

Citation: Özdemir, M. 2023. Borsa İstanbul'un Asimetrik Dinamiğinin Kantil Otoresresyon Yaklaşımı İle İncelenmesi. *International Review of Economics and Management*, 11(1), 57-74. Doi: <http://dx.doi.org/10.18825/iremjournal.1283918>

BORSA İSTANBUL'UN ASİMETRİK DİNAMİĞİNİN KANTİL OTOREGRESYON YAKLAŞIMI İLE İNCELENMESİ

Müge ÖZDEMİR¹

Başvuru Tarihi: 15 / 04 / 2023 – Kabul Tarihi: 20 / 06 / 2023

Özet

Bu çalışma, Borsa İstanbul BİST100 endeksinin dinamik sürecinin incelenmesi amacıyla Koenker-Xiao (2004) kantil birim kök testi ile asimetrik yeni bir yaklaşım sunmaktadır. Kantil birim kök testi, normal olmayan süreçler için dirençli çıkarımlar sağlayan kantil otoresresyon yaklaşımına dayanmaktadır. Kantil otoresresyon yaklaşımı, hisse senedi piyasalarını etkileyen farklı büyüklükteki ve işarettteki şokların kalıcılığının ölçülmesine olanak tanımaktadır. Bu yaklaşım, endeksin uzun dönem dengesindeki asimetrik dinamiklerin ayarlanmasını yakalayabilmektedir. Bu nedenle, kantil birim kök testleri, en küçük kareler regresyon yöntemine dayanan geleneksel birim kök metodolojilerine kıyasla hisse senedi piyasası dinamiklerine yeni yaklaşımlar sunmaktadır. Sonuçlar, günlük, haftalık, aylık, çeyreklik ve yıllık frekanslarda tutarlı olmamakla birlikte, piyasa davranışının sadece ortalamaya dönmediğini, aynı zamanda pozitif (iyi haber) ve negatif (kötü haber) şoklara da asimetrik davranış sergilediğini göstermektedir. Geleneksel birim kök testleriyle karşılaştırıldığında, kantil birim kök testleri Borsa İstanbul hisse senedi piyasasının etkin olduğunu desteklemek için daha fazla kanıt sağlamaktadır. Ayrıca, şok büyüklüğü ve işaretindeki asimetrik çıkarımlar, hisse senedi piyasalarındaki varlık fiyatlandırması modellerinde etkinlikten sapma dönemlerini tespit etmede yardımcı olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: kantil birim kök testi, şok kalıcılığı, asimetri, bilgi etkinliği, varlık fiyatlandırması

JEL Sınıflandırması: C14, C22, G14

¹ Doktora, İstanbul Teknik Üniversitesi, İşletme, ozdemir19@itu.edu.tr,  <https://orcid.org/0000-0003-0436-1041>

INVESTIGATION OF BORSA ISTANBUL'S ASYMMETRIC DYNAMICS WITH QUANTILE AUTOREGRESSION APPROACH

Abstract

This study presents a new asymmetric approach with Koenker-Xiao's (2004) quantile unit root test in order to examine the dynamic process of the Borsa Istanbul BIST100 index. The quantile unit root test is based on the quantile autoregression approach, which provides robust inferences for non-normal processes. The quantile autoregression approach allows to measure the persistence of shocks of different magnitudes and signals affecting stock markets. This approach can capture the adjustment of asymmetric dynamics in the long-run equilibrium of the index. Therefore, quantile unit root tests offer new approaches to stock market dynamics compared to traditional unit root methodologies based on the least squares regression method. Although the results are not consistent in daily, weekly, monthly, quarterly, and annual frequencies, they show that the market behavior not only returns to the mean but also exhibits asymmetrical behavior to positive (good news) and negative (bad news) shocks. Compared to traditional unit root tests, quantile unit root tests provide more evidence to support the efficiency of the Borsa Istanbul stock market. In addition, asymmetric inferences in the shock magnitude and sign are helpful to detect deviation periods in asset pricing models in the stock market.

Keywords: quantile unit root test, shock persistency, asymmetry, information efficiency, asset pricing

JEL Classification: C14, C22, G14

I. GİRİŞ

Fama (1970) tarafından önerilen etkin piyasa hipotezi (EMH), klasik finans teorisinde bilginin tüm varlık fiyatlarına anında yansıdığını ve katılımcıların piyasa getirisinden fazla getiri sağlayamayacağını belirtmektedir. Bununla birlikte, son elli yılda, hafta sonu, gün sonu, sürü psikolojisi ve eğilim etkileri dahil olmak üzere birçok anomali tanımlanmıştır. Bu anomaliler, EMH'nin temeli ile çelişmektedir. Dahası, psikologlar ve deneysel ekonomistler, aşırı güven, aşırı tepki, pişmanlık vb. gibi belirsizlikler altında insanın karar vermesinde çok sayıda davranışsal önyargıyı belgelemektedirler. Grossman ve Stiglitz (1980) çalışmasında etkin piyasa hipotezini eleştirmekte ve bilginin kusursuz şekilde herkes tarafından bilinmeyeceği etkin piyasaların var olmadığını savunmaktadır. Grossman (1976) ve Grossman ve Stiglitz (1980) çalışması, gerçekten de piyasalar tamamen etkin olsaydı, yatırımcılar arasında bilgi asimetrisinden kaynaklanan karlı yatırım olamayacağını belirtmektedir. Literatürde bilgi etkinliği ile davranışsal finans savunucuları ortak karara varamamış, hala teorik ve ampirik çalışmalar devam etmektedir. Bernstein (1999)'in vurguladığı gibi, EMH'nin merkezinde yer alan piyasa dengesi pratikte nadiren

gerçekleşmektedir ve piyasa etkinliği evrimsel süreçlerle daha iyi tanımlanmaktadır. Son yıllarda bilgiye erişimin artması nedeniyle bilgi akışında bilgi arzı ve bilgi talebi konularına odaklanan teorik ve ampirik modeller üzerine yapılan çalışmalar önem kazanmaktadır.

Piyasalara gelen haber akışı neticesinde oluşan şoklar ve kalıcılıkları finansal varlıkları tahminleme modellerinde büyük önem arz etmektedir. Finans literatüründe birim kök hipotezi, şokların finansal değişkenler üzerindeki kalıcılığını belirlemede ana yöntem olarak görülmektedir. Birim kök hipotezi, normallik varsayımı altında optimal performansı vermek için dizayn edilen otoregresif sürece dayanmaktadır. Literatürde, finans piyasalarındaki değişkenler ise kalın kuyruk (leptokurtic) dağılımına sahip oldukları için normallik varsayımından sapmalara karşı dirençli (robust) sonuçlar veren tahmin ve çıkarım prosedürlerini dikkate almanın önemli olduğu vurgulanmaktadır. Bu kapsamda, klasik regresyonda en küçük kareler tahmincilerinin etkin olması için varsayımlarından biri serilerin normal dağılıma sahip olmasıdır. Literatürde normallik varsayımından sapmalar altında, dirençli tahmin edicilere ihtiyaç duyulmuştur. Bu ihtiyaç doğrultusunda kantil otoregresyona dayalı normallik varsayımından sapmalara dirençli kantil birim kök testleri literatüre kazandırılmıştır.

Bu tür testler, birçok farklı hata dağılımı için iyi bir güce sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. Koenker ve Xiao (2004), tek değişkenli bir bağlamda kantil otoregresyon (QAR) yaklaşımına dayanan birim kök hipotezi için yeni testler önermektedir. EMH'yi test etmek için uygulanan standart birim kök testleri ise çeşitli boyutlardaki ve işaretteki şokların endeks üzerindeki etkisini dikkate almadan genellikle hisse senedi fiyatlarının ortalama davranışına odaklanmaktadır.

Bu nedenle, bu makale, piyasa etkinliğine kantil otoregresyon yaklaşımını önererek, piyasaya gelen haber türleri (iyi ve kötü) ile kantil büyüklüklerini ilişkilendirmektedir. Kantillerin büyüklük ve işaretine göre, farklı kantil seviyelerinde hisse senedi piyasa getirilerinin modellenmesi, çeşitli piyasa koşullarını göstermektedir. Aynı serinin farklı frekanslarındaki (günlük, haftalık, aylık, çeyreklik, yıllık) şok kalıcılığı ve serilerin asimetrik dinamik yapısı incelenmesi amaçlanmaktadır. Böylece seriyi bir bütün olarak ele almaktan ziyade, şok büyüklüğü ve işaretine göre sınıflandırılması yapılarak incelenmektedir. Bu çalışma, Borsa İstanbul hisse senedi piyasa etkinliği için dirençli kantil otoregresyon kanıtlar sunan ilk çalışmadır. Ampirik analiz, Borsa İstanbul endeksi uzun dönemde farklı frekanslardaki piyasa etkinliğini incelemektedir. Bu çalışma, ileride gelecek doğrusal olmayan kantil birim kök testleri, kantil regresyona dayanan optimal portföy oluşturma çalışmalarına

da katkı sağlayacaktır. Ayrıca, asimetrik dinamikler, varlık fiyatlandırması modelleri için de büyük önem arz etmektedir.

Çalışmanın geri kalanı şu şekilde düzenlenmiştir. Bölüm 2, QAR modelini ve QAR'a dayanan yeni testler ve dirençli çıkarımlar sunmaktadır. 3. Bölüm, verileri tanıtmaktadır. Dördüncü bölüm, ampirik analiz sonuçlarını değerlendirmekte ve son olarak bölüm 5 sonuç açıklamalarını sağlamaktadır.

II. LİTERATÜR TARAMASI

Piyasaya gelen iyi veya kötü haberlerin kalıcılığı, hisse senedi piyasalarındaki fiyat hareketlerini tahmin edebilmek için oldukça önem arz etmektedir. Fiyat hareketlerinin tahmin edilmesinde önemli rol oynayan kantil otoregresyon sürecine dayanan kantil birim kök testleri, serilerin yapısını bir bütün olarak ele almaktansa, iyi ve kötü haberlerin oluşturduğu şok büyüklüklerini ve asimetrisini ayrı ayrı inceleyebilmektedir. Yarı parametrik zaman serisi modellerinde bir birim kökün varlığını saptamaya yönelik yöntemler, hem teoride hem de ampirik çalışmalar da devam etmektedir. Güç performansını artırmanın bir yolu dirençli tahmin edicilerin kullanılmasıdır. Literatürde varsayımdan sapmalara karşı dirençli sonuçlar veren yöntemlerin olduğu teorik bir alt yapı bulunmaktadır. Bunlar arasında, M tahmini ve çıkarımları ile ilgili çalışmalar (Cox ve Llatas, 1991; Knight, 1991; Phillips, 1995; Lucas, 1995; Rothenberg ve Stock, 1997; Juhl, 1999; Xiao, 2001), Koenker ve Bassett (1978) kantil regresyon yöntemi ve sonrasındaki dirençli tahmin edicilerle ilgili (Weiss, 1987; Knight, 1989; Koul, Saleh, 1995; Koul, Mukherje, 1994; Hercé, 1996; Hallin, Jureckova, 1999 ve Rogers, 2001) teorik literatür devam etmektedir.

Kantil otoregresyona dayanan testler, finansal zaman serisi dinamikleri ve kalıcılıkları hakkında önemli içgörüler sunabilmektedirler. Seçilen kantillerde ve belirliliği seri aralığı üzerindeki tahmine dayanan t-oran, Kolmogorov-Smirnov ve Cramer-von Mises tipi testler bulunmaktadır. Normallik varsayımından sapmalar altında, EKK regresyon tahminleri etkin tahminci özelliklerini kaybetmektedirler. Bu durumda kantil otoregresyona dayanan tahminciler, dirençli tahminciler sunmaktadırlar. Fakat normallik varsayımı sağlandığı durumda kantil regresyon uygulandığında ise etkinlik kaybı oluşmaktadır. Ayrıca, kantil birim kök testleri, klasik birim kök testlerle karşılaştırıldığında, asimetrik dinamiklerin varlığında iyi daha iyi bir güce sahip olduğu görülmektedir.

Finans literatüründe, hisse senedi fiyatlarının iyi veya kötü haberlere gereğinden az veya fazla tepki vermesine atfedilen ampirik ivme ve ters dönüş olaylarını açıklayan modeller

bulunmaktadır. Barberis, Shleifer, Vishny (1998) kurdukları yatırımcı duyarlılığı modelinde getirilerin rastgele yürüyüş olduğunu varsaydıklarını ancak yatırımcıların bunu bilmediklerini ve hisse senedi fiyatlarının kazanç açıklamalarına düşük tepki verdiğini belirtmektedirler. Veronesi (1999), varlık fiyatlarının dinamik, rasyonel beklentiler denge modelinde, yatırımcıların gerçek durum üzerindeki kendi belirsizliklerindeki değişikliklere karşı önlem alma istekliliğinin, hisse senedi fiyatlarının iyi zamanlarda kötü haberlere aşırı tepki vermesini ve kötü zamanlarda iyi haberlere yetersiz tepki vermesine neden olduğunu kanıtlamaktadır. Baur vd. (2012) çalışmasında, alt dilimlerde pozitif bağımlılık (negatif getiri) ve üst dilimlerde negatif bağımlılık (pozitif getiri) olduğu incelenmektedir. Engle ve Manganelli, 2004 kantil regresyona dayalı bir VaR modeli olan Koşullu otoregresif riske maruz değer (CAViaR) adlı yeni bir yöntem geliştirmektedir. Feng, Chen, Basset (2008) ve Ma, Pohlman (2008) varlık yönetiminde momentum portföyleri oluşturmak için kantil momentum ölçümlerini tanıtmaktadır.

Bahmani-Oskooee, Chang, Chen, Tzeng (2016) çalışmasında, 2000–2015 dönemini kapsayan geçiş ekonomilerine sahip sekiz ülke piyasanın (Bulgaristan, Hırvatistan, Çek Cumhuriyeti, Macaristan, Litvanya, Polonya, Romanya ve Rusya) haftalık hisse senedi fiyatları verilerini kullanarak etkin piyasa hipotezinin zayıf formunu kantil birim kök testini kullanarak test etmektedirler. Sonuçlar, hisse senedi piyasalarının Bulgaristan, Romanya ve Rusya hariç çoğu piyasa için zayıf formda etkin olduğunu göstermektedir. Novak (2019) çalışması, 2000-2019 dönemini kapsayan günlük CROBEX getirilerini kullanarak Hırvatistan borsasının piyasa etkinliğini incelemek için kantil otoregresyon yaklaşımını kullanmaktadır. Etkin piyasanın zayıf formunun kantil birim kök testleri ile incelendiği çalışmada temel hipotez reddedilmektedir. CROBEX'in bu etkin olmayan öngörülebilir davranışı, yatırımcıların anormal karlar elde etmelerini sağlayabilmektedir. Jiang ve Li (2020) çalışmasında Çin, Japonya ve ABD borsalarını kullanarak çeşitli kantil seviyeleri üzerinden piyasa etkinliği dinamiklerini analiz etmek için yeni bir piyasa etkinliği ölçüsü geliştirmektedir. Japon ve ABD borsalarının boğa (yüksek kantiller) veya ayı piyasası (düşük kantiller) koşullarından ziyade normal koşullarda (orta kantiller) etkin olduğu ve Çin borsasının tüm kantil seviyelerinde etkin olmadığı sunulmaktadır. Özellikle ABD hisse senedi piyasaları çoğu dönem etkinlikten daha küçük sapmalar göstermektedir. Nartea (2021) 1991–2020 döneminde 12 Asya-Pasifik ülkesindeki (Avustralya, Çin, Hong Kong, Endonezya, Japonya, Malezya, Yeni Zelanda, Filipinler, Singapur, Güney Kore, Tayvan, Tayland) günlük reel hisse senedi fiyatlarının durağanlığını incelemektedirler. Sonuçlar, genel olarak hisse

senedi fiyatlarının daha yüksek dilimlerde durağan olduğunu göstermektedir. Ayrıca, daha büyük şokların daha hızlı ortalamaya dönüşle ilişkilendirildiği ve tersine, daha küçük şokların durağan olmamaya ilişkilendirildiği üst dilimlerdeki hisse senedi fiyatı dinamik ayarlamalarında asimetri olduğuna dair kanıtlar bulunmaktadır.

Finansal ve ekonomi literatüründe şok kalıcılığı birim kök hipotezi ile karakterize edilmektedir. Bu kapsamda, literatürde Borsa İstanbul için geleneksel birim kök testleri kullanılmıştır (Aga & Kocaman, 2008; Akgün & Şahin, 2017; Aliyev, 2019; Altuntaş, Kılıç, Pazarcı, Alican, 2022; Bektur ve Aydın, 2019; Bulut, 2016; Gözbaşı, Küçükkaplan, Nazlıoğlu, 2014; Kılıç, 2020; Kılıç ve Fatih, 2016; Özdemir, Z. A., 2008; Özdemir, M., 2022). Literatürdeki çalışmalar göstermektedir ki, standart birim kök testlerinde şok büyüklüğü ve işareti dikkate alınmaksızın, ortalama davranışa odaklanılmaktadır. Başka bir deyişle, şok ne kadar büyük veya hangi işarete olursa olsun, hisse senedi fiyatlarının dengeye doğru ayarlanma hızının genellikle sabit olduğu varsayılmaktadır. Sonuç olarak, finans piyasalarında geleneksel birim kök testlerinin varsayımlarının sağlanmadığı durumda, birim kök temel hipotezi reddedilmemeye eğilimlidir.

III. VERİ

Borsa İstanbul BİST100 endeksinin kantil bazda asimetrik dinamiklerinin incelendiği bu çalışmada, Türkiye ekonomisini etkileyen 2008 küresel krizi ve Covid-19 pandemi dönemini de kapsayan son 20 yıllık veri incelenmektedir. Mart 2003-Mart 2023 dönemini kapsayan günlük, haftalık, aylık, çeyreklik, yıllık kapanış fiyat endekslerinin doğal logaritması alınarak kullanılmaktadır. Aşağıda serilerin tanımlayıcı istatistikleri bulunmaktadır:

Tablo I. Tanımlayıcı İstatistikler

	Günlük	Haftalık	Aylık	Çeyreklik	Yıllık
Ortalama	6.4654	6.4680	6.4762	6.4739	6.6537
Medyan	6.5614	6.5622	6.5755	6.5473	6.5755
Standart Sapma	0.7196	0.7192	0.7304	0.7517	0.8649
Basıklık	0.7587	0.7674	0.8934	1.0885	0.9832
Çarpıklık	-0.0131	-0.0066	0.0513	0.0826	0.8138
Minimum	4.4878	4.5440	4.5513	4.5513	5.2271
Maksimum	8.6414	8.6142	8.6142	8.6142	8.6142
Gözlem sayısı	5024	1042	241	81	21

Tablo I'deki tanımlayıcı istatistikler göstermektedir ki, günlük veriden yıllık veriye doğru gidildikçe ortalama, medyan ve standart sapma değerlerinde minimal düzeyde de olsa artış görülmektedir. Normallik varsayımı için basıklık ve çarpıklık değerleri, serilerin normal dağılmadığını göstermektedir. Gözlem değerleri günlük, haftalık, aylık, çeyreklik, yıllık frekanslar için sırasıyla 5024, 1042, 241, 81, 21 olarak raporlanmaktadır.

IV. METODOLOJİ

Birçok ampirik çalışmada finansal zaman serileri kalın kuyruk davranışıyla karakterize edildiğinden, normallik varsayımından sapmalara karşı dirençli tahmin ediciler önem arz etmektedir. Kantil otoregresyon yöntemleri, yalnızca şartlı merkezi eğilim ölçüsüne dayanmaktan ziyade, çeşitli koşullu heterojenlik biçimlerini açığa çıkaran şartlı kantil fonksiyonun bir aralığının keşfedilmesine izin vermektedir. Koenker-Xiao (2004) kantil birim kök testi, normallik varsayımının sağlanmadığı durumlarda dirençli sonuç verirken, normallik varsayımı altında uygulandığında ise etkinlik kaybına neden olmaktadır. Kantil birim kök testlerinde seçilmiş kantillerde veya kantillerin belirli bir aralığı üzerinde t-oran testi, Kolmogorov-Smirnov veya Cramer-Von Mises tipi testlere dayanan tahminlerde istatistikler hesaplanmaktadır. Testler aynı zamanda en küçük kareler regresyon yöntemine dayanan klasik birim kök testleri ile karşılaştırıldığında, asimetrik dinamiklerin varlığında iyi bir güce sahiptirler (Koenker-Xiao, 2006). Kantil otoregresyon sürece geçmeden önce birim kök sürecinin birinci dereceden otoregresyon modelinin uzantısı DF (Dickey-Fuller, 1979) regresyon modeli dikkate alınmaktadır:

$$y_t = \alpha_1 y_{t-1} + \sum_{j=1}^q \alpha_{j+1} \Delta y_{t-j} + u_t \quad (1)$$

Bu modelde otoregresif katsayı olan α_1 , ekonomi ve finansal zaman serilerde kalıcılık (persistence) ölçümünde önemli rol oynamaktadır. Belirli koşullar altında, eğer $\alpha_1 = 1$ ise y_t bir birim kök içermektedir ve süreç kalıcılık göstermektedir. Eğer $|\alpha_1| < 1$ ise y_t durağan (stationary) bir sürece sahip olmaktadır. F_t aracılığı ile $\{u_s, s \leq t\}$ tarafından üretilen σ – bölgesi tanımlandığında, y_t 'nin F_{t-1} üzerinde τ . şartlı kantili aşağıdaki denklemdeki gibi gösterilmektedir:

$$Q_{y_t}(\tau / \mathcal{F}_{t-1}) = Q_u(\tau) + \alpha_1 y_{t-1} + \sum_{j=1}^q \alpha_{j+1} \Delta y_{t-j} \quad (2)$$

Denklemdaki $j=1, \dots, q$ için $Q_u(\tau) = \alpha_0(\tau)$, $\alpha_j = \alpha_j(\tau)$, $\alpha(\tau) = (\alpha_0(\tau), \alpha_1(\tau), \dots, \alpha_{q+1}(\tau))'$ ve $x_t = (1, y_{t-1}, \Delta y_{t-1}, \dots, \Delta y_{t-q})'$ olarak tanımlandığında,

$$Q_{y_t}(\tau / \mathcal{F}_{t-1}) = x_t' \alpha(\tau) \quad (3)$$

denkleminde sahip olunmaktadır. Burada doğrusal kantil otoregresyon modelin tahmini aşağıdaki kantil otoregresyon,

$$\min_{\alpha \in \mathbb{R}^2} \sum_{t=1}^n \rho_\tau(y_t - x_t' b) \quad (4)$$

minimizasyon probleminin çözümünü içermektedir. Burada ρ_τ fonksiyonu Koenker ve Bassett (1978) tarafından önerilen $\rho_\tau(u) = u(\tau - I(u < 0))$ olarak gösterilen parçalı kontrol fonksiyonudur. $0 < \tau < 1$ olmak üzere I fonksiyonu indikatör fonksiyonu olarak aşağıdaki gibidir:

$$\rho_\tau(u) = \begin{cases} \tau|u|, & u \geq 0 \\ (1 - \tau)|u|, & u < 0 \end{cases} \quad (5)$$

$0 < \tau < 1$ olmak üzere τ . kantil, minimizasyon problemine çözüm olarak tanımlanmaktadır:

$$\min_{b \in \mathbb{R}^k} \left[\sum_{t \in \{t: y_t \geq x_t' b\}} \tau |y_t - x_t' b| + \sum_{t \in \{t: y_t < x_t' b\}} (1 - \tau) |y_t - x_t' b| \right] \quad (6)$$

Minimizasyon probleminin çözümü, τ 'nin bir fonksiyonu olarak görülen τ . kantil otoregresyon süreci olarak $\hat{\alpha}(\tau)$ 'a atfedilir. y_t 'nin şartlı yoğunluk fonksiyonu, τ 'nin seçilmiş kantilleri için fark kotasyonları tarafından tahmin edilmektedir:

$$\hat{f}_{y_t}(\tau / x_t) = (\tau_i - \tau_{i-1}) / (\hat{Q}_{y_t}(\tau_i / x_t) - \hat{Q}_{y_t}(\tau_{i-1} / x_t)) \quad (7)$$

Kantil otoregresyon sürecine dayanan bu yaklaşım, birim kök hipotezini test etmede daha dirençli bir yaklaşım sağlamaktadır. Koenker-Xiao (2004) t-oran test istatistiği,

$$t_n(\tau) = \frac{f(\widehat{F^{-1}(\tau)})}{\sqrt{\tau(1-\tau)}} (Y_{-1}' P_X Y_{-1})^{1/2} (\widehat{\alpha}_1(\tau) - 1) \quad (8)$$

olarak tanımlanmaktadır. $f(\widehat{F^{-1}(\tau)})$, $f(F^{-1}(\tau))$ 'in tutarlı tahmincisidir. Y_{-1} , bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerinden (y_{t-1}) oluşan vektör ve P_X , $X = (1, \Delta y_{t-1}, \dots, \Delta y_{t-q})'$ e ortogonal uzay üzerinde projeksiyon matrisi olarak tanımlanmaktadır. Sparsity fonksiyonu

olan $s(\tau)$, kantil fonksiyonun türevi veya yoğunluk fonksiyonun tersi olarak tanımlanmaktadır:

$$s(\tau) = F^{-1'}(\tau) = 1/f(F^{-1}(\tau)) \quad (9)$$

Burada, Siddiqui (1960) ve Bofinger (1975) çalışmalarını içeren $f(F^{-1}(\tau))$ tahmini üzerinde ilgili bir literatür bulunmaktadır:

$$f_n(F_n^{-1}(\tau)) = \frac{2h_n}{F_n^{-1}(\tau + h_n) - F_n^{-1}(\tau - h_n)} \quad (10)$$

$F_n^{-1}(\cdot)$, $F^{-1}(\cdot)$ 'nin bir tahmini ve h_n , $n \rightarrow \infty$ iken 0' a doğru giden bir bant genişliğidir. Bu çalışmada kullanılan h_n literatürdeki Bofinger (1975) bant genişliğidir:

$$h_B = n^{-1/5} \left[\frac{4.5\phi^4(\Phi^{-1}(\tau))}{[2(\Phi^{-1}(\tau))^2 + 1]^2} \right]^{1/5} \quad (11)$$

Buradaki $\phi(\cdot)$ ve $\Phi(\cdot)$ fonksiyonları sırasıyla standart normal dağılımın yoğunluk ve kümülatif dağılım fonksiyonlarıdır.

Seçilmiş herhangi bir τ 'da, $t_n(\tau)$ test istatistiği, en küçük kareler regresyonuna dayanan ADF t-test istatistiğinin kantil regresyondaki karşılığıdır. Kantil otoregresif sürece dayanan birim kök testi, temsilci kantiller (düşük kantil, medyan, yüksek kantil) tarafından oluşturulabilmektedir. Alternatif olarak, $\tau \in \mathcal{T}$ olmak üzere seçilen kantillerin aralığı da incelenebilmektedir. Birim kök özelliğini test etmek için başka bir yaklaşım da sadece seçilmiş kantillere odaklanmak yerine kantilin bir aralığı üzerinde birim kök özelliğini test etmektir. $\tau \in \mathcal{T}$ için kantil regresyon sürecine dayanan Kolmogorov-Smirnov (KS) testi aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$\tau_0 > 0$, $\tau \in \mathcal{T} = [\tau_0, 1 - \tau_0]$ olmak üzere,

$$QKS_t = \sup_{\tau \in \mathcal{T}} |t_n(\tau)|. \quad (12)$$

Uygulamalarda $\{\tau_i = i/n\}_{i=1}^n$ olmak üzere $t_n(\tau)$ hesaplanabilmektedir. Böylece QKS_t istatistiği de $\tau_i \in \mathcal{T}$ üzerinde maksimumu alınarak oluşturulabilmektedir. Hesaplanan $t_n(\tau)$ test istatistiği ile kritik değeri karşılaştırılarak hem her bir kantil (τ) için değerlendirme yapılabilirken, hem de serinin geneli için Kantil Kolmogorov-Smirnov (QKS) test istatistiği ve kritik değeri karşılaştırılarak değerlendirmelerde bulunmaktadır.

Bu çalışmada, hem $t_n(\tau)$ hem de QKS testlerinin sınırlayıcı dağılımları standart olmamakla birlikte, Koenker ve Xiao (2004), küçük örneklem dağılımlarına yaklaşmak için bir yeniden örnekleme (bizim çalışmamızda bootstrap sayısı = 10.000) prosedürünün kullanılmasını önermektedir:

1. Sıradan en küçük kareler aracılığı ile Δy_t ile aşağıdaki q-sıralı otoregresyon tahmin edilir. $\Delta y_t = \sum_{j=1}^q \hat{\beta}_j \Delta y_{t-j} + \hat{u}_t$, $t = q + 1, \dots, n$, \hat{u}_t kalıntıları yanında $j=1, \dots, q$ için $\hat{\beta}_j$ tahminleri elde edilir.
2. $\tilde{u}_t = \hat{u}_t - \frac{1}{n-q} \sum_{j=q+1}^n \hat{u}_t$ merkezilenmiş kalıntıların ampirik dağılımından değiştirme ile u_t^* 'nin bir bootstrap örneği çekilir.
3. $j=1, \dots, q$ için $\Delta y_j^* = \Delta y_j$ ilk değerleri ve 1. maddedeki denklem ile EKK tahminleri $\hat{\beta}_j$ olması ile birlikte, $\Delta y_t^* = \sum_{j=1}^q \hat{\beta}_j \Delta y_{t-j}^* + u_t^*$ tarafından verilen uygun otoregresyonu kullanarak Δy_t^* 'nin bootstrap örneği yinelemeli olarak oluşturulur.
4. $y_1^* = y_1$ 'e sahip $y_t^* = y_{t-1}^* + \Delta y_t^*$ dayanan y_t^* 'ın bir bootstrap örnekleme elde edilir.
5. y_t^* 'ın yeniden örnekleme ile birlikte, sırasıyla $\alpha_0^*(\tau)$, $\alpha_1^*(\tau)$, $t_n^*(\tau)$, $QKS^*(\tau)$ tarafından belirtilen $\hat{\alpha}_0(\tau)$, $\hat{\alpha}_1(\tau)$, $t_n(\tau)$ ve QKS testlerin bootstrap mevkidaşı hesaplanır.
6. 2. adımdan 5. adıma kadar 10.000 kez bootstrap sayısı için tekrarlanır.
7. $\alpha_0^*(\tau)$, $\alpha_1^*(\tau)$, $t_n^*(\tau)$, $QKS^*(\tau)$ testlerinin bootstrap değerlerinin ampirik dağılım fonksiyonları hesaplanır ve temel hipotez altında ilgili testlerin kümülatif dağılım fonksiyonlarına bir yaklaşım olarak bu ampirik dağılım fonksiyonu kullanılır.
8. Çıkarım yapmak için bootstrap p-değeri kullanılır. Ayrıca, $\hat{\alpha}_0(\tau)$ ve $\hat{\alpha}_1(\tau)$ için bootstrap güven aralıkları sırasıyla $\widehat{\alpha}_0^*(\tau)$ ve $\widehat{\alpha}_1^*(\tau)$ 'nin ampirik dağılım fonksiyonlarından elde edilebilir.

Böylece çeşitli desiller gibi bazı kantiller için de durumlar incelenebilmektedir. Uygulamada bu özellik çok önemlidir. Farklı kantillerin farklı ekonomik durumlara karşılık geldiği varsayıldığında, birim kök davranışlarının bu ekonomik durumlarla değişip değişmediği belirlenebilmektedir.

V. AMPİRİK BULGULAR

Bu bölümde BİST100 endeksinin farklı frekanslarının Koenker-Xiao (2004) ve ADF (1981) uygulama sonuçlarına yer verilerek, karşılaştırma yapılmaktadır. Farklı frekanslara ait birim kök test sonuçları aşağıdaki gibidir:

Tablo II. ADF Test Sonuçları

	Günlük	Haftalık	Aylık	Çeyreklik	Yıllık	
Augmented Dickey-Fuller test istatistiği	-0.0846	-0.1257	-0.4413	-0.4773	1.587801	
Olasılık	0.9493	0.9447	0.8985	0.8893	0.9988	
Test kritik değerleri	1%	-3.4315	-3.4364	-3.4575	-3.5144	-3.8574
	5%	-2.8619	-2.8641	-2.8734	-2.8981	-3.0404
	10%	-2.5670	-2.5682	-2.5732	-2.5864	-2.6606

Tablo II'deki birim kök test sonuçlarına göre 2003-2023 dönemini kapsayan veri kümesi için birim kök testi ADF test istatistik sonuçlarına göre tüm frekanslardaki serilerin birim kök içerdiği görülmektedir.

Koenker-Xiao (2004) kantil birim kök testi, BİST100 endeksinin farklı frekansları olan 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 desilleri için uygulanmaktadır. Tablo III'teki günlük frekans için Borsa İstanbul'un kantil birim kök sonuçları verilmektedir. ADF testine göre birim kök içeren günlük veri setinin yüksek kantillerde ([0.7 0.8 0.9]) temel hipotezi reddederek durağan olduğu görülmektedir. Yani, borsaya gelen iyi haberlerde endeks ortalamaya dönme eğilimi gösterirken, düşük ve orta kantillerde gelen kötü ve ortalama düzeyindeki haberlerde seri birim köklü yani kalıcılık göstermektedir.

Tablo III. Koenker-Xiao (2004) Kantil Birim Kök Test Sonuçları (günlük)

τ (kantil)	Katsayı (α_1)	Birim kök	$t_n(\tau)$	kritik değer
0.1	1.0029	1	4.5870	-2.7673
0.2	1.0027	1	5.7327	-2.8151
0.3	1.0022	1	5.5463	-2.7976
0.4	1.0012	1	3.6015	-2.7438
0.5	1.0003	1	1.0035	-2.6543
0.6	0.9997	1	-0.8421	-2.5635
0.7	0.9989	0	-3.0383*	-2.4450
0.8	0.9980	0	-5.0526*	-2.3800
0.9	0.9971	0	-4.6971*	-2.1245
QKS		0	5.7327*	2.7365

Not: * %5 anlamlılık düzeyini belirtmektedir.

Tablo IV. Koenker-Xiao (2004) Kantil Birim Kök Test Sonuçları (haftalık)

τ (kantil)	Katsayı (α_1)	Birim kök	$t_n(\tau)$	kritik değer
0.1	1.0039	1	1.0764	-2.572
0.2	1.0027	1	1.009	-2.6507
0.3	1.0004	1	0.1815	-2.6987
0.4	0.9993	1	-0.3892	-2.6338
0.5	0.9999	1	-0.0507	-2.5974
0.6	0.9984	1	-0.9339	-2.5746
0.7	0.9980	1	-1.0821	-2.5322
0.8	0.9986	1	-0.724	-2.4507
0.9	0.9960	1	-1.4525	-2.5116
QKS		1	1.4525	2.7834

Tablo V. Koenker-Xiao (2004) Kantil Birim Kök Test Sonuçları (aylık)

τ (kantil)	Katsayı (α_1)	Birim kök	$t_n(\tau)$	kritik değer
0.1	0.9930	1	-0.5402	-2.6102
0.2	1.0121	1	1.1838	-2.4517
0.3	1.0000	1	0.0000	-2.5292
0.4	0.9965	1	-0.3335	-2.5692
0.5	0.9835	1	-1.6278	-2.6105
0.6	0.9880	1	-1.3749	-2.5390
0.7	0.9922	1	-0.9167	-2.5587
0.8	0.9929	1	-0.8101	-2.5772
0.9	0.9949	1	-0.2970	-2.5309
QKS		1	1.6278	2.8144

Tablo VI. Koenker-Xiao (2004) Kantil Birim Kök Test Sonuçları (çeyreklik)

τ (kantil)	Katsayı (α_1)	Birim kök	$t_n(\tau)$	kritik değer
0.1	1.0098	1	0.1505	-2.1582
0.2	0.9897	1	-0.247	-2.5293
0.3	0.9715	1	-1.1061	-2.4361
0.4	0.9623	1	-1.3332	-2.5912
0.5	0.9665	1	-1.3947	-2.7262
0.6	0.9602	1	-1.4543	-2.7244
0.7	0.9765	1	-0.6682	-2.3657
0.8	0.9538	1	-1.2449	-2.5363
0.9	1.0294	1	0.3413	-2.5642
QKS		1	1.4543	2.7913

Tablo IV, V, VI haftalık, aylık, çeyreklik Borsa İstanbul serisinin kantil birim kök test sonuçlarını göstermektedir. BİST100'ün haftalık, aylık ve çeyreklik frekanslarına göre de tüm kantillerde seriler birim kök içermektedir.

Tablo VII. Koenker-Xiao (2004) Kantil Birim Kök Test Sonuçları (yıllık)

τ (kantil)	Katsayı (α_1)	Birim kök	$t_n(\tau)$	kritik değer
0.1	1.7759	0	-3.9763	-2.12
0.2	1.3871	1	2.4879	-2.1714
0.3	1.3423	1	1.6594	-2.12
0.4	1.4961	1	2.6142	-2.2774
0.5	1.0828	1	0.4413	-2.2122
0.6	1.0883	1	0.3226	-2.342
0.7	1.1175	1	0.605	-2.2455
0.8	1.0349	1	0.1682	-2.5438
0.9	1.5645	0	-4.3457	-2.5095
QKS		0	4.3457	2.758

Not: * %5 anlamlılık düzeyini belirtmektedir.

ADF test istatistik sonucuna göre birim köke sahip yıllık endeks serisinin kantil birim kök testi, en yüksek [0.9] ve en düşük [0.1] kantillerde durağan olduğunu göstermektedir (Tablo VII). Yani, en iyi ve en kötü şokları oluşturan uç kantillere denk gelen iyi ve kötü haberlerde endeks ortalamaya dönme eğilimi göstermektedir. Ancak yıllık kapanış verisinde çok fazla yıl içi gözlem göz ardı edildiği için frekanslar ne kadar günlük veriye yaklaşıyorsa o kadar daha güvenilir sonuçlar beklenmektedir.

VI. SONUÇ

Bu çalışma, Borsa İstanbul endeksinin dinamik yapısını doğrusal kantil birim kök testi ile inceleyerek uzun vadeli etkinliği hakkında çıkarımlar sağlamaktadır. Verilerin kalın kuyruk dağılımı, klasik doğrusal birim kök testlerinin gücünü sorgulatmaktadır. Bu nedenle, normal olmayan dağılımlarda dirençli çıkarım için alternatif olan kantil regresyon yaklaşımı, tek bir koşullu merkezi eğilim ölçüsüne güvenmek yerine araştırmacının bir dizi koşullu kantil fonksiyonunu keşfetmesine olanak tanımaktadır ve böylece çeşitli koşullu heterojenlik biçimlerini açığa çıkarmaktadır. Literatürdeki teorik çalışmalar göstermektedir ki, kantil birim kök testleri, büyük güç kazanımlarının elde edildiğini gösteren bir dizi Monte Carlo simülasyonu tarafından gösterilen sonlu örneklerde çok iyi performans göstermektedir. Ayrıca, normal olmayan kalın kuyruklu dağılım durumunda, kantil birim kök testleri, geleneksel EKK dayanan birim kök testlerinden daha dirençli olduğu görülmektedir. Bu

nedenle, bu çalışmada ADF'nin kantil karşılığı olan Koenker-Xiao (2004) doğrusal kantil birim kök testi uygulanmaktadır.

Kantil birim kök testleri şok büyüklüğü ve işaretine göre seri dinamiklerinin incelenmesi fırsatını sunmaktadır. Sonuçlardan da görüleceği üzere, kantil birim kök testi, klasik birim kök testlerine göre daha fazla durağanlığı destekleyici kanıt sunmaktadır. Günlük frekanstaki sonuçlara göre asimetrik dinamiklerin varlığı açıkça görülmektedir. Borsaya gelen iyi haberler geçici davranış sergilerken, kötü haberler kalıcı davranış sergilemektedir. Bu gelişmekte olan ülke borsaları için beklenen bir asimetri olarak görülmektedir.

Bu çalışma 2003-2023 gibi geniş bir dönemi kapsamakta ve içerisinde çeşitli şoklar bulundurmaktadır. Tüm dönemi kapsayan tek bir istatistik değeri ile değerlendirilmesi, veri dönemindeki çeşitli şok büyüklüklerini yakalayamamaktadır. Kantil otoresyon sürecine dayanan kantil birim kök testleri şok büyüklüklerini dikkate alarak iyi ve kötü haberlere verilen asimetrik dinamiklere imkân sağlamaktadır.

Kantil birim kök test istatistik sonuçları göstermektedir ki, günlük veride düşük kantiller birim kök içermektedir, yüksek kantillerin ise durağan olduğu görülmektedir. Yani, borsada kötü haberler kalıcı iken, iyi haberlerin geçici olduğu görülmektedir. Bu durum asimetrik dinamiğin varlığını da ortaya koymaktadır. QKS (Quantile Kolmogorov-Smirnov) test istatistiğinde ise tüm kantillerdeki $t_n(\tau)$ 'nin mutlak değerce supremumu alınmaktadır ve kendi kritik değeri ile karşılaştırıldığında durağan olduğu sonucuna varılmaktadır. Haftalık, aylık ve çeyreklik borsa endeksi için Koenker-Xiao (2004) kantil birim kök testi günlük borsa endeksinden farklı olarak tüm kantillerde birim kök içermektedir. Yıllık seri de ise en yüksek ve en düşük kantillerde durağanlık görülmektedir. Bu durum, o dönemdeki en iyi ve en kötü haber niteliğindeki desillerin ortalamaya dönme eğilimi olduğunu göstermektedir. Ancak, yıllık kapanış verileri, yıl içerisindeki birçok şoku göstermediği için günlük veriler her zaman daha gerçekçi bilgiler vermektedir.

Sonuçlardan da görüldüğü gibi ilk kantiller ve son kantiller birbirlerinden farklı sonuçlar vermektedir. Burada önemli olan şokların asimetrisi ve büyüklüğüdür. Piyasaya gelen kötü haberler (ilk kantiller) piyasada kalıcılık (persistence) gösterirken; iyi haberlerin (son kantiller) etkisinin geçici olduğu, yani serinin ortalamaya geri dönüş eğiliminde olduğu görülmektedir. Bu durum pozitif ve negatif şokların asimetrisini ortaya koymaktadır. Böylece çeşitli desiller gibi bazı kantiller için de durumlar incelenebilmektedir. Farklı kantillerin farklı ekonomik durumlara karşılık geldiği varsayıldığında, birim kök

davranışlarının bu ekonomik durumlarla değişip değişmediği belirlenebilmektedir. Ayrıca, asimetriklik menkul kıymetler piyasasında varlık fiyatlamasında önemli rol oynamaktadır.

REFERANSLAR

- Aga, M., & Kocaman, B. (2008). Efficient market hypothesis and emerging capital markets: empirical evidence from Istanbul stock exchange. *International Research Journal of Finance and Economics*, 13(1), 131-144.
- Akgun, A., & Sahin, I. (2017). The testing of efficient market hypothesis in Borsa Istanbul. *Annals Constantin Brancusi U. Targu Jiu, Letters & Soc. Sci. Series*, 35.
- Aliyev, F. (2019). Testing market efficiency with nonlinear methods: Evidence from Borsa Istanbul. *International Journal of Financial Studies*, 7(2), 27.
- Altuntaş, M., Kiliç, E., Pazarci, Ş., & Alican, Umut (2022). Borsa İstanbul Alt Endekslerinde Etkin Piyasa Hipotezinin Test Edilmesi: Fourier Kırılmalı ve Doğrusal Olmayan Birim Kök Testlerinden Kanıtlar. *Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 169-185.
- Bahmani-Oskooee, M., Chang, T., Chen, T. H., & Tzeng, H. W. (2016). Revisiting the efficient market hypothesis in transition countries using quantile unit root test. *Economics Bulletin*, 36(4), 2171-2182.
- Barberis, N., Shleifer, A., & Vishny, R. (1998). A model of investor sentiment. *Journal of financial economics*, 49(3), 307-343.
- Baur, D. G., Dimpfl, T., & Jung, R. C. (2012). Stock return autocorrelations revisited: A quantile regression approach. *Journal of Empirical Finance*, 19(2), 254-265.
- Bektur, Ç., & Aydın, M. (2019). Borsa İstanbul Ve Alt Endekslerinde Zayıf Formda Piyasa Etkinliğinin Analizi: Fourier Yaklaşımı. *Akademik İncelemeler Dergisi*, 14(2), 59-76.
- Bernstein, P. L. (1999). Why the efficient market offers hope to active management. *Journal of Applied Corporate Finance*, 12(2), 129-136.
- Bofinger, E. (1975). Estimation of a density function using order statistics 1. *Australian journal of statistics*, 17(1), 1-7.
- Bulut, Ü. (2016). Testing the Weak Form of the Efficient Market Hypothesis: The Case of Turkey. *EconWorld2016*.
- Cox, D. D., & Llatas, I. (1991). Maximum likelihood type estimation for nearly nonstationary autoregressive time series. *The Annals of Statistics*, 1109-1128.
- 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.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 1057-1072.
- Engle, R. F., & Manganelli, S. (2004). CAViaR: Conditional autoregressive value at risk by regression quantiles. *Journal of business & economic statistics*, 22(4), 367-381.
- Fama, E. F. (1970). Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. *The journal of Finance*, 25(2), 383-417.
- Feng, Y., Chen, R., & Basset, G. W. (2008). Quantile momentum. *Statistics and its interface*, 1, 243-254.
- Gozbasi, O., Kucukkaplan, I., & Nazlioglu, S. (2014). Re-examining the Turkish stock market efficiency: Evidence from nonlinear unit root tests. *Economic Modelling*, 38, 381-384.
- Grossman, S. (1976). On the efficiency of competitive stock markets where trades have diverse information. *The Journal of finance*, 31(2), 573-585.

- Grossman, S. J., & Stiglitz, J. E. (1980). On the impossibility of informationally efficient markets. *The American economic review*, 70(3), 393-408.
- Hallin, M., Jurečková, J., Picek, J., & Zahaf, T. (1999). Nonparametric tests of independence of two autoregressive time series based on autoregression rank scores. *Journal of statistical planning and inference*, 75(2), 319-330.
- Hasan, M. N., & Koenker, R. W. (1997). Robust rank tests of the unit root hypothesis. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 133-161.
- Herce, M. A. (1996). Asymptotic theory of LAD estimation in a unit root process with finite variance errors. *Econometric Theory*, 12(1), 129-153.
- Jiang, J., & Li, H. (2020). A new measure for market efficiency and its application. *Finance research letters*, 34, 101235.
- Juhl, T. (1999). Testing for cointegration using M estimators. *preprint*.
- Kılıç, Y. (2020). Adaptive market hypothesis: Evidence from the Turkey stock market. *Journal of Applied Economics and Business Research*, 10(1), 28-39.
- Kilic, Y., & Fatih, M. B. (2016). The efficient market hypothesis: Evidence from Turkey. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 6(10), 262-272.
- Knight, K. (1989). Limit theory for autoregressive-parameter estimates in an infinite-variance random walk. *The Canadian Journal of Statistics/La Revue Canadienne de Statistique*, 261-278.
- Knight, K. (1991). Limit theory for M-estimates in an integrated infinite variance. *Econometric Theory*, 7(2), 200-212.
- Koenker, R., & Bassett Jr, G. (1978). Regression quantiles. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 33-50.
- Koenker, R., & Xiao, Z. (2004). Unit root quantile autoregression inference. *Journal of the American statistical association*, 99(467), 775-787.
- Koenker, R., & Xiao, Z. (2006). Quantile autoregression. *Journal of the American statistical association*, 101(475), 980-990.
- Koul, H. L., & Mukherjee, K. (1994). Regression quantiles and related processes under long range dependent errors. *Journal of multivariate analysis*, 51(2), 318-337.
- Koul, H. L., & Saleh, A. M. E. (1995). Autoregression quantiles and related rank-scores processes. *The Annals of Statistics*, 23(2), 670-689.
- Lucas, A. (1995). Unit root tests based on M estimators. *Econometric Theory*, 11(2), 331-346.
- Ma, L., & Pohlman, L. (2008). Return forecasts and optimal portfolio construction: a quantile regression approach. *The European Journal of Finance*, 14(5), 409-425.
- Nartea, G. V., Valera, H. G. A., & Valera, M. L. G. (2021). Mean reversion in Asia-Pacific stock prices: New evidence from quantile unit root tests. *International Review of Economics & Finance*, 73, 214-230.
- Novak, I. (2019). Efficient market hypothesis: case of the Croatian capital market. *InterEULawEast: journal for the international and european law, economics and market integrations*, 6(1), 3-20.
- Özdemir, M. (2022). Analyzing the Efficient Market Hypothesis with the Structural Break and Nonlinear Unit Root Tests: An Application on Borsa İstanbul. *Ekoist: Journal of Econometrics and Statistics*, (37), 257-282.

- Ozdemir, Z. A. (2008). Efficient market hypothesis: evidence from a small open-economy. *Applied Economics*, 40(5), 633-641.
- Phillips, P. C. (1995). Fully modified least squares and vector autoregression. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1023-1078.
- Rogers, A. J. (2001). Least absolute deviations regression under nonstandard conditions. *Econometric Theory*, 17(4), 820-852.
- Rothenberg, T. J., & Stock, J. H. (1997). Inference in a nearly integrated autoregressive model with nonnormal innovations. *Journal of Econometrics*, 80(2), 269-286.
- Siddiqui, M. M. (1960). Distribution of quantiles in samples from a bivariate population. *J. Res. Nat. Bur. Standards B*, 64, 145-150.
- Veronesi, P. (1999). Stock market overreactions to bad news in good times: a rational expectations equilibrium model. *The Review of Financial Studies*, 12(5), 975-1007.
- Weiss, A. A. (1991). Estimating nonlinear dynamic models using least absolute error estimation. *Econometric Theory*, 7(1), 46-68.
- Xiao, Z. (2001). Likelihood-based inference in trending time series with a root near unity. *Econometric Theory*, 17(6), 1082-1112.