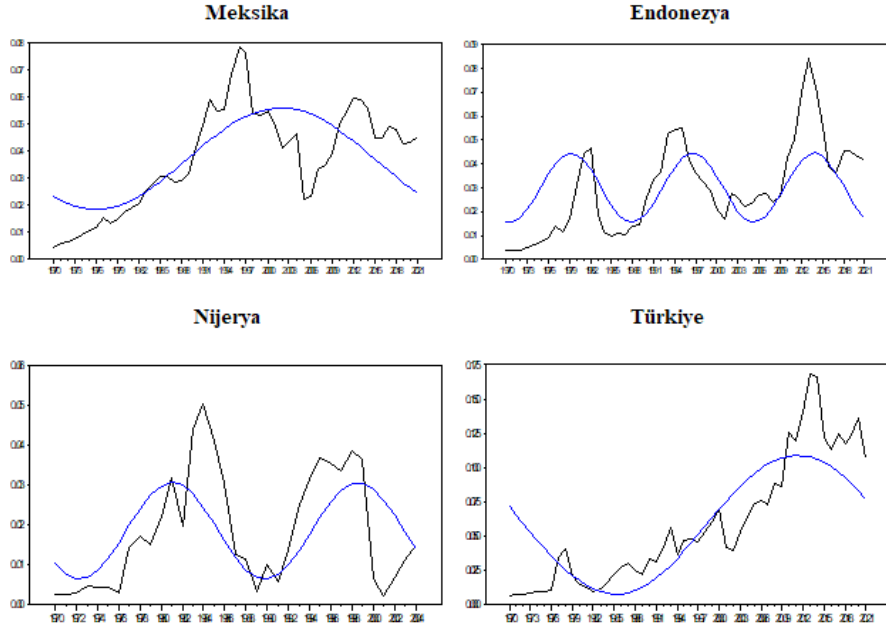
Tablo 6'da raporlanan sonuçlara göre geleneksel ADF testinin Meksika serisi için düzey değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda, birim kök varlığını ifade eden temel hipotez reddedilmektedir. Böylece Meksika serisinin geçmiş dönem şoklardan etkilenmediğini tespit edilmektedir. Daha açık bir ifadeyle, geleneksel ADF testi Meksika'nın kısa dönem dış borç stoğunun sürdürülebilir olduğunu ortaya koymaktadır. Fakat bilindiği geleneksel ADF testi yapısal kırılmaları ve doğrusal olmama gibi durum dikkat almadığı için ciddi eksikleri söz konusudur. Bu nedenle güncel testlere odaklanmak daha güvenilir sonuçlar elde edilmesine imkân tanyacaktır. Halihazırda güncel birim kök testleri sonuçları elde edilen bu sonuç ile çelişmektedir. Diğer ülkelerde ise serilerin geçmiş dönem şoklarına maruz kaldığı yani birim köklü olduğu geleneksel ve güncel birim kök testleriyle ispatlanmaktadır. Buna göre kısa dönem dış borç stoku MINT ülkelerinde sürdürülebilir değildir. Tablo 7'de test bulgularının özeti verilmektedir.

Tablo 7: Test Bulgularının Özeti

Testler Ülkeler	ADF (1979)	RALS- ADF (2014)	Kruse (2011)	Fourier ADF (2012)	Fourier KSS (2012)	Esnek Fourier (2012)	Omay (2015)	Güriş (2019)
Meksika	√	X	X	X	X	X	X	X
Endonezya	X	X	X	X	X	X	X	X
Nijerya	X	X	X	X	X	X	X	X
Türkiye	X	X	X	X	X	X	X	X

**Not.** X ifadesi serinin birim köke sahip olduğunu gösterirken, √ ifadesi serinin durağanlığını yansıtmaktadır.

Grafik 4: Kısa Dönem Dış Borç Stoku Serilerinin Fourier Fonksiyonuyla Gösterimi



**Not.** Fourier test istatistikleri  $f(\bar{k})$  ülke serileri için sırasıyla 10.36, 24.48, 9.19, 39.62 şeklindedir. Fourier fonksiyonlarının kritik değerleri için Becker ve Lee (2006) makalesi temel alınmaktadır.

Grafik 4'te uzun dönem dış borç stoku serisinin yapısal kırılmaları kademeli biçimde modelleyen Fourier fonksiyonlarının görünümü sunulmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre Fourier terimlerinin istatistiksel olarak



anlamli olduğu tespit edilmektedir. Tablo 8'de MINT ülkelerinin toplam rezervleri içinde dış borç payının birim kök testi sonuçları verilmektedir.

**Tablo 8: Toplam Rezerv İçinde Dış Borçların Payı**

Testler Ülkeler	ADF (1979)	RALS- ADF (2014)	Kruse (2011)	Fourier ADF (2012)	Fourier KSS (2012)	Esnek Fourier (2012)	Omay (2015)	Güriş (2019)
Meksika	-0.78 (0)	-0.35	2.70 (1)	-2.95 [1]	-3.29[1] <sup>c</sup>	-2.80 [1]	-0.99 [1.2]	19.26 [1] <sup>b</sup>
Endonezya	-1.23 (2)	-1.63	5.21 (1)	-3.10 [1]	-3.28[1] <sup>c</sup>	-3.14 [1]	-2.73 [1.2]	10.73 [1]
Nijerya	-3.02 (1) <sup>b</sup>	-3.31 <sup>b</sup>	15.94 (1) <sup>a</sup>	-3.88[1] <sup>b</sup>	-4.09[1] <sup>b</sup>	-3.19 [3]	-4.50 [1.2] <sup>a</sup>	20.44 [1] <sup>a</sup>
Türkiye	-2.06 (0)	-3.61 <sup>b</sup>	20.27 (1) <sup>a</sup>	-4.89[1] <sup>b</sup>	-4.27 [1] <sup>b</sup>	-4.71 [1] <sup>b</sup>	-5.20 [1.2] <sup>a</sup>	21.69 [1] <sup>b</sup>

**Not.** Birim kök analizleri Nijerya için sabitli, Meksika, Endonezya ve Türkiye için sabitli ve trendli yapı göz önünde bulundurularak uygulanmıştır. ADF testinin kritik değerleri sabitli modelde -3.56 (%1), -2.92 (%5), -2.59 (%10) iken, sabit ve trendli modelde -4.14 (%1), -3.50 (%5), -3.17 (%10) şeklindedir. RALS-ADF kritik değerleri farklı  $\rho^2$ ler için Lm vd. (2014: 341) makalesi referans alınarak yorumlanmıştır. Kruse (2011) doğrusal olmayan birim kök testinin kritik değerleri Nijerya için 13.75 (%1), 10.17 (%5), 8.60 (%10) iken, diğer ülkeler için 17.10 (%1), 12.82 (%5), 11.10 (%10) biçimindedir. Fourier ADF ve Fourier KSS testlerinin kritik değerleri için Christopoulos ve Ledesma (2010: 1083-1084) makalesi temel alınmıştır. Öte yandan Esnek Fourier birim kök testinin kritik değerleri Enders-Lee (2012: 197) makalesinden alınmıştır. Son olarak Omay (2015) ve Güriş (2019) birim kök testlerinin kritik değerleri için Omay (2015: 124-125) ve Güriş (2019: 3059) ana makaleleri referans alınarak sonuçlar değerlendirilmiştir. <sup>a, b, c</sup> harfleri sırasıyla %1, %5, %10 anlamlılık seviyesindeki durağanlığı ifade etmektedir. ( ) parantez içindeki ifadeler optimal gecikme uzunluğunu, köşeli parantezler ise k değerlerini vermektedir.

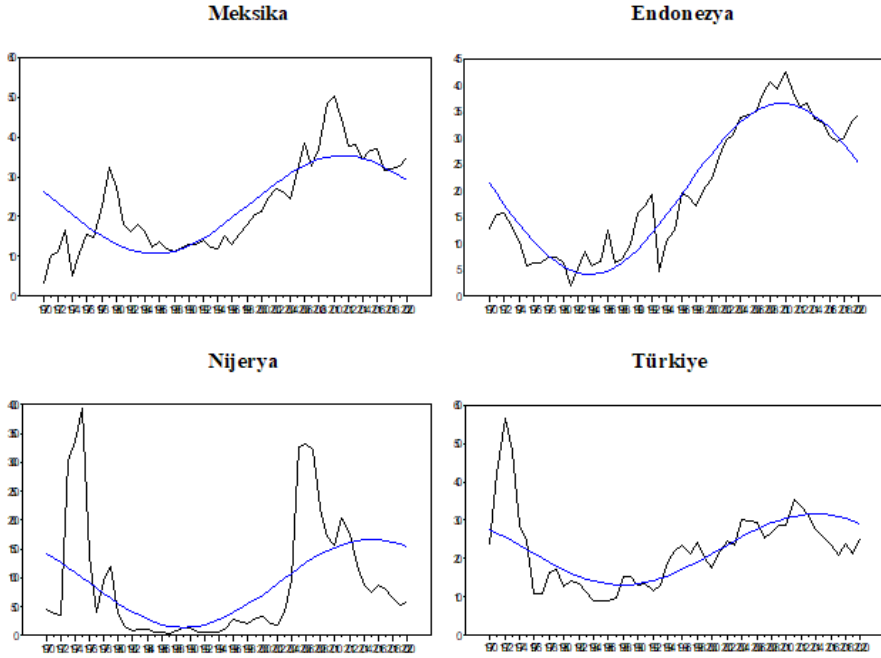
Tablo 8'de görüldüğü üzere Nijerya ve Türkiye serileri birlikte ele alındığında RALS-ADF (2014), Kruse (2011), Fourier ADF (2012), Fourier KSS (2012), Omay (2015) ve Güriş (2019) birim kök testlerine göre düzey değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmektedir. Ayrıca Fourier KSS (2012) birim kök testi sonuçlarına göre Meksika ve Endonezya serileri düzey değerlerinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Meksika serisi aynı zamanda Güriş (2019) birim kök testine göre de düzey değerlerinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu sonuç birim kökün varlığını ifade eden temel hipotezin reddedilmesi anlamına gelmektedir. Bir başka ifadeyle seriler geçmiş dönem şoklarından etkilenmemiş ve birim köklü değildir biçiminde değerlendirilmektedir. Buna göre söz konusu serilerin rezervlerine göre dış borçları sürdürülebilir. Tablo 9'da test bulgularının özeti verilmektedir.

Tablo 9: Test Bulgularının Özeti

Testler Ülkeler	ADF (1979)	RALS- ADF (2014)	Kruse (2011)	Fourier ADF (2012)	Fourier KSS (2012)	Esnek Fourier (2012)	Omay (2015)	Güriş (2019)
Meksika	X	X	X	X	√	X	X	√
Endonezya	X	X	X	X	√	X	X	X
Nijerya	√	√	√	√	√	X	√	√
Türkiye	X	√	√	√	√	√	√	√

Not. X ifadesi serinin birim köke sahip olduğunu gösterirken, √ ifadesi serinin durağanlığını yansıtmaktadır.

Grafik 5: Rezervlere Göre Dış Borç Stoku Düzeyinin Fourier Fonksiyonuyla Gösterimi



Not. Fourier test istatistikleri  $f(\bar{k})$  ülke serileri için sırasıyla 193.00, 33.22, 8.45, 19.28 şeklindedir. Fourier fonksiyonlarının kritik değerleri için Becker ve Lee (2006) makalesi temel alınmaktadır.

## Sonuç ve Değerlendirme

Bu çalışmada MINT ülkelerinde 1970-2021 tarih aralığını kapsayan yıllık veriler temelinde dış borçların sürdürülebilirliği sekiz farklı birim kök testi aracılığıyla analiz edilmiştir. Analiz sürecinde geleneksel ADF dışında özellikle 2010 yılından sonra geliştirilmiş farklı avantajlara sahip olan güncel birim testleri tercih edilmiştir.

Analiz bulguları toplam dış borç stokunun GSYİH'deki payı serisinin sekiz farklı birim kök testi için düzey değerlerinde durağan olmadığını göstermiştir. Buna göre söz konusu değişkenin sürdürülebilir bir formda olmadığı görülmüştür. Uzun dönem dış borç stokunun sürdürülebilirlik düzeyi incelendiğinde Türkiye serisinin Kruse (2011), Fourier KSS (2012), Omay (2015) ve Güriş (2019) birim kök testlerine göre, Nijerya serisinin ise yalnızca Fourier ADF (2012) birim kök testine göre düzeyde değerlerinde durağan olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu bulgu Türkiye ve Nijerya'nın uzun dönem dış borç stoklarının sürdürülebilir olduğuna işaret etmiştir. Öte yandan kısa dönem dış borç stokuna bakıldığında söz konusu değişkenin tüm ülkeler için sürdürülebilir bir düzeyde olmadığı tespit edilmiştir. Dış borçların toplam rezervler içindeki payı incelendiğinde Nijerya ve Türkiye serilerinin RALS-ADF (2014), Kruse (2011), Fourier ADF (2012), Fourier KSS (2012), Omay (2015) ve Güriş (2019) birim kök testlerine göre düzey değerlerinde durağan olduğu saptanmıştır. Aynı zamanda Fourier KSS (2012) birim kök testi sonuçlarına göre Meksika ve Endonezya serileri, Güriş (2019)'a göre de Meksika serisi düzey değerlerinde durağandır. Özellikle bütün ülkeler için dış borçların toplam rezervler içindeki payı değişkeninin sürdürülebilir bir düzeyde olduğu özellikle Fourier KSS (2012) testi tarafından ortaya konmuştur.

Analiz sonucunda MINT ülkelerinin toplam dış borç ve kısa dönem dış borç stokları bakımından sürdürülemez bir yapıya sahip olmaları ülkeler için risk teşkil etmektedir. Bu nedenle ülkeler söz konusu dış borç düzeylerine karşı temkinli davranmaları gerekmektedir. Aksi takdirde olası bir kriz ortamında veya ekonomik şokta toplam dış borç stoku ile kısa dönem dış borç stoku düzeyi ülke ekonomilerini yüksek derecede tehdit edecektir.

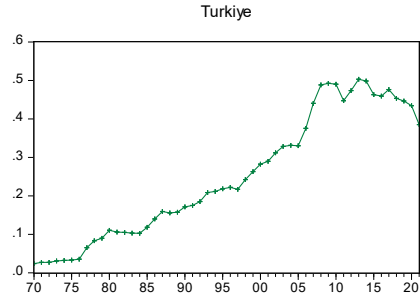
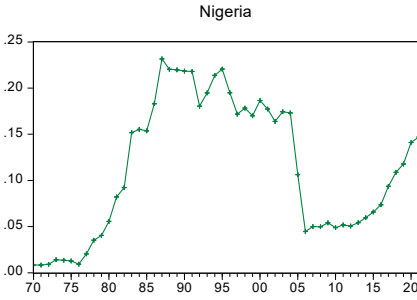
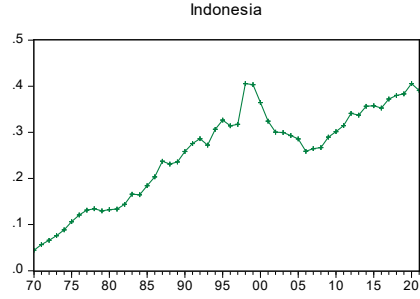
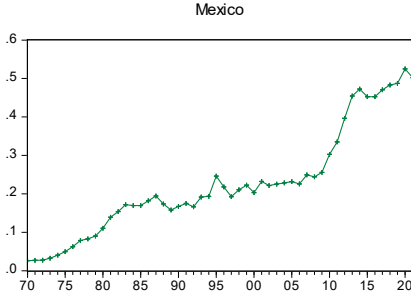
## Kaynakça

- Abd El-Aal, M. F. An assessment of Egypt's external debt sustainability: using the ARIMA model.
- Adamu, I. M., & Rasiah, R. (2016). External debt and growth dynamics in Nigeria. *African Development Review*, 28(3), 291-303.
- Ajayi, L. B., & Oke, M. O. (2012). Effect of external debt on economic growth and development of Nigeria. *International journal of business and social science*, 3(12), 297-304.
- Akçay, S., & Çelik, N. (2020). Dış Borçların Sürdürülebilirliği: ECOWAS Ülkeleri Örneği. *SİYASAL: Journal of Political Sciences*, 29(2), 207-230.
- Awan, A. G., & Qasim, H. (2020). The impact of external debt on Economic Growth of Pakistan. *Global Journal of Management, Social Sciences and Humanities*, 6(1), 30-61.
- Christopoulos, D. K. & León-Ledesma, M. A. (2010). Smooth breaks and non-linear mean reversion: Post-Bretton Woods real exchange rates. *Journal of International Money and Finance*, 29(6), 1076-1093.
- Çukurçayır, S. (2014). Türkiye ekonomisinde dış borçların sürdürülebilirliği: eşbütünlük analizi. *Sosyoekonomi*, 22(22).
- Dış Borç Veri Seti: <https://databank.worldbank.org/embed-int/CI-SDDS-New/id/86cdd9e8>
- Dickey, D. A. & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366a), 427-431.
- Enders, W., and J. Lee. (2012). The flexible form and dickey-fuller type unit root tests. *Economics Letters*, 117 (1):196-9. doi:10.1016/j.econlet.2012.04.081.
- Ganbayar, G. (2021). Analysis of External Debt Sustainability in Mongolia: An Estimated DSGE Approach. *Sustainability*, 13(15), 8545.
- Gümüüş, N. (2022). Türkiye'nin Dış Borçlarının Sürdürülebilirliği. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 9(4), 228-245.
- Gürüş, B. (2019). A new nonlinear unit root test with Fourier function. *Communications in Statistics-Simulation and Computation*, 48(10), 3056-3062.
- Ijirshar, V. U., Joseph, E., & Godoo, M. (2016). The relationship between external debt and economic growth in Nigeria. *International Journal of Economics & Management Sciences*, 6(1), 1-5.
- Jayme Jr, F. G. (2001). External debt sustainability: Empirical evidence in Brazil. *Texto para discussão*, 154.

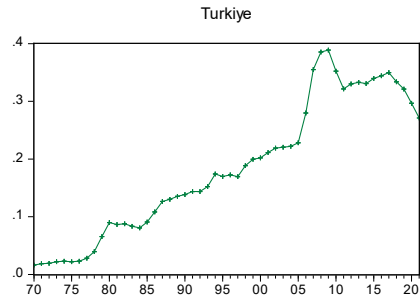
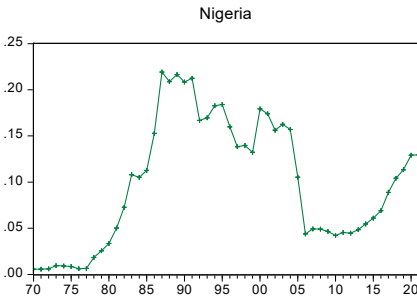
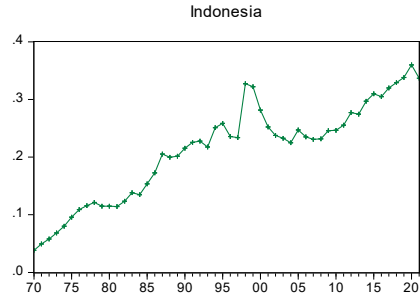
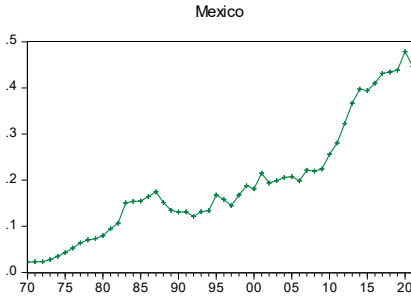
- Kapetanios, G., Shin, Y. & Snell, A. (2003). Testing for a unit root in the non-linear STAR framework. *Journal of Econometrics*, 112(2), 359–379
- Kasidi, F., & Said, A. M. (2013). Impact of external debt on economic growth: A case study of Tanzania. *Advances in Management and Applied Economics*, 3(4), 59.
- Kilic, R., & De Jong, R. (2006). *Testing a linear unit root against a stationary ESTAR process*. Working Paper, School of Economics, Georgia Institute of Technology.
- Konat, G. (2021). Türkiye cumhuriyetlerinde dış borç sürdürülebilirlik analizi: Doğrusal olmayan panel birim kök testi. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(3), 1725-1734.
- Kruse, R. (2011). A new unit root test against ESTAR based on a class of modified statistics. *Statistical Papers*, 52 (1):71–85. doi:10.1007/s00362-009-0204-1
- Llorca, Matthieu (2017) : External debt sustainability and vulnerabilities: Evidence from a panel of 24 Asian countries and prospective analysis, ADBI Working Paper, No. 692, Asian Development Bank Institute (ADBI), Tokyo
- Malik, S., Hayat, M. K., & Hayat, M. U. (2010). External debt and economic growth: Empirical evidence from Pakistan. *International Research Journal of Finance and Economics*, 44(44), 1450-2887.
- Meng, M., Im, K. S., Lee, J., & Tieslau, M. A. (2014). More powerful LM unit root tests with non-normal errors. *Festschrift in honor of peter schmidt: Econometric methods and applications*, 343-357.
- Omay, T. (2015). Fractional frequency flexible Fourier form to approximate smooth breaks in unit root testing. *Economics Letters*, 134, 123–126.
- Omotor, D. (2021). External debt sustainability in West African countries. *Review of Economics and Political Science*.
- Shabbir, S. (2013). *Does external debt affect economic growth: evidence from developing countries* (No. 63). State Bank of Pakistan, Research Department.
- Silva, J. (2020). Impact of public and private sector external debt on economic growth: the case of Portugal. *Eurasian Economic Review*, 10(4), 607-634.
- Were, M. (2001). *The impact of external debt on economic growth in Kenya: An empirical assessment* (No. 2001/116). WIDER discussion paper.
- Yalçınkaya. (2019). Türkiye ekonomisinde dış borçların sürdürülebilirliğinin analizi: Doğrusal ve doğrusal olmayan birim kök testlerinden kanıtlar (1970-2018). *Maliye Dergisi*, 176, 27-51.

## Ekler

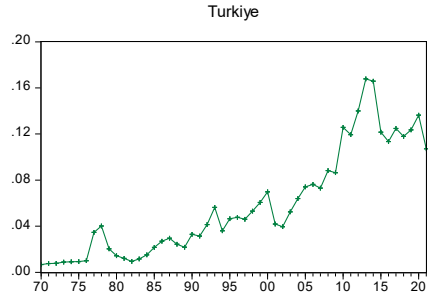
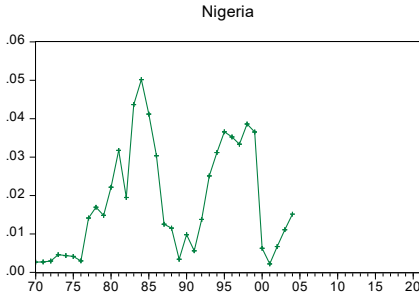
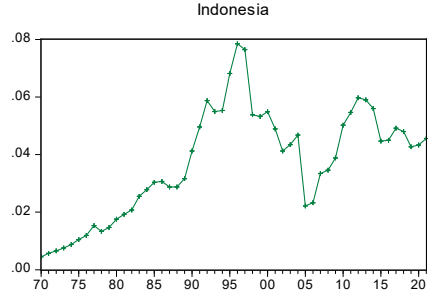
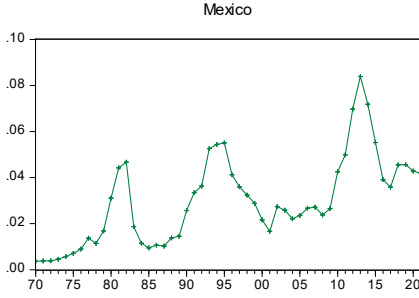
## Ek. 1. Toplam dış borç stoğunun GSYİH'a oranı



## Ek 2. Uzun dönem dış borç stoğunun GSYİH'a oranı



### Ek 3. Kısa dönem dış borç stoğunun GSYİH'a oranı



### Ek 4. Dış borç stoğunun toplam rezervlere oranı

