

Doç. Dr. Umut AKDUĞAN

**MAKROEKONOMİK
ZAMAN SERİLERİNDE
FOURIER ANALİZİ**
(WinRATS ve GAUSS Uygulamalı)



FİLİZ KİTABEVİ
İSTANBUL
2026

Ocak 2026

ISBN: 978-625-5697-95-0

BASKI - CİLT

Filiz Kitabevi Basım Yayın Dağıtım
Petrol Ürünleri Sanayi ve Tic. Ltd. Şti.
Matbaacı Sertifika Numarası: 77398

YAYINLAYAN



Filiz Kitabevi Basım Yayın Dağıtım
Petrol Ürünleri Sanayi ve Tic. Ltd. Şti.
Cemal Yener Tosyalı Cad. No: 57/A (113)
Vefa-Fatih/İSTANBUL
Tel: (212) 527 0 718
(850)441 0 359
Faks: (212) 519 20 71

www.filizkitabevi.com
bilgi@filizkitabevi.com
Yayıncı Sertifika Numarası: 77398

Copyright© Bu kitabın Türkiye'deki yayın hakları Filiz Kitabevi Basım Yayın Dağıtım Petrol Ürünleri San. ve Tic. Ltd. Şti.'ne aittir. Her hakkı saklıdır. Hiçbir bölümü ve paragrafı kısmen veya tamamen ya da özet halinde, fotokopi, faksimile veya başka herhangi bir şekilde çoğaltılamaz, dağıtılamaz. Normal ölçüyü aşan iktibaslar yapılamaz. Normal ve kanunî iktibaslarda kaynak gösterilmesi zorunludur.

Eşim Aysel
ile
Çocuklarımız Işık ve Güneş'e

ÖNSÖZ

Zaman serileri analizlerinde son yıllarda görülen hızlı gelişmeler hem ekonometrik teorisinin hem de iktisattaki uygulamalarının gelişmesine önemli katkılar sağlamıştır. Özellikle bilgisayar teknolojisi ve programlama/yazılım alanındaki ilerlemelere bağlı olarak istatistiksel ve ekonometrik tekniklerde de gelişmeler olmuş, bu durum zaman serisi analizinde kullanılan yöntemlerin ve yapılan uygulamalı çalışmaların da sayısını artırmıştır.

Bu kitap, Fourier analizinin makroekonomik zaman serilerine uygulanmasına ilişkin kapsamlı teorik ve uygulamalı bir çerçeve sunmaktadır. Bu bağlamda çalışmanın temel amacı, makroekonomik zaman serilerinde sıkça karşılaşılan yapısal kırılmaların ve diğer doğrusal olmayan ilişkilerin modellenmesinde Fourier yaklaşımının sağlayabileceği avantajları hem teorik hem de uygulamalı olarak ortaya koymaktır. Bu doğrultuda çalışmadan beklenen etki, Fourier analizinin yalnızca mühendislik veya fizik gibi alanlarda değil, iktisat ve finans araştırmalarında da güçlü bir araç olarak kullanılabileceğini göstermektir. Ayrıca araştırmacılara Fourier fonksiyonlarına dayalı testleri bilgisayar programları ile adım adım uygulayabilecekleri pratik bir rehber sunulmaktadır. Bu yönüyle kitap, hem matematiksel temelleri hem de ekonometrik pratikleri bir araya getiren özgün bir başvuru kaynağı niteliğindedir.

Ekonometrik yöntemlerin klasik doğrusal varsayımların ötesine taşındığı günümüzde, Fourier yaklaşımının yapısal kırılmaların biçimi ve sayısı hakkında önsel bilgiye ihtiyaç duymaması, araştırmalarda önemli bir metodolojik katkı sunmaktadır. Bu çalışmada, Fourier serileri, Fourier dönüşümü ve bunların zaman serilerindeki yapısal kırılmaların modellenmesinde kullanımı ayrıntılı biçimde açıklanmıştır. Ayrıca Fourier fonksiyonlarına dayalı birim kök ve eşbütünleşme testlerine yer verilmiş, bu testler WinRATS ve GAUSS programları üzerinde örnek veri setleriyle uygulamalı olarak gösterilmiştir. Bu yönüyle kitabın uygulama bölümleri, araştırmacılara Fourier tabanlı testlerin pratik kullanımına yönelik doğrudan referans sağlamaktadır. Tamamen uygulamaya dönük bir tasarıma sahip olan bu kitapta en önemli özellikler, testlerin uygulama kısımlarına ağırlık verilmesi, uygulamaların görsellerle açıklanması ve her bir test için farklı kaynaklardan bakılması gereken model ya da kritik değer gibi bilgilerin bir bütün halinde sunulmasıdır. Dolayısıyla bu kitap, üniversitelerin iktisat, ekonometri, maliye, istatistik ve veri bilimi bölümlerinde çalışan akademisyenler, lisansüstü öğrenciler ve politika analistleri ile özellikle Fourier yaklaşımını ampirik çalışmalarına dâhil etmek isteyen araştırmacıların başvuru kaynağı olması için hazırlanmıştır.

Toplamda üç bölümden oluşan kitabın birinci bölümünde, Fourier analizinin matematiksel temelleri teknik ayrıntılarıyla açıklanmış, devamında Fourier analizinin

zaman serisi yöntemlerindeki yeri ve zaman serilerindeki yapısal kırımların modellenmesinde nasıl kullanıldığı anlatılmıştır. Kitabın ikinci bölümünde Fourier fonksiyonlarına dayalı olarak geliştirilen birim kök testlerinin teorik anlatımlarına ve her bir test ile ilgili uygulamalara yer verilmiştir. Kitabın son bölümü olan üçüncü bölümde ise Fourier fonksiyonlarına dayalı olarak geliştirilen eşbütünleşme testlerinin teorik anlatımlarına ve her bir test ile ilgili uygulamalara yer verilmiştir.

Testlerin uygulamalarında örnek veri setleri kullanılmıştır. Esnek Fourier-LM ve Esnek Fourier-GLS birim kök testlerinin uygulamaları GAUSS programı, diğer birim kök testlerinin ve eşbütünleşme testlerinin uygulamaları ise WinRATS programı ile gerçekleştirilmiştir. İlaveten, Esnek Fourier-LM ve Esnek Fourier-GLS birim kök testlerinin uygulamalarında Nazlioglu (2018) tarafından “github” platformu üzerinde oluşturulan “aptech/tspdlib” kütüphanesi, diğer birim kök testlerinin ve eşbütünleşme testlerinin uygulamalarında ise Hepsağ (2022) tarafından sunulan kodlar kullanılmıştır.

İkinci ve üçüncü bölümde yer verilen her bir test için uygulamalara ilişkin ekran görüntüleri, testlerin uygulama aşamaları ve elde edilen sonuçların ayrıntılı yorumlamaları, okuyucuya anlaşılır bir şekilde sunulmuştur. Ayrıca her bir test için kullanılacak kritik değerler ilgili başlıkların altında yer almaktadır.

Fourier yaklaşımını temel alan zaman serileri analizi yöntemlerine odaklanma ve Fourier analizi temelli testleri ayrıntılı bir biçimde sunma çabasıyla yazılan bu kitapta, hızla gelişen alandaki gözden kaçan konuları ve olası baskı/yazım ya da bilgi hatalarını okuyucuların da desteği ile bir sonraki basımda düzeltme gayreti içerisinde bulunacağım. Kitabın hazırlanması sürecinde gösterdikleri anlayış ve verdikleri destek nedeniyle sevgili eşim Aysel AKDUĞAN’a, çocuklarımız Işık ile Güneş’e teşekkür ederim. Ayrıca kitabın hem fikir aşamasında hem de hazırlanışında önemli katkılarda bulunan, kendisiyle yaptığımız bilimsel çalışmalardan ve tartışmalardan büyük keyif aldığım, her daim güvendiğim değerli meslektaşım Mikail PEHLİVAN’a minnettarım. Akademik hayatımda üzerimde büyük emeği olan değerli hocam Prof. Dr. Ayhan AYTAÇ’a teşekkür ederim. Son olarak, kitabın basılması aşamasında tüm kolaylığı gösteren Filiz Kitabevi ve değerli emekçilerine teşekkürü bir borç bilirim.

Eğitim hayatım boyunca farklı alanlarda elde ettiğim kazanımları birleştirdiğim bu çalışmanın, araştırmacılara ve uygulamacılara katkı sunmasını temenni ederim.

Doç. Dr. Umut AKDUĞAN

Edirne, 2026

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	V
İÇİNDEKİLER.....	VII
TABLolar LİSTESİ	IX
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	X

BÖLÜM I

FOURIER ANALİZİ VE GÜNCEL ZAMAN SERİSİ YÖNTEMLERİ	3
1.1. Fourier Analizi	3
1.1.1. Trigonometrik Fonksiyonlar	5
1.1.2. Fourier Serileri	8
1.1.3. Dirichlet Koşulları	9
1.1.4. Fourier Katsayıları	10
1.1.5. Fourier Kosinüs ve Sinüs Serileri	10
1.1.6. Fourier Dönüşümü	11
1.2. Fourier Analizinin Güncel Zaman Serisi Yöntemlerinde Kullanılması.....	14
1.2.1. Zaman Serisi ve Frekans Boyutlu Analiz	15
1.2.2. Zaman Serilerinde Yapısal Kırılmalar	18
1.2.3. Yapısal Kırılmaların Modellenmesinde Fourier Yaklaşımı	20

BÖLÜM II

FOURIER BİRİM KÖK TESTLERİ	33
2.1. Fourier-KPSS Durağanlık Testi.....	39
Uygulamalar	45
2.2. Fourier-ADF Birim Kök Testi.....	48
Uygulamalar	54
2.3. Fourier-KSS Birim Kök Testi	57
Uygulamalar	64
2.4. Fourier-Sollis Birim Kök Testi.....	67
Uygulamalar	74
2.5. Fourier-Kruse Birim Kök Testi	77
Uygulamalar	85

VIII

2.6. Esnek Fourier-LM Birim Kök Testi	88
Uygulamalar	95
2.7. Esnek Fourier-ADF Birim Kök Testi	100
Uygulamalar	105
2.8. Esnek Fourier-GLS Birim Kök Testi.....	107
Uygulamalar	113
2.9. Kesirli Esnek Fourier Birim Kök Testi.....	118
Uygulamalar	125

BÖLÜM III

FOURIER EŞBÜTÜNLEŞME TESTLERİ.....	131
3.1. Fourier-Shin Eşbütünleşme Testi	134
Uygulamalar	143
3.2. Fourier-ADL Eşbütünleşme Testi	159
Uygulamalar	170
 KAYNAKLAR.....	 185

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 2.1.1. Fourier-KPSS Durağanlık Testi İçin Kritik Değerler	44
Tablo 2.1.2. <i>F</i> -Testi İçin Kritik Değerler	44
Tablo 2.2.1. Fourier-ADF Birim Kök Testi İçin Kritik Değerler	53
Tablo 2.2.2. <i>F</i> -Testi İçin Kritik Değerler	53
Tablo 2.3.1. Fourier-KSS Birim Kök Testi İçin Kritik Değerler	63
Tablo 2.3.2. <i>F</i> -Testi İçin Kritik Değerler	63
Tablo 2.4.1. Fourier-Sollis Birim Kök Testi İçin Kritik Değerler	73
Tablo 2.4.2. <i>F</i> -Testi İçin Kritik Değerler	73
Tablo 2.5.1. Fourier-Kruse Birim Kök Testi İçin Kritik Değerler	84
Tablo 2.5.2. <i>F</i> -Testi İçin Kritik Değerler	84
Tablo 2.6.1. Esnek Fourier-LM Birim Kök Testi'nde <i>F</i> -Testi İçin Kritik Değerler	94
Tablo 2.6.2. Esnek Fourier-LM Birim Kök Testi İçin Kritik Değerler	95
Tablo 2.7.1. Esnek Fourier-ADF Birim Kök Testi'nde <i>F</i> -Testi İçin Kritik Değerler	104
Tablo 2.7.2. Esnek Fourier-ADF Birim Kök Testi İçin Kritik Değerler	104
Tablo 2.8.1. Esnek Fourier-GLS Birim Kök Testi İçin Kritik Değerler	112
Tablo 2.9.1. Kesirli Esnek Fourier Birim Kök Testi'nde <i>F</i> -Testi İçin Kritik Değerler	123
Tablo 2.9.2. Kesirli Esnek Fourier Birim Kök Testi İçin Kritik Değerler	124
Tablo 3.1.1. Fourier-Shin Eşbütünleşme Testi İçin Kritik Değerler	142
Tablo 3.2.1. Fourier-ADL Eşbütünleşme Testi Sabit Terimli Model İçin Kritik Değerler	167
Tablo 3.2.2. Fourier-ADL Eşbütünleşme Testi Sabit Terimli-Trendli Model İçin Kritik Değerler	168
Tablo 3.2.3. Fourier-ADL Eşbütünleşme Testi $F(\hat{k})$ Testi İçin Kritik Değerler	169

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.1. Dalga ve Özellikleri	6
Şekil 1.1.2. $\sin(x)$ Fonksiyonu	7
Şekil 1.1.3. $\cos(x)$ Fonksiyonu	7
Şekil 1.2.1. Keskin ve Yumuşak Kırılmalar İçin Fourier Yaklaşımı	22
Şekil 1.2.2. Farklı Frekanslarda Fourier Fonksiyonları	27
Şekil 1.2.3. Zaman Serisi ve Fourier Fonksiyonu	27
Şekil 2.1.1. Fourier-KPSS Durağanlık Testi Aşamaları	43
Şekil 2.2.1. Fourier-ADF Birim Kök Testi Aşamaları	52
Şekil 2.3.1. Fourier-KSS Birim Kök Testi Aşamaları	62
Şekil 2.4.1. Fourier-Sollis Birim Kök Testi Aşamaları	72
Şekil 2.5.1. Fourier-Kruse Birim Kök Testi Aşamaları	83
Şekil 2.6.1. Esnek Fourier-LM Birim Kök Testi Aşamaları	94
Şekil 2.7.1. Esnek Fourier-ADF Birim Kök Testi Aşamaları	103
Şekil 2.8.1. Esnek Fourier-GLS Birim Kök Testi Aşamaları	111
Şekil 2.9.1. Kesirli Esnek Fourier Birim Kök Testi Aşamaları	123
Şekil 3.1.1. Fourier-Shin Eşbütünleşme Testi Aşamaları	141
Şekil 3.2.1. Fourier-ADL Eşbütünleşme Testi Aşamaları (Bilgi Kriteri Yaklaşımı)	162
Şekil 3.2.2. Fourier-ADL Eşbütünleşme Testi Aşamaları (Trigonometrik Terimlerin İstatistiksel Açıdan Anlamlılığının Sınandığı Yaklaşım)	166