

Yayın Geliş Tarihi: 03.08.2024
Yayına Kabul Tarihi: 24.01.2025
Online Yayın Tarihi: 15.03.2025
<http://dx.doi.org/10.16953/deusosbil.1527683>

Dokuz Eylül Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi
Cilt: 27, Sayı: 1, Yıl: 2025, Sayfa: 346-359
E-ISSN: 1308-0911

Araştırma Makalesi

BRICS-MT ÜLKELERİNDE KRONİK HASTALIK MORTALİTE HIZLARI: BOX-JENKİNS METODU İLE GELECEK PROJEKSİYONU

*Birol YETİM**

Öz¹

Son yıllarda kronik hastalıklar dünya genelinde önemli sağlık sorunlarından biri olarak ön plana çıkmaktadır. Çünkü bu hastalıklar nedeni ile her yıl milyonlarca insan hayatını kaybetmektedir. Ancak kronik hastalık ölümlerinin gelecek seyri net değildir. Bu nedenle, bu çalışmada BRICS-MT ülkelerinde her 100 bin kişiye düşen ölüm sayılarının 2035 yılına kadar tahmin edilmesi amaçlanmaktadır. Çalışma amacına ulaşabilmek için Institute for Health Metrics and Evaluation tarafından yayımlanan ölüm hızları istatistikleri dikkate alınmıştır. Verilerin analizinde ise 1970 yılında Box ve Jenkins tarafından zamansal veri analizleri için geliştirilen ARIMA kullanılmıştır. Çalışma sonucunda BRICS-MT ülkelerinde kronik hastalık ölümlerinin önümüzdeki yıllarda da artarak devam edeceği belirlenmiştir. Özellikle Çin, Brezilya ve Meksika'da daha büyük artışlar olacağı tespit edilmiştir. Türkiye ve Güney Afrika için ise artışların daha sınırlı olacağı öngörülmektedir. Kronik hastalıkların toplum sağlığı ve sistem üzerindeki olumsuz etkilerini ortadan kaldırabilmek için ise eylem planlarının hazırlanması ve kronik hastalıklarla topyekûn mücadele edilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Mortalite ARIMA, BRICS-MT, Gelecek Projeksiyonu.

Bu makale için önerilen kaynak gösterimi (APA 6. Sürüm):

Yetim, B. (2025). BRICS-MT ülkelerinde kronik hastalık mortalite hızları: Box-Jenkins Metodu ile gelecek projeksiyonu. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 27 (1), 346-359.

* Arş. Gör. Dr., Muş Alparslan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Sağlık Yönetimi Bölümü, <https://orcid.org/0000-0002-1294-1874>, b.yetim@alparslan.edu.tr

¹ Araştırma için etik kurul iznine gerek bulunmamaktadır.

CHRONIC DISEASE MORTALITY RATES IN BRICS-MT COUNTRIES: FUTURE PROJECTIONS USING THE BOX-JENKINS METHOD

Abstract

In recent years, chronic diseases have emerged as significant health issues globally, resulting in millions of deaths annually. However, the future trajectory of chronic disease-related mortality remains uncertain. Therefore, this study aims to forecast the number of deaths per 100,000 people in the BRICS-MT countries by the year 2035. The study utilizes mortality rate statistics published by the Institute for Health Metrics and Evaluation. The ARIMA model, developed by Box and Jenkins in 1970 for time series data analysis, was employed to analyse the data. The results indicate that deaths due to chronic diseases in BRICS-MT countries are expected to continue in the coming years. Notably, significant increases are projected in China, Brazil, and Mexico. In contrast, more limited increases are anticipated in Turkey and Russia. To mitigate the adverse effects of chronic diseases on public health and the healthcare system, comprehensive action plans should be developed, and a concerted effort must be made to combat chronic diseases.

Keywords: Mortality, ARIMA, BRICS-MT, Future Projection.

GİRİŞ

Son yıllarda, kronik hastalıklar tüm dünyada önemli bir sağlık sorunu olarak gündemdeki yerini korumaktadır (Yach vd., 2004). Bu durumun temel nedeni ise söz konusu hastalıkların çoğu zaman uzun süreli bir seyir izlemesi, hasta ve yakınlarının yaşam kalitelerini düşürmesi ve tedavisinin de oldukça zor olmasıdır (Whelan, 2002; Megari, 2013; Preto vd., 2016; Schmidt, vd., 2016; Krawczyk-Suszek vd., 2024). Bu hastalıkların başında kardiyovasküler hastalıklar, kanserler, tip 2 diyabet ve solunum yolu hastalıkları gelmektedir (Hacker, 2024). Kronik hastalıklar hastalarda fiziksel ve zihinsel işlev kayıplarına neden olmaktadır. Bu nedenle de hasta ve yakınlarının günlük yaşantılarını büyük ölçüde kısıtlamakta ve bağımsız bir yaşam sürmelerini engellemektedir (Fernandes vd., 2022). Diğer taraftan kronik hastalıklar uzun süreli tedavileri zorunlu kılmakta ve iş gücü kayıpları gibi makroekonomik bazı sorunlara da neden olmaktadır. Bu sorunlar ise ülke ekonomilerini olumsuz etkilemektedir. İş gücü kayıpları aynı zaman hastaların hizmet alım süreçlerini de olumsuz etkilemekte ve sağlık hizmetlerine erişimlerini engellemektedir (Michael vd., 2011; Valtorta ve Hanratty, 2013). Bu nedenle kronik hastalıklar çoğu zaman işgücü piyasalarının yanı sıra sağlık sistemleri ve işleyişi üzerinde de bazı sorunlara neden olmaktadır. Ayrıca kronik hastalıklar nedeniyle her yıl milyonlarca insan hayatını kaybetmektedir. Zira; Dünya Sağlık Örgütü tarafından (2023) yayımlanan veriler incelendiğinde, küresel ölümlerin %74'ünün kronik hastalıklardan kaynaklandığı ve kronik hastalıkların her yıl yaklaşık 40 milyon insanın ölümüne neden olduğu görülmektedir. Bu nedenle de kronik hastalıkların önlenmesi ve yönetimi küresel halk sağlığı açısından kritik bir öneme sahiptir.

Dünya genelinde kronik hastalıkların dağılımı incelendiğinde ise Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ile Avrupa ülkelerinde kronik hastalık kaynaklı ölümlerin diğer ülkelere kıyasla çok daha fazla olduğu görülmektedir. Özellikle de Yunanistan, Bulgaristan, Litvanya ve Sırbistan gibi ülkelerde her 100 bin kişiden her yıl yaklaşık 1200'ü doğrudan kronik hastalıklar nedeni ile hayatını kaybetmektedir. Öte yandan bu oran, Almanya'da 1006, Polonya'da 970, Fransa ve Birleşik Krallıkta ise yaklaşık 766'tır. ABD'de kronik hastalık kaynaklı ölümler ise 2021 yılı itibarıyla 100 binde 791'dir. Bu açıdan ele alındığında, kronik hastalıkların sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeyi görece daha yüksek ülkelerde çok daha önemli ve ölümcül bir sağlık sorunu olduğu görülmektedir. Diğer taraftan Asya, Afrika ve Güney Amerika ülkelerinde ise kronik hastalık ölümlerinin daha düşük olduğu söylenebilir (Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME), 2024). Bu durumun temel nedeninin ise gelişmiş ülkelerde artan yaşam süresi ve yaşlılığın getirdiği riskler olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle Brezilya, Meksika ve Türkiye gibi halihazırda gelişmekte olan ülkelerde kronik hastalıkların çok yakın zamanda oldukça ölümcül bir problem olacağı tahmin edilmektedir. Zira; söz konusu ülkelerin nüfusları her geçen gün yaşlanmakta ve bu ülkelerde yaşlı nüfusun toplum içerisindeki oranı hızla artış göstermektedir. Dahası bu ülkelerde ortalama yaşam süresi de benzer şekilde bir artış ivmesi içerisindedir. Dünya Bankası (2024) tarafından yayımlanan istatistiklerde bu durum açık şekilde görülmektedir. Örneğin, Brezilya'da 1980 yılında yaklaşık 62 olan ortalama yaşam süresi 2000 yılında 70'e, 2020 yılında ise 74'e yükselmiştir. Meksika, Çin ve Türkiye için de benzer bir durum söz konusudur. 1980'lerde Türkiye'de bir insan ortalama 63 yıl ömür sürerken günümüzde yaklaşık 80 yıl yaşamaktadır. Ayrıca 65 yaş üstü nüfus da bu ülkelerin tamamında oldukça önemli bir yer tutmaktadır.

Söz konusu ülkelerde artan yaşam beklentisi ve nüfustaki yaşlanma ile yakın zamanda kronik hastalıkların görülme sıklığı ve ölüm hızlarında kayda değer bir artış olacağı düşünülmektedir (Nugent, 2008). Ancak bu artış hızının ne olacağı ise henüz net değildir. Literatürde ise bu konuda sınırlı sayıda da olsa ABD gibi ülkelerde bazı ampirik çalışmaların (Joly vd., 2013; Pearson-Stuttard, 2016; Anah ve Chiu, 2023) yapıldığı görülmektedir. Oysa Çin, Meksika, Brezilya ve Türkiye gibi ülkelerde bu türden bir çalışmaya rastlanamamıştır. Bu durum söz konusu ülkelerde başta kaynak tahsisi ve hizmet sunum organizasyonu olmak üzere birçok alanda belirsizliklere neden olmaktadır. Özellikle de etkili ve sürdürülebilir bir yönetim için başta politika yapıcılar ve karar vericiler olmak üzere sektör paydaşlarının tamamının kronik hastalıklar ile ilgili gelecek tahminlerde bulunması gerekmektedir. Bu nedenle bu çalışmada başta Türkiye olmak üzere benzer sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeyine sahip BRICS-MT ülkelerinde kronik hastalık ölümlerinin gelecek projeksiyonunun ortaya konulması amaçlanmaktadır.

YÖNTEM

Bu çalışmanın temel amacı, BRICS-MT ülkelerinde kronik hastalık kaynaklı ölümlerinin geçmiş dönem hareketliliklerini incelemek ve gelecek yıllardaki olası seyrini ortaya koymaktır. Çalışma kapsamında ayrıca söz konusu ülkeler arasında karşılaştırmalı analizler yapmak ve politika yapıcı ve karar vericilere kanıta dayalı bilgiler sunmak da amaçlanmaktadır. Çalışmanın amaçlarına ulaşabilmek için IHME tarafından yayımlanan ölüm istatistiklerinden yararlanılmıştır. Çalışmanın bağımlı değişkeni ise BRICS-MT ülkelerinde her 100 bin kişiye düşen kronik hastalık ölüm sayısıdır. Bu kapsamda söz konusu ülkelerin 1990-2021 yılları arasında her 100 bin kişide görülen kronik hastalık kaynaklı ölüm sayıları dikkate alınarak her biri için ayrı ayrı tahminde bulunulmuştur.

Çalışma verilerinin analizinde ise 1970'li yıllarda Box ve Jenkins tarafından geliştirilen ve ARIMA olarak da bilinen AutoRegressive Integrated Moving Average (Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama) modeli kullanılmıştır. Box-Jenkins ya da literatürde adı ile ARIMA, esasında zamansal verilerdeki değişimleri modellemek ve gelecek tahmininde bulunmak için geliştirilmiş ekonometrik bir analiz tekniğidir. Bu teknik birbirinden farklı iki yöntem olan otoregresif (AR) ve hareketli ortalama (MA) modellerinin bir arada kullanılmasına olanak tanımaktadır. Ancak AR ve/veya MA modelleri, durağan ve tek değişkenli verilerin analizinde kullanılabilir (Box, 2013). Bu nedenle de analizlere başlamadan önce ilgili verilerin durağan bir yapıya sahip olup olmadığının test edilmesi gerekmektedir. Durağanlık ise ARIMA modelinin ismindeki "I" harfi ile sembolize edilmektedir. Ancak ilgili literatürde AR modeli için "p", MA için "q" ve durağanlık için "d" kısaltmalarının da kullanıldığını görmek mümkündür. Diğer taraftan verilerin durağan olmaması durumunda ise ilgili değişkene fark alma işlemi uygulanmakta ve durağan hale gelmesi sağlanmaktadır. Fark alma işlemi ise veriler durağan hale gelinceye kadar devam etmektedir. Veriler durağan hale getirildikten sonra Akaike (AIC) ve Schwarz (BIC) gibi bilgi kriterleri kullanılarak AR ve MA modelleri için uygun gecikme uzunluklarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu noktada ARIMA, geçmiş dönem verilerinin mevcut dönemi nasıl etkilediğini ortaya koymaya çalışmakta (Nau, 2014; Box vd., 2015; Pan vd., 2016) ve model sonucunda elde ettiği formül ile geleceğe ilişkin öngöründe bulunmaktadır. Söz konusu öngörü ise aşağıdaki formül yardımı ile yapılmaktadır.

$$X_t = \varphi_1 \Delta^d x_{t-1} + \varphi_2 \Delta^d x_{t-2} + \dots + \varphi_p \Delta^d x_{t-p} + \epsilon_t - \theta_1 \epsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \epsilon_{t-q}$$

Yukarıdaki formülde yer alan X_t terimi, gözlemin t zamanındaki değerini; d terimi, veriye kaç kez fark alma işlemi uygulandığını; φ terimi, AR parametresini ve p terimi ise AR terimlerinin sayısını ifade etmektedir. Öte yandan formülde yer alan θ terimi, MA modeli parametresini; q , MA terimlerinin sayısını ve ϵ_t hata terimlerini göstermektedir.

ARIMA modellerindeki hata terimleri, model performansını ortaya koymak için kullanılan tanısal testlerdir. Bu tanısal testlerden en sık kullanılanı, kalıntıların

normallik dağılımı testleri ve otokorelasyon grafikleridir. Ancak söz konusu testlerin yanı sıra ARIMA modellerinde ortalama hata (mean error (me)), kök ortalamaların karesel hatası (root mean squared error (rmse)), ortalama mutlak hata (mean absolute error (mae)), ortalama yüzde hata (mean percentage error (mpe)) ve ortalama mutlak yüzde hata (mean absolute percentage error (mape)) gibi testlerde kullanılmaktadır. Ayrıca modellerde otokorelasyon sorunu olup olmadığı da genellikle Durbin Watson istatistikleri ile değerlendirilmektedir. Hata terimleri ve model performansı ile ilgili testlerden sonra ise gelecek yıllara ilişkin tahminlerde bulunmaktadır.

Çalışma verileri, RStudio programında yer alan “forecast”, “urca”, “tseries” ve “broom” paketleri ile Eviews’in 12’nin ücretsiz öğrenci (EViews Student Version Lite) sürümü kullanılarak analiz edilmiştir.

BULGULAR

BRICS-MT ülkelerinde kronik hastalık kaynaklı ölümlere ilişkin durağanlık test sonuçları Tablo 1’de verilmiştir. Tablo 1’de yer alan Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Person (PP) test sonuçları incelendiğinde ise kronik hastalık ölüm hızlarının hiçbir ülkede seviyede durağan olmadığı ($p > 0,05$) ve Brezilya, Hindistan, Rusya, Güney Afrika ve Meksika’da birinci dereceden fark alma işlemi sonrasında durağan hale geldiği görülmektedir. Çin ve Türkiye’de ise veriler, ikinci dereceden fark alma işleminden sonra durağan hale gelmektedir ($p < 0,05$). Bu nedenle, kurulan ARIMA modellerinin d değerleri Çin ve Türkiye için 2, diğer ülkeler için ise 1 olarak belirlenmiştir.

Tablo 1: Birim Kök Testi Sonuçları

Ülkeler	Seviyede		I. Derece		II. Derece	
	ADF	PP	ADF	PP	ADF	PP
Brezilya	-1,299	-10,330	-3,642*	-30,018*	-	-
Rusya	-1,675	-6,695	-5,071*	-22,682*	-	-
Hindistan	-1,467	-3,145	-2,876	-18,745*	-	-
Çin	-1,537	-6,122	-2,512	-15,491	-3,632*	-22,282*
Güney Afrika	-0,954	-1,015	-4,332*	-30,019*	-	-
Meksika	-1,077	-2,190	-4,148*	-27,029*	-	-
Türkiye	-2,075	-3,019	-0,996	-11,624	-2,985	-24,293*

* $p < 0,05$, ADF ve PP birim kök testleri için dikkate alınan tablo değeri -3,410’dur.

AR ve MA modelleri için uygun gecikme uzunluklarına ilişkin AIC ve BIC bilgi kriterlerine ilişkin sonuçlar Tablo 2’de verilmiştir. Ancak bu çalışmada uygun AR ve MA değerlerinin belirlenmesinde AIC ve BIC bilgi kriterlerinin yanı sıra söz konusu modellerin geçmiş dönem performansları, kalıntılarına ilişkin tanısallık testleri

ve hata terimleri de dikkate alınmıştır. Kurulan modeller içerisinde hata terimlerinin en düşük, model performansının en yüksek olduğu modeller seçilmeye çalışılmıştır. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda ise en iyi modellerin en düşük AIC bilgi kriterine sahip olan modeller olduğu ortaya konmuştur. Bu noktada Tablo 2’de yer alan AIC ve BIC bilgi kriterlerine göre Brezilya ve Güney Afrika için en uygun model, AR ve MA değerlerinin 1 olduğu ARIMA (1,1,1) modelidir. Rusya için ise hata terimlerinin en düşük olduğu model, AR değerinin 0 ve MA değerinin 1 olduğu ARIMA (0,1,1) modelidir. Ancak Rusya için kurulan modelde hareketli ortalamadaki değişimin yanı sıra sabit değişken teriminin de dikkate alındığı gözlemlenmiştir. Benzer bir şekilde Hindistan (ARIMA (0,1,1), sabit) ve Meksika (ARIMA (1,1,1), sabit) için kurulan modellerde de p ve q değerlerinin yanı sıra sabit değişken teriminin de ilgili modele dahil edildiği görülmektedir. Diğer ülkelerde ölüm hızlarındaki değişim sadece AR ve/veya MA’daki değişim ile açıklanabilmektedir. Bu açıdan ele alındığında, Çin’de MA değerinin 2 ve Türkiye’de AR değerinin 2 gecikmeli hallerinin alındığı modellerin daha iyi sonuçlar verdiği düşünülmektedir.

Tablo 2: ARIMA Model Seçimi, AIC ve BIC Bilgi Kriterleri

Ülkeler	En İyi Modeller*	AIC	BIC
Brezilya	ARIMA (1,1,0)	192,650	195,518
	ARIMA (1,1,1)	185,800	190,100
	ARIMA (2,1,1)	187,348	193,079
Rusya	ARIMA (0,1,1), sabit	336,077	340,377
	ARIMA (0,1,2), sabit	337,893	343,432
	ARIMA (1,1,0), sabit	336,409	340,556
Hindistan	ARIMA (0,1,1), sabit	186,815	191,123
	ARIMA (1,1,1), sabit	188,399	194,138
	ARIMA (0,1,2), sabit	188,336	194,068
Çin	ARIMA (1,2,2)	210,719	216,323
	ARIMA (0,2,2)	209,774	213,980
	ARIMA (0,2,3)	210,483	216,089
Güney Afrika	ARIMA (1,1,0)	240,859	243,727
	ARIMA (1,1,1)	239,003	243,304
	ARIMA (1,1,2)	240,988	246,723
Meksika	ARIMA (1,1,1), sabit	198,704	204,443
	ARIMA (2,1,1), sabit	200,311	207,479
	ARIMA (0,1,2), sabit	199,239	204,978
Türkiye	ARIMA (0,2,1)	217,242	220,452
	ARIMA (1,2,1)	217,059	221,263
	ARIMA (2,2,0)	214,609	218,820

* Düşük AIC ve BIC bilgi kriterleri olası hata terimlerinin daha düşük, model güvenilirliğinin daha iyi olduğu anlamına gelmektedir.

ARIMA için en uygun AR (p), I (d) ve MA (q) değerleri belirlendikten sonra gerçekleştirilen analiz sonuçları ise Tablo 3'te verilmiştir. Tablo 3'te incelendiğinde modellerden elde edilen hata terimlerinin oldukça düşük olduğu gözlemlenmektedir. Dahası modellerin Durbin-Watson değerleri ise 1,500-2,500 arasında yer almaktadır. Bu açıdan ele alındığında, modellerde bir otokorelasyon problemi olmadığı ve ölüm hızlarındaki trendi başarılı bir şekilde modellediği söylenebilir. Ancak diğer ülkeler ile kıyaslandığında Rusya'da hata terimlerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu noktada, güvenilirliğin en düşük olduğu modelin Rusya için kurulan model olduğu söylenebilir. Diğer taraftan Brezilya, Meksika ve Hindistan için tam tersi bir durum söz konusudur. Bu ülkeler için kurulan modeller, görece çok daha güvenilir sonuçlar üretmektedir. Bu ülkeleri sırasıyla Çin, Türkiye ve Güney Afrika takip etmektedir.

Tablo 3. ARIMA Model Sonuçları

Ülkeler	ARIMA			Hata Terimleri			
	Değişken	Katsayısı	S. H.	MAE	MPE	MAPE	ACF1
Brezilya	AR (1)	0,999*	0,001	3,309	0,241	0,779	-0,135
	MA (1)	-0,982*	0,068				
Rusya	MA (1)	0,352*	0,160	34,832	-0,005	2,948	0,032
	sabit	5,202	11,932				
Hindistan	MA (1)	0,815*	0,128	3,300	0,003	0,861	-0,097
	sabit	3,658*	1,414				
Çin	MA (1)	-0,132	0,163	4,624	0,195	0,740	0,093
	MA (2)	-0,660*	0,159				
Güney Afrika	AR (1)	0,954*	0,071	7,709	0,280	1,912	-0,015
	MA (1)	-0,804*	0,138				
Meksika	AR (1)	-0,486*	0,225	4,230	-0,086	1,153	-0,040
	MA (1)	0,864*	0,124				
	sabit	6,072*	1,166				
Türkiye	AR (1)	0,032	0,182	5,723	0,154	1,211	-0,079
	AR (2)	-0,401*	0,175				

S.H.: Standart Hata; * $p < 0,05$

Tablo 3'te yer alan analiz sonuçları incelendiğinde, Brezilya için AR ve MA katsayılarının 1 gecikmeli hallerinin sırasıyla 0,999 ve -0,982 olduğu ve Brezilya'da kronik hastalık ölüm hızındaki zamansal değişimi istatistiksel olarak anlamlı şekilde açıkladığı görülmektedir ($p < 0,05$). Ancak Rusya için kurulan model sadece hareketli ortalama bileşenin birinci dereceden gecikmeli hali dikkate alınmış ve yapılan analiz sonucunda 0,352 ile istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Hindistan'da ise MA (1) katsayısı 0,815 ve sabit terim 3,658 olarak bulunmuş ve her iki katsayının da anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Benzer bir durum Çin için de geçerlidir. Ancak Çin için kurulan ARIMA modelinde hareketli ortalama (MA) teriminin ikinci dereceden gecikmeli hali dikkate alınmıştır. Güney Afrika'da ise AR (1) ve MA (1) katsayıları sırası ile 0,954 ve -0,804 olarak belirlenmiş ve istatistiki açıdan da anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Türkiye için kurulan modelde ise otoregresif (AR) modellerin 2 gecikmeli hali dikkate alınmıştır ($p < 0,05$).

Tablo 3'te yer alan hata terimleri incelendiğinde ise Brezilya ve Hindistan'ın düşük MAE ve MAPE değerleri ile görece daha başarılı bir performans sergilediği gözlemlenmektedir. Güney Afrika da kabul edilebilir hata düzeyine sahiptir. Ancak Çin, Meksika ve Türkiye için kurulan modellerde MAE ve MAPE terimleri Güney

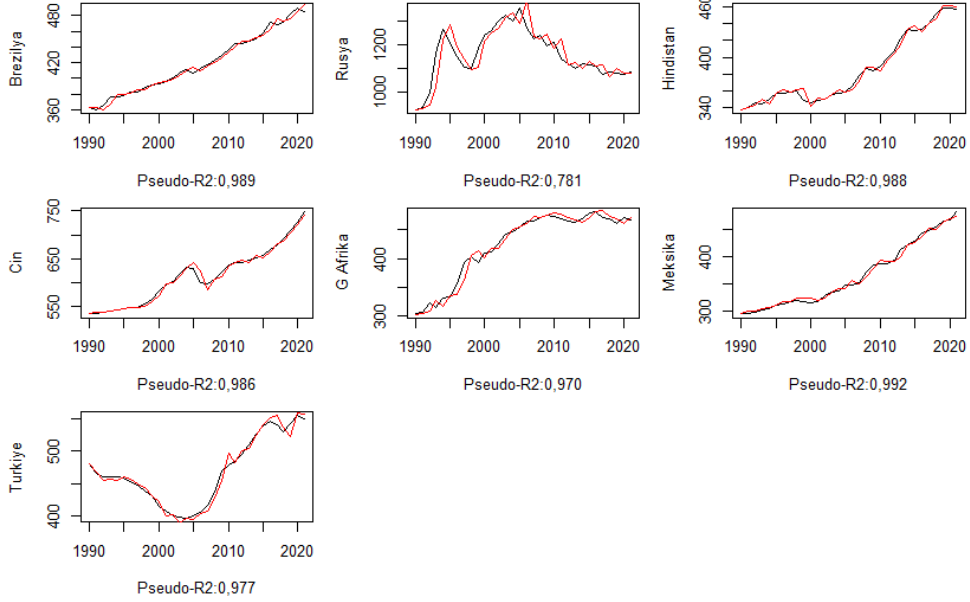
Afrika'ya kıyasla daha düşüktür. Dolayısıyla bu ülkeler için kurulan modellerin çok daha güvenilir sonuçlar ürettiği düşünülmektedir. Diğer taraftan hata terimlerinin en yüksek olduğu model Rusya için kurulan ARIMA modelidir. Bu model diğer ülkeler için kurulan modellere kıyasla daha fazla hata üretmektedir. Bu nedenle de ilgili ülke modelleri arasında tahmin performansının en düşük olduğu model, Rusya modelidir.

ARIMA modelleri sonucunda elde edilen kalıntılara ilişkin test sonuçları ise Tablo 4'te verilmiştir. Tablo 4'te yer alan tersi alınmış AR ve MA kök değerlerinin mutlak değerce 1'den küçük olduğu ve tutarlı sonuçlar ürettiği gözlemlenmektedir. Ljung-Box testleri ise hata serilerinde bir otokorelasyon sorunu olmadığını ortaya koymaktadır ($p>0,05$). Shapiro-Wilk testlerine göre ise hataların Çin dışındaki diğer ülke modellerinin tamamında normal dağılıma sahip olduğu söylenebilir ($p>0,05$).

Tablo 4. Ters Alınmış AR ve MA Kök Test Sonuçları ve Normallik Testi

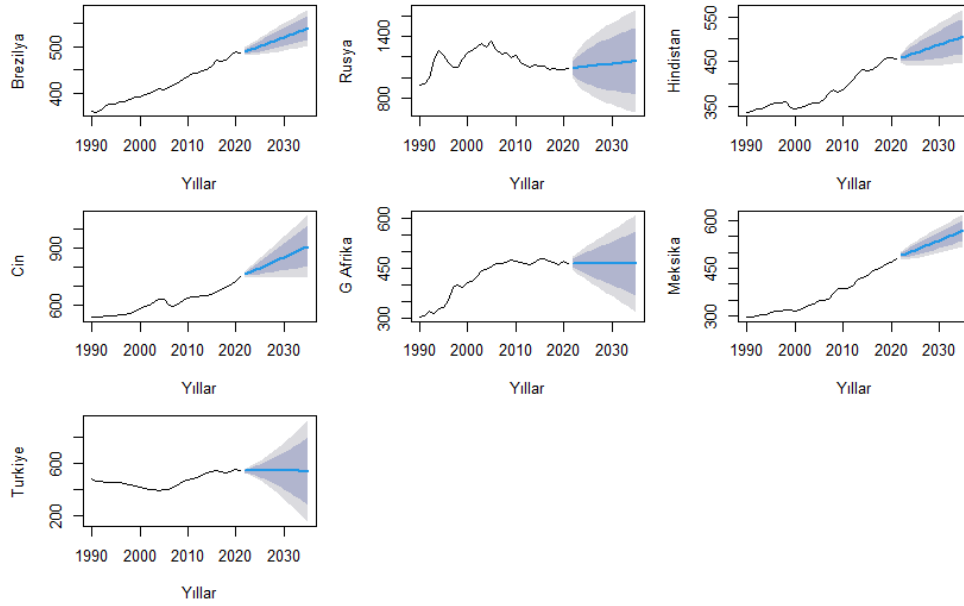
Ülkeler	Tersi Alınmış Kök Test Sonuçları				Shapiro-Wilk		Ljung-Box	
	AR (1)	AR (2)	MA (1)	MA (2)	W	p	Q	p
Brezilya	0,999	-	0,981	-	0,971	0,531	6,901	0,141
Rusya	-	-	-0,352	-	0,964	0,354	4,210	0,519
Hindistan	-	-	-0,814	-	0,964	0,353	5,250	0,386
Çin	-	-	0,881	-0,749	0,837	<0,001	2,739	0,602
Güney Afrika	0,954	-	0,804	-	0,958	0,240	6,634	0,156
Meksika	-0,485	-	-0,864	-	0,960	0,275	4,845	0,303
Türkiye	-0,471	0,401	-	-	0,986	0,944	3,557	0,469

W: Shapiro-Wilk test istatistiği; Q: Ljung-Box test istatistiği

Şekil 1: Modellerin Geçmiş Dönem Performansları

Kurulan modellerin geçmiş dönemdeki ölüm ile ilgili tahminlerinin başarı düzeylerine ilişkin performans analizleri Şekil 1’de verilmiştir. Şekil incelendiğinde, modellerin 1990 ila 2021 yılı verilerini oldukça başarılı tahmin ettiği görülmektedir (Pseudo R²>0,900). Ancak Rusya için kurulan ARIMA modelinin genel performans düzeyi (Pseudo R²:0,781) diğerlerine göre daha düşüktür. En iyi model ise 0,992’lik açıklayıcılık katsayısı ile Meksika’dadır. Türkiye için kurulan model ARIMA (2,2,0) ise kronik hastalık ölüm hızlarındaki trendi 0,977’lik bir oran ile tahmin etmektedir.

Şekil 2: BRICS-MT Ülkelerinde Kronik Hastalık Ölüm Hızı (100 binde), Gelecek Projeksiyonları



Şekil 2’de ise çalışma kapsamında dikkate alınan 7 ülke için kronik hastalık kaynaklı ölüm sayılarının 2035 yılına kadarki tahmini seyrini gösteren grafiğe yer verilmiştir. Şekil incelendiğinde Güney Afrika ve Türkiye dışındaki ülkelerde kronik hastalık ölümlerinin yakın gelecekte de hızla artış göstereceği görülmektedir. Ancak en büyük artışın sırası ile Çin, Meksika ve Brezilya’da olacağı tahmin edilmektedir. Söz konusu ülkeleri ise Hindistan takip etmektedir. Özellikle 2021 yılı ölüm hızları ile kıyaslandığında 2035 yılına gelindiğinde Çin’deki ölümlerin yaklaşık %19 artış ile 100 binde 911’e yükseleceği belirlenmiştir. Söz konusu artış hızının Meksika’da ise yaklaşık %16 olacağı belirlenmiştir. Bu artış hızı ile 2035 yılında Meksika’da her 100 bin kişiden 569’unun hayatını kaybedeceği ön görülmektedir. Çin ve Meksika’yı yaklaşık %14’lük artış hızı ile Rusya takip etmektedir. Güney Afrika’da ise kronik hastalık ölüm hızında kayda değer bir değişim olmayacağı düşünülmektedir. Diğer taraftan Türkiye’de kronik hastalık kaynaklı ölüm hızlarında sınırlı bir artış meydana geleceği ve 2021 yılında 537 olan yüz bin kişiye düşen ölüm sayısının 2035 yılında 542’ye yükseleceği öngörülmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında BRICS-MT ülkelerinde kronik hastalık ölüm hızlarının 2035 yılına kadarki olası seyri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Çalışmanın söz konusu amacına ulaşabilmek için IHME tarafından yayımlanan ölüm verileri kullanılmıştır.

Veriler, Box ve Jenkins tarafından 1970’li yıllarda ortaya atılan ARIMA yöntemi ile analiz edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda BRICS-MT ülkeleri için yedi model oluşturulmuş ve oluşturulan modeller hata terimleri ve otokorelasyon testleri gibi bazı tanısal testler ile değerlendirilmiştir. Söz konusu değerlendirmeler sonucunda ise kurulan modellerin geçmiş verileri oldukça başarılı tahmin ettiği ve genel hatları itibariyle oldukça güvenilir sonuçlar ürettiği tespit edilmiştir. Ayrıca modellerde elde edilen hata terimlerinin de kabul edilebilir düzeyde olduğu söylenebilir.

ARIMA ile yapılan tahminlerde ise BRICS-MT ülkelerinde kronik hastalık ölümlerinin önümüzdeki yıllarda da katlanarak artış göstereceği öngörülmektedir. Söz konusu ülkeler içerisinde en büyük artışın ise %19’luk bir oran ile Çin’de olacağı tahmin edilmektedir. Yapılan analizlerde Çin’i Meksika (%16) ve Rusya’nın (%14) takip edeceği tespit edilmiştir. Ancak Güney Afrika’da kronik hastalık ölüm hızları sabit kalacağı düşünülmektedir. Türkiye’de kronik hastalık kaynaklı ölümlerin ise görece çok daha sınırlı bir artış göstereceği ve 2035 yılına gelindiğinde yaklaşık yüz binde 542 olacağı öngörülmektedir.

Literatürde söz konusu ülkeler üzerinde olmasa dahi farklı ülkelerde benzer çalışmalar yapıldığını görmek mümkündür. Örneğin Ansah ve Chiu, 2023 yılında ABD’de yaptıkları bir çalışmada kronik hastalıkların önümüzdeki yıllarda da artarak devam edeceğini tespit etmişlerdir. Yazarlara göre 2050 yılına kadar ABD’de kronik hastalık vaka sayılarında iki katına yakın bir artış beklenmektedir. Ancak yazarlar söz konusu süre içerisinde vaka sayılarından ziyade ölüm sayılarında ciddi bir artış olacağını ve önümüzdeki 10 yıl içinde binlerce insanın doğrudan kronik hastalıklar nedeni ile hayatlarını kaybedeceklerini ileri sürmüşlerdir. Benzer bir şekilde Joly ve arkadaşları (2013) da yaptıkları çalışmalarında kronik hastalık kaynaklı ölümlerinin 2030 yılına kadar tüm dünyada artış göstereceğini ve milyonlarca insanın ölümüne yol açabileceğini belirlemişlerdir. Diğer taraftan Pearson-Stuttard ve arkadaşları ise 2016 yılında kardiyovasküler hastalıklar üzerine yaptıkları çalışmalarında 2030’a kadar ABD’de kalp ve damar yolu hastalıklarından kaynaklı ölümlerin yaklaşık %18’lik bir artış göstereceğini tespit etmişlerdir. Dolayısıyla da kronik hastalıkların yakın gelecekte de tüm dünyada önemli/ölümcül bir sorun olacağı düşünülmektedir. Bu açıdan ele alındığında, kronik hastalıklar ile mücadele için küresel ölçekte eylem planlarının ve yol haritalarının hazırlanması gerekmektedir. Ancak Çin, Meksika ve Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde ise kronik hastalıklarla mücadele kapsamında öncelikle sağlık altyapısının iyileştirilmesi ve teknoloji yatırımların yapılması önem arz etmektedir. Dahası bu türden ülkelerde hizmet sunucuların nicelik ve niceliğinin de iyileştirilerek hizmet sunum kalitesinin artırılması gerekmektedir. Diğer taraftan tedavi edici sağlık hizmetlerinin yanı sıra koruyucu sağlık hizmetleri ile halk sağlığı hizmetlerinin de sistem içerisindeki etkinliğinin artırılması ve kronik hastalıklar ile henüz oluşmadan mücadele edilmesi hedeflenmelidir. Bu açıdan ele alındığında ise erken teşhis ve tarama programları yaygın hale getirilmeli, ülke genelinde de aşılama faaliyetlerine hız verilmelidir. Dahası çevresel faktörlerin kronik hastalıklar üzerinde ne türden etkileri olduğu incelenmeli, çevresel riskleri en aza indirecek politika ve

çözüm önerileri geliştirilmelidir. Bu noktada ise kronik hastalıklar ile mücadele için araştırma ve geliştirme faaliyetlerine öncelik verilmelidir. Ancak küresel sorunların çözümü için uluslararası iş birliği yapılmalı ve yetkili kurumlarla bilgi paylaşımına önem verilmelidir. Öte yandan kronik hastalıklar ne nihayetinde birey ile ilişkilidir. Bu nedenle kronik hastalıklarla ilgili kamuoyu bilinçlendirme çalışmaları yapılmalı, sağlık eğitim programları ve farkındalık çalışmaları düzenlenmelidir. Ayrıca sağlıklı beslenme ve düzenli egzersiz gibi yaşam tarzı değişikliklerini teşvik eden programlar ve teşvikler oluşturulmalıdır.

Yazar Katkı Oranı ve Çıkar Çatışması Beyanı: Çalışma tek yazarlı olup katkı oranı %100'dür ve herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKÇA

Ansah, J. P., & Chiu, C. T. (2023). Projecting the chronic disease burden among the adult population in the United States using a multi-state population model. *Frontiers in public health, 10*, 1082183.

Box, G. (2013). Box and Jenkins: time series analysis, forecasting and control. In *A Very British Affair: Six Britons and the Development of Time Series Analysis During the 20th Century* (pp. 161-215). London: Palgrave Macmillan UK.

Box, G. E., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2015). *Time series analysis: forecasting and control*. John Wiley & Sons.

Dünya Bankası. (2024). *Ortalama yaşam süresi ve nüfus istatistikleri*, <https://data.worldbank.org/indicator>. Erişim Tarihi: 01.08.2024.

Dünya Sağlık Örgütü. (2023). *Noncommunicable diseases*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>. Erişim Tarihi: 31.07.2024.

Fernandes, J. B., Teixeira, F., & Godinho, C. (2022). Personalized care and treatment compliance in chronic conditions. *Journal of personalized medicine, 12* (5), 737.

Hacker, K. (2024). The burden of chronic disease. *Mayo Clinic Proceedings: Innovations, Quality & Outcomes, 8* (1), 112-119.

Institute for Health Metrics and Evaluation, 2024. *Non-communicable diseases*, <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/>. Erişim Tarihi: 29.07.2024.

Joly, P., Touraine, C., Georget, A., Dartigues, J. F., Commenges, D., & Jacqmin-Gadda, H. (2013). Prevalence projections of chronic diseases and impact of public health intervention. *Biometrics, 69* (1), 109-117.

Krawczyk-Suszek, M., Gawel, A., & Kleinrok, A. (2024). Ranking of diseases affecting the health-related quality of life of patients in Poland—a cross-sectional study. *Archives of Medical Science*.

Megari, K. (2013). Quality of life in chronic disease patients. *Health psychology research, 1* (3).

Michael, E., Rosenhouse, S., El-Saharty, S., & Mahal, A. (2011). The economic impact on households and nations of NCDs: A review of existing evidence. *FAO, 214* (2), 197-207.

Nau, R. (2014). The mathematical structure of arima models. *Duke University Online Article, 1* (1), 1-8.

Nugent, R. (2008). Chronic diseases in developing countries: health and economic burdens. *Annals of the New York Academy of Sciences, 1136* (1), 70-79.

Pan, Y., Zhang, M., Chen, Z., Zhou, M., & Zhang, Z. (2016). An ARIMA based model for forecasting the patient number of epidemic disease. In *2016 13th international conference on service systems and service management (ICSSSM)* (pp. 1-4). IEEE.

Pearson-Stuttard, J., Guzman-Castillo, M., Penalvo, J. L., Rehm, C. D., Afshin, A., Danaei, G., ... & O'Flaherty, M. (2016). Modeling future cardiovascular disease mortality in the United States: national trends and racial and ethnic disparities. *Circulation, 133* (10), 967-978.

Preto, O., Amaral, O., Duarte, J., Chaves, C., Coutinho, E., & Nelas, P. (2016). Quality of life and chronic disease in patients receiving primary health care. *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences, 13*, 217-226.

Schmidt, H., Mah, C. L., Cook, B., Hoang, S., Taylor, E., Blacksher, E., ... & Aleksandrova-Yankulovska, S. (2016). Chronic disease prevention and health promotion. *Public health ethics: Cases spanning the globe, 137-176*.

Valtorta, N. K., & Hanratty, B. (2013). Socioeconomic variation in the financial consequences of ill health for older people with chronic diseases: a systematic review. *Maturitas, 74* (4), 313-333.

Whelan, J. (2002). WHO calls for countries to shift from acute to. *BMJ, 324* (1237).

Yach, D., Hawkes, C., Gould, C. L., & Hofman, K. J. (2004). The global burden of chronic diseases: overcoming impediments to prevention and control. *Jama, 291* (21), 2616-2622.