



Borsa İstanbul BİST Endeksi için Kurulan Modellerin Karşılaştırılması

Aytaç Pekmezci¹, Kurtuluş Bozkurt²⁺ ve Özge Taş^{3*}

¹İstatistik/Fen Bilimleri Fakültesi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla, Türkiye

²Ekonomi/ Söke İşletme Fakültesi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın, Türkiye

³Bilgisayar Programcılığı/ Kapadokya Meslek Yüksek Okulu, Kapadokya Üniversitesi, Nevşehir, Türkiye

* Sorumlu yazar e-postası: ozge.tas@kapadokya.edu.tr

Özet

Finansal sistem, ekonomilerde fon aktarımının sağlanmasında kullanılan önemli bir kurumsal yapı olarak karşımıza çıkmaktadır ve finansal sistemin en önemli unsurlarından birisi de borsalardır. Bu bağlamda finansal sistem ve doğal olarak borsalar, tasarruf sahiplerinin ellerinde bulunan fon fazlası ile fon açığı olan ekonomik birimler arasındaki aktarım işlemini sağlayan bir işlev görmektedir. Diğer taraftan, iktisadi büyümenin gerçekleşebilmesi ve ülke ekonomilerinin günümüz dünya ekonomisine uyum sağlanabilmesinde, ülkelerin gelişmiş bir finansal sisteme sahip olması büyük önem arz etmektedir. Dolayısıyla bu noktada ekonomik büyüme ve kalkınma sürecinde finansal araçlar oldukça önemli bir role sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Ekonomi, Borsa, Tahmin, Zaman Serisi.

GİRİŞ

Dünyada 1980 sonrası hız kazanan serbestleşme hareketleri sonucu ülkelerin dışa açıklık seviyesi artmış, devletin ekonomi üzerindeki rolü azalmış ve serbest piyasa ekonomisi hâkim hale gelmeye başlamıştır. Bu sayılan etkenler ile bireysel çıkarlar ön plana çıkmış ve rekabet artmıştır. Serbestleşme ve artan rekabet, kurumların hoşgörüsüyle birlikte ekonomide hızlı büyümeyi sağlayacak politika adımlarının atılmasının önünü açmıştır. Sonuçta, ülkelerin gelişmiş ve derinleşmiş finansal piyasalara sahip olması dolayısıyla finansal gelişmişliğin artması ekonomik büyümeyi besleyen bir süreç başlatmıştır.

Bu noktada finansal piyasalardaki fiyat hareketlerinin öngörülebilir olması ve ileriye yönelik tahminlerin tutarlılığı söz konusu bu piyasaya yapılacak yatırımlar için büyük önem arz etmektedir. Bu noktada bu çalışmada Borsa İstanbul BİST100 endeksi kapsamında ileriye yönelik öngörü için en uygun ve veri setini özelliklerini en iyi yansıtan model bulunmuştur.

ARAÇ VE YÖNTEMLER

Metodlar

Bu çalışmada 2.1.2020 – 23.5.2024 tarihleri arasında hafta sonları ve resmî tatiller hariç BIST100 Borsa Kapanış endeks serilerinin orijinal günlük kapanış değerleri olan toplam **1100** veriye analiz yapılmıştır. Veriler Merkez Bankasının internet sitesinden elde edilmiştir.

Geleceğe yönelik öngörü aşamasında en çok kullanılan yöntem 1970 yılında geliştirilen

literatürde ARMA(p,q) (Oto regresif Hareketli Ortalama) olarak bilinen yöntemdir. İncelenen seri düzeyde durağan olmadığında farkı alınarak durağan hale gelirse bu model ARIMA(p,d,q) (Entegre Oto regresif Hareketli Ortalama) modeline dönüşür. Böylece ileriye yönelik öngörü yapıldığında herhangi bir geçmiş dönem gözlem değerleri, incelenen döneme ait hata terimleri ile tahmin edilmektedir. Bu model ileriye yönelik öngörü yapılırken ek bilgiye ihtiyaç duymaması, öngörü başarısının yüksek olmasından dolayı literatürde çokça tercih edilmektedir. Ayrıca kurulan model çeşitleri arasından en uygununu seçme, sonrasında ise kontrolleri yapılarak en anlamlı modeli bulmaktadır (Çuhadar, 2006; Göktaş vd. 2019).

$$x_t = \alpha_0 + \alpha_i * \sum_{i=1}^p x_{t-i} + \beta_j * \sum_{j=1}^q \epsilon_{t-j} + \epsilon_t$$

ARIMA modelin kontrolü sırasında eğer değişen varyans probleminin olduğu görülürse oto regresif koşullu değişen varyans (ARCH) ile genelleştirilmiş oto regresif koşullu değişen varyans (GARCH) modelinin belirlenmesi gerekmektedir. Doğrusal regresyon modellerinde kurulan modellerden elde edilen hata terimlerinin varyanslarının zaman içinde sabit olduğu varsayılır. Ancak özellikle zaman serileri verilerinde hata teriminin varyansının değişen olduğu gözlenmektedir. Literatürde bu duruma değişen varyans denilmektedir. Bu yüzden Engle (1982) tarafından geliştirilen ARCH(p) modellerine gereksinim duyulmaktadır. Bu modelde **p** ARCH sürecinin derecesini göstermektedir. Bu değerin kullanılan bilgi kriterlerine göre ne eksik ne de fazla belirlenmemesi gerekmektedir (Engle, 1982).

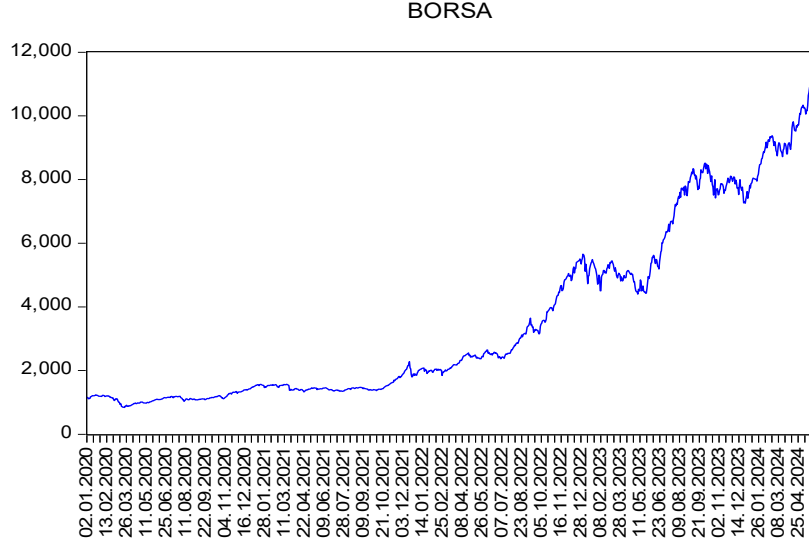
$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_i * \sum_{i=1}^p \epsilon_{t-i}^2 + \epsilon_t$$

Daha sonra Bollerslev (1986) tarafından geliştirilen ARCH modelinin bir uzantısı olarak ortaya çıkan uygulamada ortaya çıkan zayıflıkları dikkate alarak düzeltmeye çalışan GARCH(p,q) modelleri geliştirilmiştir. Bu modelde p ve q GARCH sürecinin derecesini göstermektedir. Bu değerlerin kullanılan bilgi kriterlerine göre ne eksik ne de fazla belirlenmemesi gerekmektedir (Bollersly, 1986).

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_i * \sum_{i=1}^p \epsilon_{t-i}^2 + \beta_j * \sum_{j=1}^q \sigma_{t-j}^2 + \epsilon_t$$

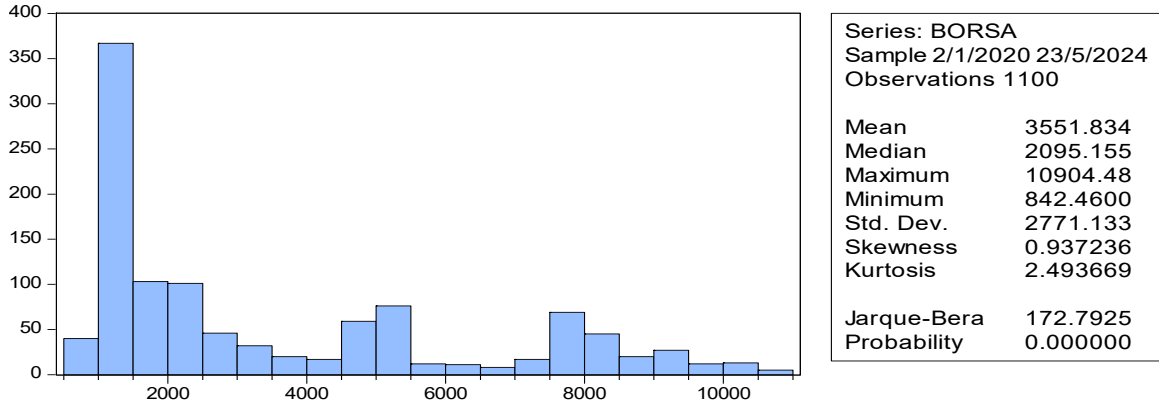
SONUÇLAR

İncelenen dönem aralığında ilgili değişkeninin yapısı hakkında bilgi edinmek amacıyla ilk olarak serinin süreci ve tanımlayıcı istatistikleri incelenmiştir.



Şekil 1. IMKB100 Kapanış Serisinin Süreç Grafiği

Şekil 1 incelendiğinde seride artan yönde bir trend olduğundan düzeyde durağan olmadığı görülmektedir. Sabit bir ortalama civarında yayılmadığından, yukarı doğru eğim gösterdiğinden varyansın da sabit olmadığı anlaşılmaktadır.



Şekil 2. IMKB100 Kapanış Serilerinin Tanımlayıcı İstatistikleri

Şekil 2 incelendiğinde serisinde sıfır ortalama etrafında yayılım göstermediği, normal dağılmadığı, çarpıklık katsayısı (0,937236) pozitif olduğu için sağa çarpık, basıklık katsayısı (2,493669) 3’den küçük olduğu için normal dağılıma göre daha basık uçlu ve daha yaygın kuyruklara sahip olduğunu söyleyebiliriz.

Analize başlamadan önce serinin durağanlık derecelerinin ADF ve PP birim kök testleri yardımıyla belirlenmesi gerekmektedir. Grafik 1 yardımıyla süreç incelendiğinde artan yönde bir trend ve sabit terim olduğundan dolayı birim kök test çeşidi olarak “**trend + intercept**” modeli kabul edilmiştir.

Tablo 2. BIST100 Kapanış Serisinin Birim kök testi ile Durağanlık Derecesinin belirlenmesi

ADF		PP		Durağanlık Derecesi
Düzy	1. Fark	Düzy	1. Fark	
0,9856	0,0000*	0,9867	0,0000*	I(1)

*: İlgili serilerin %5 anlamlılık düzeyine göre hangi seviyede durağan olduğunu göstermektedir.

H_0 : İlgili seri birim kök içerir yani durağan değildir.

Tablo 2 incelendiğinde serinin düzey halinde hesaplanan test istatistik olasılık değerleri 0,05 değerinden büyük çıktığı için H_0 hipotezi reddedilememiştir. Ancak birinci farkı alındığında ise hesaplanan test istatistik olasılık değerleri 0,05 değerinden küçük çıktığı için H_0 hipotezi reddedilmiştir. Yani hem ADF hem de PP birim kök testlerine göre serinin birinci farkında (**I(1)**) durağan olduğu görülmektedir.

İkinci aşamada seri düzeyde durağan olmadığından literatürde en çok tercih edilen Akaike ve Schwarz bilgi kriterleri yardımıyla en uygun ARIMA(p,d,q) model kurma aşamasına geçilmiştir. Bunun için t testi ile katsayıların ve F testi ile modelin %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı, ARIMA modellerinin durağanlık ve çevrilebilirlik kontrolleri tek tek incelenmiştir. Şartları sağlayan modeller arasında en küçük Akaike ve Schwarz değerini veren model en uygun model olarak belirlenmiştir.

Tablo 3. BIST100 Kapanış Serisinin ARMA(p,q) ile modellenmesi

	AR(1)	AR(2)	MA(1)	MA(2)	ARMA(1,1)	ARMA(1,2)	ARMA(2,1)	ARMA(2,2)
c	8,895	8,923	8,867	8,869	8,921	8,902	8,925	8,786
Olasılık	0,005*	0,003	0,005*	0,003*	0,004*	0,003*	0,003*	0,001*
ϕ_1	-0,003	-0,003			0,361	0,108	0,098	-0,101
Olasılık	0,927	0,921			0,807	0,913	0,912	0,000*
ϕ_2		-0,031					-0,031	-0,896
Olasılık		0,311					0,306	0,000*
θ_1			-0,003	-0,004	-0,371	-0,111	-0,101	0,115
Olasılık			0,922	0,898	0,801	0,911	0,909	0,000*
θ_2				-0,026		-0,026		0,867
Olasılık				0,378		0,394		0,000*
F(p)	0,962	0,595	0,924	0,635	0,896	0,806	0,773	0,001*
Akaike	11,712	11,713	11,711	11,712	11,713	11,714	11,715	11,699
Schwarz	11,732	11,727	11,731	11,725	11,727	11,733	11,733	11,722

*: İlgili serilerin %5 anlamlılık düzeyine göre anlamlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 3 incelendiğinde katsayılar ile modeller istatistiksel olarak **sadece** ARMA(2,2) modelinde anlamlı bulunmuş ve durağanlık için gerekli şartı $\sum_{i=1}^p \phi_i < 1$, çevrilebilirlik için gerekli şartı $\sum_{j=1}^q \theta_j < 1$ sağladığı da görülmüştür. Kurulan diğer modellerin şartları sağlamadığı için kıyaslama yapılmamıştır. Bu yüzden **p=2** ve **q=2** olan ARMA(2,2) modelinin en uygun model olduğu ancak incelenen serilerin birinci farkında durağan olduğu için **d=1** olan **ARIMA(2,1,2)** koşullu ortalama modelinin en uygun olduğu görülmüştür.

$$dx_t = 8,786 - 0,101dx_{t-1} - 0,896dx_{t-2} + 0,1150\varepsilon_{t-1} + 0,867\varepsilon_{t-2} + \varepsilon_t$$

En uygun **ARIMA(2,1,2)** koşullu ortalama modeli belirlendikten sonra hata terimleri arasında otokorelasyon ve hata kareleri arasında değişen varyansın (ARCH etkisi) olup olmadığı ayrıca kontrol edilmiştir.

Tablo 4. ARIMA(2,1,2) modeline ait Hatanın ve Hata Karelerinin Korelogram Testi

Hata							Hata^2						
Date: 07/27/24 Time: 14:17 Sample: 1 1100 Included observations: 1097							Date: 07/27/24 Time: 14:25 Sample: 1 1100 Included observations: 1097						
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob		Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1 -0.016	-0.016	0.2762	0.599				1 0.213	0.213	49.843	0.000	
		2 -0.011	-0.011	0.4125	0.814				2 0.268	0.234	129.20	0.000	
		3 -0.011	-0.011	0.5483	0.908				3 0.213	0.132	179.19	0.000	
		4 0.061	0.060	4.6240	0.328				4 0.186	0.082	217.41	0.000	
		5 0.068	0.070	9.7310	0.083				5 0.200	0.098	261.63	0.000	
		6 -0.028	-0.024	10.582	0.102				6 0.183	0.075	298.76	0.000	
		7 0.007	0.008	10.629	0.156				7 0.158	0.039	326.39	0.000	
		8 -0.043	-0.046	12.696	0.123				8 0.145	0.027	349.51	0.000	
		9 -0.034	-0.045	13.972	0.123				9 0.072	-0.047	355.29	0.000	
		10 0.060	0.057	17.948	0.056				10 0.142	0.055	377.79	0.000	
		11 -0.076	-0.074	24.312	0.011				11 0.177	0.106	412.62	0.000	
		12 0.057	0.060	27.919	0.006				12 0.159	0.061	440.59	0.000	
		13 0.057	0.071	31.491	0.003				13 0.167	0.054	471.65	0.000	
		14 -0.012	-0.016	31.652	0.004				14 0.126	0.009	489.41	0.000	
		15 0.083	0.089	39.296	0.001				15 0.132	0.019	508.94	0.000	
		16 -0.013	-0.007	39.486	0.001				16 0.143	0.033	531.63	0.000	
		17 0.003	-0.022	39.493	0.002				17 0.143	0.031	554.58	0.000	
		18 0.039	0.045	41.210	0.001				18 0.161	0.043	583.52	0.000	
		19 -0.008	-0.021	41.286	0.002				19 0.162	0.053	612.99	0.000	
		20 0.162	0.154	70.602	0.000				20 0.134	0.023	633.17	0.000	
		21 0.009	0.042	70.697	0.000				21 0.207	0.102	681.04	0.000	
		22 -0.064	-0.082	75.302	0.000				22 0.189	0.071	721.18	0.000	
		23 0.026	0.042	76.053	0.000				23 0.192	0.044	762.43	0.000	
		24 -0.042	-0.056	77.997	0.000				24 0.214	0.068	814.01	0.000	
H ₀ : Otokorelasyon yoktur.							H ₀ : Değişen Varyans yoktur.						

Tablo 4'ün **hata** sütunu incelendiğinde otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon değerlerinin sıfıra yakın olması, Q istatistiğinin anlamlılık olasılık değerlerinin 0,05'den büyük olması nedeniyle hata terimleri arasında H₀ hipotezi reddedilemediği için süreçte otokorelasyon olmadığı görülmüştür. Ancak **hata^2** sütunu incelendiğinde otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon değerlerinin sıfıra yakın olmaması, Q istatistiğinin anlamlılık olasılık değerlerinin 0,05'den küçük olması nedeniyle hata kareleri arasında H₀ hipotezi reddedildiği için değişen varyans probleminin olduğu görülmüştür. Bu sonucun doğruluğunu kanıtlamak için ayrıca ARCH-LM testi de yapılmıştır. Eğer süreçte ARCH etkisi varsa serinin koşullu varyans modelinin, ARCH etkisi yoksa ARIMA modelinin kullanılmasının yeterli olacağı önerilmektedir.

Tablo 5. ARIMA(2,1,2) modeline ait Hata Karelerinin ARCH-LM Testi

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	151.93479	Prob. F(1,2303)	0.0000
Obs*R-squared	49.67170	Prob. Chi-Square(1)	0.0000

H₀: Değişen Varyans yoktur.

Tablo 5 incelendiğinde Ki-kare anlamlılık olasılık değerinin 0,05 değerinden küçük çıktığı için kurulan modelden elde edilen hata kareleri arasında H₀ hipotezi reddedilmiş ve süreçte ARCH etkisinin mevcut olduğu görülmüştür. Bu aşamadan sonra bu sorunu giderecek en uygun koşullu ortalama yerine koşullu varyans modeli seçilmiştir.

Tablo 6. BIST100 Kapanış serisinin ARCH(p) ile modellenmesi

	ARCH(1)		ARCH(2)		ARCH(3)	
	z	GED	z	GED	z	GED
c	1061,663	1164,611	321,285	334,525	221,086	214,469
Olasılık	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
α_1	2,081	2,549	0,991	1,065	0,526	0,626
Olasılık	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
α_2			0,867	0,927	0,512	0,465
Olasılık			0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
α_3					0,464	0,528
Olasılık					0,000*	0,000*
Akaike	11,168	10,768	10,827	10,567	10,665	10,493
Schwarz	11,181	10,805	10,864	10,608	10,706	10,539
	ARCH(4)		ARCH(5)		ARCH(6)	
	z	GED	z	GED	z	GED
c	209,422	180,304	194,767	162,303	195,121	154,873
Olasılık	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
α_1	0,577	0,544	0,472	0,439	0,465	0,398
Olasılık	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
α_2	0,326	0,344	0,241	0,252	0,238	0,243
Olasılık	0,000*	0,001*	0,000*	0,003*	0,000*	0,004*
α_3	0,291	0,369	0,275	0,342	0,277	0,339
Olasılık	0,000*	0,001*	0,000*	0,001*	0,000*	0,001*
α_4	0,192	0,238	0,187	0,192	0,175	0,165
Olasılık	0,000*	0,004*	0,001*	0,007*	0,000*	0,021*
α_5			0,148	0,179	0,144	0,175
Olasılık			0,000*	0,006*	0,000*	0,003*
α_6					0,016	0,0069
Olasılık					0,424	0,173
Akaike	10,638	10,472	10,625	10,458	10,627	10,459
Schwarz	10,684	10,523	10,675	10,513	10,681	10,517

*: İlgili serilerin %5 anlamlılık düzeyine göre anlamlı olduğunu göstermektedir.

ARCH modeli belirlenirken modelden elde edilen hata terimlerinin dağılımında z ve GED dağılımları kullanılarak 2 ayrı denklem oluşturulmuştur. Oluşturulan her bir denklemde yer alan katsayıların anlamlı ve pozitif olup olmadığı ayrıca durağanlık kontrolü ayrı ayrı yapılmıştır. Model seçiminde Akaike ve Schwarz bilgi kriterleri kullanılarak en uygun model seçilmiştir. Buna göre Tablo 6 incelendiğinde ARCH(6) modeline kadar tüm modellerin katsayıları 0,05 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Ayrıca en küçük Akaike ile Schwarz değerlerini veren **ARCH(5)** koşullu varyans modelinin en uygun olduğu görülmüş ve modeli kendi içinde dağılım olarak kıyasladığımızda en küçük Akaike ve Schwarz değerlerini veren **GED** dağılımına sahip **ARCH(5)** koşullu varyans modelinin en uygun olduğu görülmüştür.

$$\sigma_t^2 = 162,303 + 0,439\varepsilon_{t-1}^2 + 0,252\varepsilon_{t-2}^2 + 0,342\varepsilon_{t-3}^2 + 0,192\varepsilon_{t-4}^2 + 0,179\varepsilon_{t-5}^2$$

ARCH(5) modeli belirlendikten sonra değişen varyans probleminin giderilip giderilmediğini kontrol etmek amacıyla hata kareleri arasında ARCH-LM testi yapılmıştır.

Tablo 7. ARCH(5) modeline ait Hata Karelerinin ARCH-LM Testi

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.312691	Prob. F(1,2303)	0.5761
Obs*R-squared	0.313172	Prob. Chi-Square(1)	0.5757

H_0 : Değişen Varyans yoktur.

Tablo 7 incelendiğinde Ki-kare anlamlılık olasılık değerinin 0,05 değerinden büyük çıktığı için kurulan modelden elde edilen hata kareleri arasında H_0 hipotezi reddedilemediği için süreçte ARCH etkisinin olmadığı görülmüştür. GED dağılımlı ARCH modeli belirlendikten sonra geçmiş dönem volatilité tahminlerine yer veren GARCH modelinin belirlenmesine geçilmiştir. Böylece ARCH modeline göre daha çok geçmiş dönem bilgisine yer vererek veri setinin özelliklerini daha iyi yansıtan modeller elde edilebilmektedir.

Tablo 8. BIST100 Kapanış serisinin GARCH(p,q) ile modellenmesi

	GARCH (1,1)	GARCH (1,2)	GARCH (2,1)
c	5,295	6,739	4,411
Olasılık	0,001*	0,000*	0,002*
α_1	0,114	0,146	0,184
Olasılık	0,000*	0,001*	0,001*
β_1	0,899	0,576	0,085
Olasılık	0,000*	0,114	0,156
α_2			0,914
Olasılık			0,279
β_2		0,296	
Olasılık		0,3735	
Akaike	10,396	10,398	10,397
Schwarz	10,437	10,443	10,442

*: İlgili serilerin %5 anlamlılık düzeyine göre anlamlı olduğunu göstermektedir.

GARCH modeli belirlenirken modelden elde edilen hata terimlerinin dağılımında oluşturulan her bir denklemde yer alan katsayıların anlamlı ve pozitif olup olmadığı ayrıca durağanlık kontrolü ayrı ayrı yapılmıştır. Buna göre Tablo 8 incelendiğinde GARCH(1,1) modeli dışındaki tüm modellerin katsayıları 0,05 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı çıkmadığı görülmüştür. Bu yüzden **GED** dağılımına sahip **GARCH(1,1)** koşullu varyans modelinin en uygun olduğu görülmüştür.

$$\sigma_t^2 = 5,295 + 0,114\varepsilon_{t-1}^2 + 0,899\sigma_{t-1}^2$$

GARCH(1,1) model belirlendikten sonra değişen varyans probleminin giderilip giderilmediğini kontrol etmek amacıyla hata kareleri arasında ARCH-LM testi ile yapılmıştır.

Tablo 9. GARCH(1,1) modeline ait Hata Karelerinin ARCH-LM Testi

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.394218	Prob. F(1,2303)	0.5302
Obs*R-squared	0.394796	Prob. Chi-Square(1)	0.6298

H_0 : Değişen Varyans yoktur.

Tablo 9 incelendiğinde Ki-kare anlamlılık olasılık değerinin 0,05 değerinden büyük çıktığı için kurulan modelden elde edilen hata kareleri arasında H_0 hipotezi reddedilemediği için süreçte ARCH etkisinin olmadığı görülmüştür.

TARTIŞMA VE SONUÇ

İlgili zaman aralığında BİST100 verilerine ARIMA(p,d,q), ARCH(p) ile GARCH(p,q) modelleri kullanılarak 3 farklı uygun model kurulmuş ve literatürde en çok kullanılan Akaike ile Schwarz bilgi kriterlerinden yararlanarak en uygun olan model belirlenmiştir. Ayrıca her bir model belirlenirken sağlaması gereken varsayımlar tek tek kontrol edilmiştir. Kontroller bittikten sonra yapılan analizin son aşamasında istenilen şartları sağlayan 3 uygun model (ARIMA(2,1,2) - ARCH(5) - GARCH(1,1)) kendi aralarında karşılaştırılmıştır.

Tablo 10. En uygun modellerin kendi aralarında **Genel** olarak karşılaştırılması

	ARIMA (2,1,2)	ARCH (5)	GARCH (1,1)
Akaike	11,699	10,458	10,396
Schwarz	11,722	10,513	10,437
ARCH-LM	0,0000	0,5757	0,6298

Tablo 10 incelendiğinde Akaike ile Schwarz bilgi kriterine göre en küçük değeri veren GED dağılımlı **GARCH(1,1)** modelinin en uygun ve incelenen veri setini özelliklerini en iyi yansıtan model olduğu görülmüştür.

Referanslar

Bollerslev, T. (1986). “Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity”, Journal of Econometrics, Vol. 37: 307-327.

Bozkurt, K., Pekmezci, A. ve Tekin, H.A. (2022). Box-Jenkins Yöntemiyle Turizm Talebinin Tahmin Edilmesi: Türkiye Örneği. *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, 33(2): 77-86.

Çuhadar, M. (2006). Turizm Sektöründe Talep Tahmini için Yapay Sinir Ağları Kullanımı ve Diğer Yöntemlerle Karşılaştırmalı Analizi (Antalya İlinin Dış Turizm Talebinde Uygulama). Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi, Isparta, 1-189.

Engle, R. F. (1982). “Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of the United Kingdom Inflation”, *Econometrica*, 50(4): 987-1007.

Göktaş, P., Pekmezci, A. ve Bozkurt, K. (2019). Ekonometrik serilerde uzun dönem eşbütünleşme ve kısa dönem nedensellik-makroekonomik verilerle Eviews ve Stata uygulamaları. Gazi Kitabevi.

Karakaş, E. (2019). Türkiye’nin Otomotiv İhracat Gelirinin ARIMA Modeli ile Tahmin Edilmesi. *Journal of Yaşar University*, 14(55): 318-328.

Özkoç H.H., Pekmezci A. (2021), Finansta Güncel Konular, “Finansal Ekonometride Değişen Varyans Modellerinin Tahminine İlişkin bir Uygulama” Nobel Akademik Yayıncılık, Ed: Erkan POYRAZ, Türkiye, 59-86.

