BÖLÜM 3

BASEL IV DÜZENLEMELERİ KAPSAMINDA KRİPTO PARA PİYASALARININ PİYASA RİSKİNİN ÖLÇÜMÜ

Önder BÜBERKÖKÜ[1]

Ayhan CESUR[2]

1 Doç. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, İşletme Bölümü, E-posta: onderbuber@gmail, ORCID: 0000-0002-7140-557X

2 Dr. Öğr. Üyesi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, İşletme bölümü, E-posta: acesur650@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4305-3930.

1.GİRİŞ

Kripto para piyasalarının oldukça riskli piyasalar oldukları ifade edilebilir. Bu durum kripto para piyasalarına yatırım yapan bireysel ve kurumsal yatırımcıların bekledikleri faydayı elde edebilmeleri için finansal risk yönetim uygulamalarını etkin bir şekilde kullanmalarının önemini artırmaktadır. Bilindiği gibi portföy optimizasyonu, piyasa riski ölçümü ve hedging işlemleri gibi finansal risk yönetim uygulamalarında finansal riski / volatiliteyi temsilen standart sapma veya varyans parametreleri kullanılmaktadır. Bu parametrelerin hesaplanmasında da uygulamada ve literatürde GARCH tipi modellerden yaygın bir şekilde yararlanılmaktadır. Fakat örneğin volatiliteyi temsilen varyans parametreleri kullanıldığında standart sapma parametresinin karesi alınmaktadır. AR(1)-APARCH (1,1) modeli ise standart sapma parametresinin üssünün doğrudan 2 olarak belirlenmesi yerine bu değerin model içerisinde belirlenmesinin ve gerektiğinde 2'den farklı değerler almasının volatilite parametrelerinin daha doğru bir şekilde tahmin edilebilmesi açısından oldukça önemli bir yaklaşım olabileceğini ifade etmektedir.

Bu nedenle bu çalışmada öncelikle BTC, XLM, LINK, BCH ve BNB'den oluşan kripto para birimlerine AR (p)-APARCH (1,1) modeli uygulanarak standart sapma parametresinin üs değerinin 2'den farklı değerler alıp almadıkları incelenmiştir. Çalışmada ikinci olarak geleneksel piyasa riski ölçüm analizleri kapsamında AR (1)-APARCH (1,1), AR(1)-GJR-GARCH (1,1) ve EWMA modellerinin performanslarının karşılaştırılmasına dönük analizlere yer verilmiştir. Böylece standart sapma parametresinin üs değerinin 2'den farklı olarak belirlenmesi ile AR(1)-GJR-GARCH (1,1) modelinde olduğu gibi doğrudan 2 olarak belirlenmesinin finansal risk yönetim uygulamaları açısından farklı sonuçlara işaret edip etmediği de analiz edilmiştir. Çalışmada üçüncü olarak çalışmanın asıl konusunu oluşturan Basel IV düzenlemeleri kapsamında ilgili kripto para birimlerinin piyasa risk düzeyleri ölçülmüştür (Ayrıntılar için bakınız: https://www.bis.org/bcbs/ publ/d352.htm). Çalışmanın belirtilen bu hususlar kapsamında literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. VERİ VE METODOLOJİ

Bu çalışma BTC, XLM, LINK, BCH ve BNB'den oluşan kripto para birimlerini kapsamakta ve günlük verilerden oluşmaktadır. Piyasa riskine dönük analizler yapılırken ilgili her bir kripto para birimine ilişkin ulaşılabilen en uzun veri seti dikkate alınmıştır. Bu kapsamda her bir kripto para birimi için incelenen dönem Tablo 1'de, bu kripto para birimlerinin logaritmik getiri serileri ise Şekil 1'de sunulmuştur. Tüm veriler finance yahoo web sitesinden (https://finance.yahoo.com /crypto currencies/) temin edilmiştir.

Tablo 1: Değişkenlere İlişkin Ayrıntılı Bilgiler

	Başlangıç tarihi	**Bitiş tarihi**
Bitcoin (BTC)	17.09.2014	11.05.2021
Stellar (XLM)	17.09.2014	11.05.2021
Chainlink (LINK)	20.09.2017	11.05.2021
Binance Coin (BNB)	25.07.2017	11.05.2021
Bitcoin Cash (BCH)	23.07.2017	11.05.2021

Piyasa riski ölçümlerinde parametrik yaklaşım tercih edilmiş ve bu kapsamda Ding, Granger ve Engle (1993) tarafından geliştirilen AR(1)-APARCH (1,1) modeli, Zakoian(1994) ile Glosten, Jaganathan ve Runkle (1993) tarafından geliştirilen AR(1)-GJR-GARCH (1,1) modeli ve JP Morgan tarafından geliştirilen AR (1)-EWMA modeline ilişkin analiz sonuçlarına yer verilmiştir. Geleneksel piyasa riski ölçüm analizlerinde bu modeller kapsamında çeşitli güven düzeylerinde geleneksel VaR (Value-at-Risk,VaR) hesaplamalarına yer verilmiş ve ilgili GARCH modellerinin performanslarının karşılaştırılmasında Kupeic (1995) testi ile Engle ve Manganelli (2004) tarafından geliştirilen DQ (Dynamic quantile, DQ) testinden yararlanılmıştır.

İlgili tüm modellerin getiri denklemi (mean equation) Denklem (1)'deki gibi tanımlanmıştır.

$$r_t = c + \tau\, r_{t-1} + \epsilon_t \qquad \text{ve} \qquad \epsilon_t = N(0, \sigma_t^2) \tag{1}$$

Burada r_t günlük logaritmik getiri serilerini ifade etmekte ve Denklem (2)'de gösterildiği gibi hesaplanmaktadır:

$$r_t = 100 * [lnP_t - lnP_{t-1}] \tag{2}$$

Burada, P_t ilgili kripto para birimlerinin t zamanındaki kapanış değerlerini göstermektedir.

Varyans denklemleri ise APARCH modeli için Denklem (3)'te, GJR-GARCH modeli için Denklem (4)'te, EWMA yöntemi içinse Denklem (5)'te gösterilmiştir:

$$\sigma_t^{\delta} = \omega + \sum_{i=1}^{\rho} \alpha_i \left(\left| \varepsilon_{t-i}^2 \right| + \gamma_i \varepsilon_{t-i}^{2} \right)^{\delta} + \sum_{j=1}^{\mathrm{q}} \beta_j \, . \sigma_{t-j}^{\delta} \tag{3}$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^{\rho} \alpha_i \, . \mathrm{u}_{t-i}^2 + \gamma . \mathrm{u}_{t-i}^{2} . d_{t-i} + \sum_{j=1}^{\mathrm{q}} \beta_j \, . \sigma_{t-j}^2 \tag{4}$$

$$\sigma_t = \sqrt{\lambda\, \sigma_{t-1}^2 + (1-\lambda)\, r_{t-1}^2} \tag{5}$$

Kupeic (1995) testi (LR_{uc}) ile Engle ve Manganelli (2004) tarafından geliştirilen DQ geriye dönük test istatistiklerinin denklemleri ise sırasıyla Denklem (6) ve (7)'de sunulmuştur:

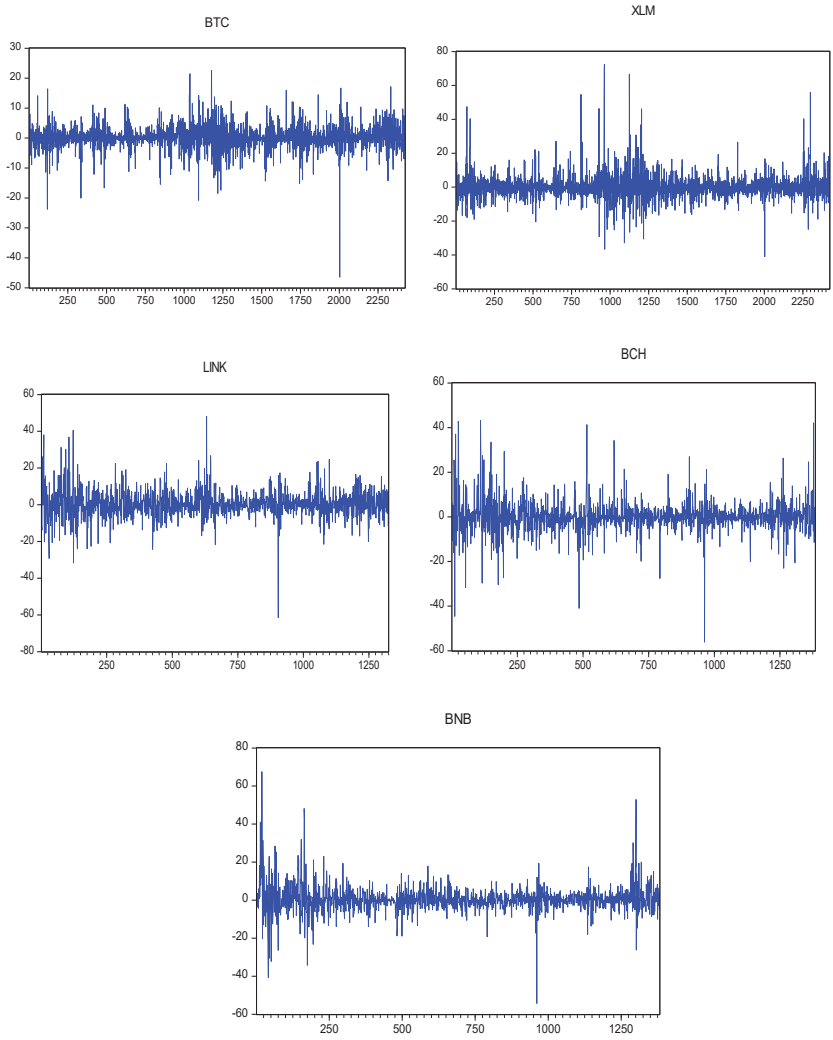
$$LR_{uc} = 2 * ln[(1-f)^{T-N} f^N] - 2 * ln[(1-\alpha)^{T-N} \alpha^N] \sim \chi_{(1)}^2 \tag{6}$$

$$DQ = \frac{\vartheta^t X^t X\, \vartheta}{\alpha(1-\alpha)} \sim \chi_{(n+1)}^2 \tag{7}$$

Çalışmanın asıl konusunu oluşturması nedeniyle Basel IV kapsamında piyasa riski ölçüm analizleri yapılırken ise % 97.5 güven düzeyindeki ES (Expected Shortfall, ES) yönteminden yararlanılmış ve bu doğrultuda kapsamlı sonuçlara ulaşabilmek amacıyla AR(1)-APARCH

(1,1) modeli, AR(1)-GJR-GARCH (1,1) modeli ve AR (1)-EWMA modelinin yanı sıra Bollerslev (1986) tarafından geliştirilen GARCH modeli, Baillie vd. (1996) tarafından geliştirilen FIGARCH modeli, Davidson (2004) tarafından geliştirilen HYGARCH modeli, Tse (1998) tarafından geliştirilen FIAPARCH modeli, Engle ve Bollerslev (1986) tarafından geliştirilen IGARCH modeli ve Engle (1982) tarafından geliştirilen ARCH modeline dayalı analizlere de yer verilmiştir.

Şekil 1: Kripto Para Birimlerinin Logaritmik Getiri Serileri



3. BULGULAR

3.1. Temel Bulgular

Değişkenlere uygulanan birim kök testleri ile betimleyici istatistikler ve değişen varyans testi sonuçları Tablo 2'de sunulmuştur. Bulgular incelendiğinde günlük bazda tüm kripto para birimlerinin pozitif ortalama getiri oranlarına sahip oldukları anlaşılmaktadır. Ayrıca en yüksek günlük ortalama getiri oranını BNB'in, en düşük günlük ortalama getiri oranını ise BCH'nin sunduğu görülmektedir. Bir finansal risk ölçütü olarak standart sapma parametrelerine bakıldığında da en yüksek risk düzeyine LINK'nin, en düşük risk düzeyine ise BTC'nin sahip olduğu görülmektedir. Phillips-Perron (PP) birim kök testi testi %5 anlamlılık düzeyinde ilgili tüm kripto para birimlerinin logaritmik getiri serilerinin durağan olduğu sonucuna işaret etmektedir. Ljung-Box (20) testi ise ilgili tüm kripto para birimlerinin değişen varyans sorunu içerdiğini göstermektedir.

Tablo 2: Betimleyici İstatistikler, Birim Kök ve Değişen Varyans Testi Sonuçları

	Ortalama	**Std. Sapma**	**PP**	**Q^2 (20)**
BTC	% 0.1975	% 3.9176	0.0001*	111.15*[0.000]
XLM	% 0.2207	% 7.3297	0.0001*	541.05*[0.000]
LINK	% 0.4162	% 7.6993	0.0000*	116.70*[0.000]
BCH	% 0.0865	% 7.4253	0.0000*	145.62*[0.000]
BNB	% 0.6326	% 7.3890	0.0000*	440.41*[0.000]

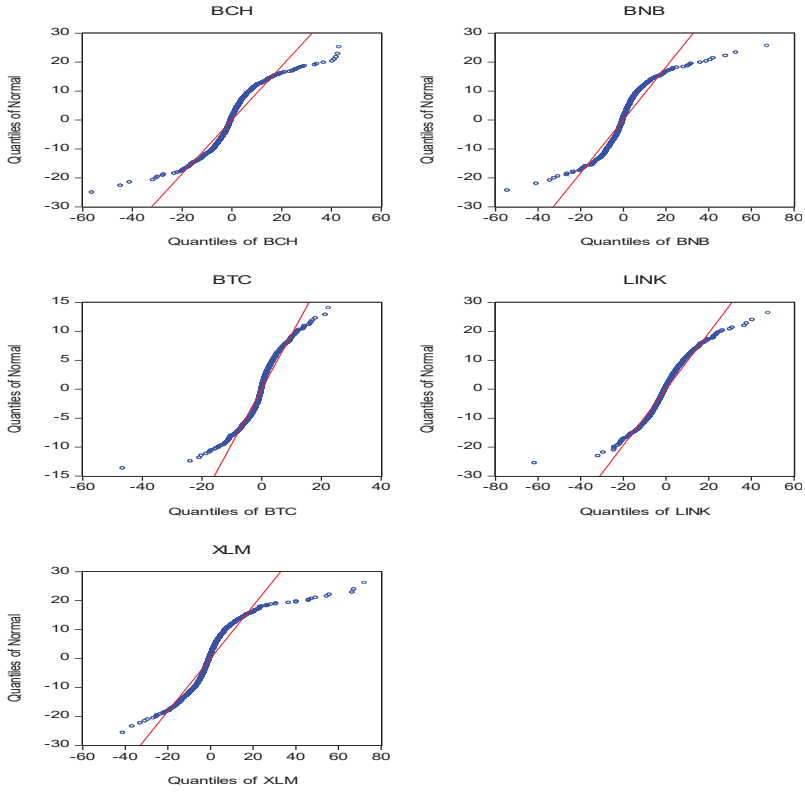
*, %5 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir. Birim kök testi için verilen değerler olasılık değerleridir. Değişen varyans testi için olasılık değerleri köşeli parantez içerisinde sunulmuştur.

3.2. Modellerin Parametre Tahmin Sonuçları

Model parametreleri tahmin edilmeden önce ilgili kripto para birimlerinin logaritmik getiri serilerinin dağılım özelliklerini incelemek

amacıyla Q-Q grafiklerinden yararlanmıştır (Şekil 2). Bu kapsamda elde edilen bulgular incelendiğinde ilgili kripto para birimlerinin logaritmik getiri serilerinin geleneksel anlamlılık düzeylerinde standart normal dağılım varsayımına uymadığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada literatürdeki benzer çalışmalarda olduğu gibi modeller standart normal dağılım varsayımı altında tahmin edilirken standart normal dağılmama durumuna karşı dirençli standart hatalar elde edebilmek amacıyla Bollerslev-Wooldridge (1992) tarafından geliştirilen sanki en çok olabilirlik (Quasi-maximum likelihood, QMLE) yöntemi kullanılarak tahmin edilmiştir.

Şekil 2: Q-Q Grafikleri



Bu açıklamalar ışığında AR(1)-APARCH (1,1), AR(1)-GJR-GARCH (1,1) ve AR(1)-EWMA modellerinin parametre tahmin sonuçları Tablo 3 ve 4'te sunulmuştur. Bulgular incelendiğinde %10 veya daha iyi bir anlamlılık düzeyinde ARCH ve GARCH parametrelerinin her durumda pozitif çıktıkları ve istatistiki olarak anlamlı değerler aldıkları

görülmektedir. Asimetri parametresi ise hiçbir durumda geleneksel anlamlılık düzeylerinde istatistiki olarak anlamlı bir değer almamaktadır. Bu bulgu da inceleme kapsamındaki kripto para birimleri için asimetrik tepkinin geçerli olmadığı anlamına gelmektedir. AR (1)-APARCH (1,1) modeline ait üs parametrelerine bakıldığında ise üs parametrelerinin 1.1211 ile 2.9520 arasında değişen değerler aldıkları ve %10 veya daha iyi bir anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak anlamlı çıktıkları anlaşılmaktadır. Bu bulgu da ilgili kripto para birimlerinin volatilite serileri hesaplanırken standart sapma parametrelerinin "2" değeri kullanılarak karelerinin alınması dışında da alternatiflerin olabileceği anlamına gelmektedir. Değişen varyans testi sonuçlarına bakıldığında ise her durumda analizlerde kullanılan tüm modellerin değişen varyans sorununu gidermede başarılı oldukları anlaşılmaktadır.

Tablo 3: Model Tahmin Sonuçları

	BTC		
	APARCH	**GJR-GARCH**	**EWMA**
Cst (M)	0.1832*[0.004]	0.1879*[0.001]	0.3856[0.2094]
AR(1)	-0.0435[0.399]	-0.0028[0.932]	-0.0009[0.986]
Cst (V)	0.2531[0.176]	0.7549*[0.010]	-
ARCH	0.1445*[0.000]	0.1190*[0.000]	0.06
GARCH	0.8456*[0.000]	0.8235*[0.000]	0.94
Asimetri	0.1434[0.244]	0.0497[0.4662]	
Üs	1.1211*[0.017]	-	
Log Likelihood	-6515.141	-6552.274	-6683.542
Q^2 (20)	0.9993	0.9983	0.9963
Q^2 (50)	0.9999	0.9999	0.9999
	XLM		
	APARCH	**GJR-GARCH**	**EWMA**

Cst (M)	-0.0446[0.7001]	-0.0358[0.7611]	0.4924[0.4314]
AR(1)	0.0087[0.8372]	0.0030[0.9349]	0.0583[0.2530]
Cst (V)	1.0099[0.1994]	3.1807[0.1396]	0.06
ARCH	0.2006*[0.0063]	0.2290*[0.0074]	0.94
GARCH	0.7741*[0.0000]	0.7652*[0.0000]	-
Asimetri	-0.1754[0.1251]	-0.0825[0.1517]	-
Üs	1.3297*[0.0006]	-	-
Log Likelihood	-7837.779	-7842.133	-8011.175
Q^2 (20)	0.9995	0.9998	0.9983
Q^2 (50)	0.9999	0.9999	0.9999
	LINK	**LINK**	**LINK**
Cst (M)	0.4382*[0.0105]	0.4184*[0.0112]	0.4049*[0.0720]
AR(1)	-0.0419[0.1963]	-0.0319[0.2944]	-0.0332[0.3622]
Cst (V)	0.2911[0.1125]	1.0440*[0.0316]	0.06
ARCH	0.0888*[0.0003]	0.0824*[0.0000]	0.94
GARCH	0.9142*[0.0000]	0.9137*[0.0000]	-
Asimetri	-0.0371[0.8429]	-0.0212[0.5789]	-
Üs	1.3822*[0.0000]	-	-
Log Likelihood	-4483.527	-4486.906	-4510.528
Q^2 (20)	0.9998	0.9999	0.9999
Q^2 (50)	0.9997	0.9999	0.9978

*,** sırasıyla %5 ve %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir. Köşeli parantez içerisindeki değerler olasılık değerleridir. Değişen varyans testleri için verilen değerler ise doğrudan olasılık değerleridir.

Tablo 4: Model Tahmin Sonuçları

	BCH		
	APARCH	**GJR-GARCH**	**EWMA**
Cst (M)	0.1956 [0.3126]	0.0738[0.6206]	0.1046[0.8032]
AR(1)	-0.0353[0.3773]	-0.0104[0.7811]	0.0109[0.8334]
Cst (V)	0.5481[0.2372]	2.3317[0.1799]	0.06
ARCH	0.1165*[0.0017]	0.1219*[0.0032]	0.94
GARCH	0.8772*[0.0000]	0.8615*[0.0000]	
Asimetri	-0.0888[0.6372]	-0.0363[0.5625]	
Üs	1.2921*[0.0000]	-	
Log Likelihood	-4601.819	-4606.886	-4678.959
Q^2 (20)	0.9954	0.9975	0.9968
Q^2 (50)	0.9999	0.9999	0.9999
	BNB		
	APARCH	**GJR-GARCH**	**EWMA**
Cst (M)	0.2428*[0.0769]	0.2703*[0.0388]	0.2719[0.1697]
AR(1)	-0.0075[0.8032]	-0.0163[0.6270]	-0.0058[0.8996]
Cst (V)	6.7257[0.7067]	1.3059*[0.0140]	0.06
ARCH	0.1455*[0.0107]	0.1931*[0.0001]	0.94
GARCH	0.7737*[0.0000]	0.8098*[0.0000]	
Asimetri	-0.0435[0.5941]	-0.0256[0.7247]	
Üs	2.9520**[0.0540]	-	

Log Likelihood	-4370.462	-4372.826	-4432.252
Q^2 (20)	0.2422	0.4527	0.1882
Q^2 (50)	0.9036	0.9816	0.9222

*,** sırasıyla %5 ve %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir. Köşeli parantez içerisindeki değerler olasılık değerleridir. Değişen varyans testleri için verilen değerler ise doğrudan olasılık değerleridir.

3.3. Modellerin Geleneksel Yaklaşım Ekseninde Piyasa Riski Tahmin Performanslarının İncelenmesi

Geleneksel yaklaşım çerçevesinde her bir kripto para birimi için piyasa riski tahmin performansları Tablo 5 ve 6'da sunulmuştur. Öncelikle kripto para birimlerinde taşınabilecek kısa pozisyonların yol açabileceği yukarı yönlü piyasa riskine ilişkin bulgular incelendiğinde Kupiec (1995) testine göre APARCH modeli BTC için 4, XLM için 4, LINK için 3, BCH için 4 ve BNB içinse 3 adet aşım üretmektedir. GJR-GARCH modeli BTC için 4, XLM için 4, LINK için 3, BCH için 3 ve BNB için 3 adet aşım üretmektedir. EWMA modeli ise BTC için 3, diğer tüm kripto para birimleri içinse 4 adet aşım üretmektedir. DQ testi sonuçları incelendiğinde ise APARCH modelinin BTC için 2, XLM için 5, LINK için 5, BCH için 5 ve BNB içinse 3 adet aşım ürettiği anlaşılmaktadır. GJR-GARCH modeli XLM için 5, diğer tüm kripto para birimleri içinse 3'er adet aşım üretmektedir. EWMA modeli ise LINK ve BCH için 4'er, diğer tüm kripto para birimleri içinse 5'er adet aşım üretmektedir. Dolayısıyla tüm bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde toplam aşım sayısı kapsamında Kupiec (1995) testine göre küçük bir farkla, DQ testine göre ise göreceli olarak biraz daha belirgin bir farkla diğer modellere göre GJR-GARCH modelinin daha iyi bir performans sergilediği anlaşılmaktadır.

İkinci olarak kripto para birimlerinde taşınabilecek uzun pozisyonların yol açabileceği aşağı yönlü piyasa riskine ilişkin bulgular incelendiğinde, Kupiec (1995) testine göre APARCH modelinin BTC için 4, XLM için 3, LINK için 3, BCH için 4 ve BNB içinse 3 adet aşım ürettiği anlaşılmaktadır. GJR-GARCH modeli ise BTC için 3, XLM için 3, LINK için 3, BCH ve BNB içinse 4'er adet aşım üretmektedir. EWMA modeli ise BTC için 4, XLM için 3, LINK için 2, BCH için 4 ve BNB içinse 3 adet

aşım üretmektedir. DQ testine göre ilgili kripto para birimlerinde taşınabilecek uzun pozisyonların yol açabileceği aşağı yönlü piyasa riskine ilişkin bulgular incelendiğinde, APARCH modelinin LINK için 2 diğer tüm kripto para birimleri içinse 3'er adet aşım ürettiği anlaşılmaktadır. GJR-GARCH modeli ise LINK için 1 diğer kripto para birimleri içinse 3'er adet aşım üretmektedir. EWMA modeli ise BTC için 4, XLM için 3, BCH 4 ve BNB içinse 4 adet aşım üretirken, LINK için herhangi bir aşım üretmemektedir. Tüm bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde toplam aşım sayısı kapsamında Kupiec (1995) testine göre az bir farkla EWMA modeli, DQ testine göre ise GJR-GARCH modelinin daha iyi bir performans sergilediği anlaşılmaktadır.

Tablo 5: Geleneksel Yaklaşım Çerçevesinde VaR Analiz Sonuçları

	BTC		**BTC**		**BTC**	
	APARCH		**GJR-GARCH**		**EWMA**	
	Kupiec	**DQ**	**Kupiec**	**DQ**	**Kupiec**	**DQ**
Kısa pozisyon	Olasılık	Olasılık	Olasılık	Olasılık	Olasılık	Olasılık
0.950	0.0062*	0.0138*	0.0046*	0.0250*	0.1481	0.0061*
0.975	0.7334	0.6542	0.4594	0.8160	0.1876	0.0417*
0.990	0.0095*	0.1294	0.0095*	0.3384	0.0000*	0.0007*
0.995	0.0012*	0.1278	0.0000*	0.0651**	0.0000*	0.0000*
0.9975	0.0000*	0.0247*	0.0000*	0.0218*	0.0000*	0.0000*
Uzun pozisyon						
0.050	0.0196*	0.0344*	0.1008	0.1332	0.6566	0.1516
0.025	0.2325	0.4245	0.1495	0.5582	0.0027*	0.0232*

0.010	0.0003*	0.1210	0.0003*	0.0938**	0.0000*	0.0000*
0.005	0.0000*	0.0093*	0.0000*	0.0071**	0.0000*	0.0000*
0.0025	0.0000*	0.0011*	0.0000*	0.0011**	0.0000*	0.0000*
	XLM		**XLM**		**XLM**	
	APARCH		**GJR-GARCH**		**EWMA**	
	Kupiec	**DQ**	**Kupiec**	**DQ**	**Kupiec**	**DQ**
Kısa pozisyon	Olasılık	Olasılık	Olasılık	Olasılık	Olasılık	Olasılık
0.950	0.9108	0.0070*	0.9108	0.0029*	0.5602	0.0000*
0.975	0.0027*	0.0000*	0.0331*	0.0054*	0.0008*	0.0000*
0.990	0.0000*	0.0000*	0.0000*	0.0000*	0.0000*	0.0000*
0.995	0.0000*	0.0000*	0.0000*	0.0011*	0.0000*	0.0000*
0.9975	0.0000*	0.0014*	0.0000*	0.0014*	0.0000*	0.0000*
Uzun pozisyon						
0.050	0.0000*	0.0000*	0.0000*	0.0000*	0.3854	0.6360
0.025	0.1187	0.4303	0.3125	0.8731	0.2325	0.8829
0.010	0.1858	0.6021	0.1310	0.5719	0.0000*	0.0175*
0.005	0.0026*	0.0693**	0.0000*	0.0711*	0.0000*	0.0000*
0.0025	0.0000*	0.0028*	0.0000*	0.0263*	0.0000*	0.0000*
	LINK		**LINK**		**LINK**	
	APARCH		**GJR-GARCH**		**EWMA**	

	Kupiec	**DQ**	**Kupiec**	**DQ**	**Kupiec**	**DQ**
Kısa pozisyon	Olasılık	Olasılık	Olasılık	Olasılık	Olasılık	Olasılık
0.950	0.8744	0.0305*	0.9248	0.1292	0.5537	0.1798
0.975	0.1812	0.0018*	0.3144	0.0016*	0.0057*	0.0008*
0.990	0.0148*	0.0006*	0.0076*	0.0523*	0.0000*	0.0032*
0.995	0.0007*	0.0010*	0.0007*	0.0010*	0.0000*	0.0000*
0.9975	0.0000*	0.0000*	0.0002*	0.3288	0.0000*	0.0000*
Uzun pozisyon						
0.050	0.0229*	0.0576**	0.0326*	0.0421*	0.3522	0.3130
0.025	0.1929	0.0101*	0.1353	0.1338	0.7437	0.3421
0.010	0.3212	0.5954	0.4622	0.9579	0.1361	0.5616
0.005	0.0283*	0.6986	0.0125*	0.5802	0.0283*	0.6986
0.0025	0.0031*	0.5563	0.0099*	0.6849	0.0002*	0.3278

*,** sırasıyla % 5 ve %10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir. Değişen varyans testleri için verilen değerler ise doğrudan olasılık değerleridir.

Tablo 6: Geleneksel Yaklaşım Çerçevesinde VaR Analiz Sonuçları

	BCH		**BCH**		**BCH**	
	APARCH		**GJR-GARCH**		**EWMA**	
	Kupiec	**DQ**	**Kupiec**	**DQ**	**Kupiec**	**DQ**
Kısa pozisyon	Olasılık	Olasılık	Olasılık	Olasılık	Olasılık	Olasılık
0.950	0.3664	0.0265*	0.3664	0.0764**	0.4801	0.1691
0.975	0.0868*	0.0290*	0.2174	0.2930	0.0001*	0.0038*
0.990	0.0002*	0.0021*	0.0004*	0.1049	0.0000*	0.0005*
0.995	0.0000*	0.0781**	0.0000*	0.0348*	0.0000*	0.0042*
0.9975	0.0000*	0.0901**	0.0000*	0.0607*	0.0000*	0.0015*
Uzun pozisyon						
0.050	0.0697**	0.0112*	0.0375*	0.0837**	0.1558	0.0021*
0.025	0.6828	0.2692	0.9452	0.2592	0.0868**	0.2311
0.010	0.0068*	0.2657	0.0068*	0.2657	0.0002*	0.0932**
0.005	0.0002*	0.0892**	0.0000*	0.0706**	0.0000*	0.0065*
0.0025	0.0000*	0.0309*	0.0000*	0.0309*	0.0000*	0.0039*
	BNB		**BNB**		**BNB**	
	APARCH		**GJR-GARCH**		**EWMA**	
	Kupiec	**DQ**	**Kupiec**	**DQ**	**Kupiec**	**DQ**
Kısa pozisyon	Olasılık	Olasılık	Olasılık	Olasılık	Olasılık	Olasılık
0.950	0.9902	0.8695	0.4449	0.5632	0.2318	0.0000*

0.975	0.2141	0.2539	0.5584	0.6914	0.0125*	0.0013*
0.990	0.0417*	0.0211*	0.0127*	0.0311*	0.0016*	0.0000*
0.995	0.0031*	0.0000*	0.0031*	0.0000*	0.0000*	0.0000*
0.9975	0.0003*	0.0009*	0.0000*	0.0000*	0.0000*	0.0000*
Uzun pozisyon						
0.050	0.1240	0.0773**	0.0950**	0.0489*	0.4449	0.2648
0.025	0.5584	0.5302	0.8040	0.4662	0.1605	0.0245*
0.010	0.0714**	0.3688	0.0714*	0.3688	0.0001*	0.0401*
0.005	0.0176*	0.0208*	0.0176*	0.0208*	0.0004*	0.0213*
0.0025	0.0003*	0.0009*	0.0012*	0.00028*	0.0000*	0.0021*

*,** sırasıyla % 5 ve % 10 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir. Değişen varyans testleri için verilen değerler ise doğrudan olasılık değerleridir.

Dolayısıyla kısaca ifade etmek gerekirse çalışma bulguları kripto para piyasalarında taşınan kısa pozisyonların yol açabileceği yukarı yönlü piyasa riskinin tahmininde bu çalışmada kullanılan modeller kapsamında en uygun modelin GJR-GARCH modeli olduğu, kripto para piyasalarında taşınan uzun pozisyonların yol açabileceği aşağı yönlü piyasa riskinin tahmininde ise GJR-GARCH ve EWMA modellerinin kullanılabileceği sonucuna işaret etmektedir. Bu kapsamda üs parametresinin 2'den farklı bir değer almasına imkan tanıyan APARCH modelinin ilgili modellerden daha iyi bir performans sergileyemediği ifade edilebilir.

3.4. Basel IV Kapsamında Piyasa Riski Ölçümü

Çalışmanın bu aşamasında yeni bir yaklaşım olan Basel IV düzenlemeleri kapsamında ilgili alternatif modeller tarafından hem kısa hem de uzun pozisyonlar için bir gün sonrasına ilişkin olarak hesaplanan

piyasa risk düzeylerine dönük analizlere yer verilmiş ve bu kapsamda elde edilen sonuçlar Tablo 7'de sunulmuştur[1].

Tablo 7: Basel IV Kapsamında Piyasa Riski Ölçümü

	Kısa pozisyon (%97.5)	Uzun pozisyon (%2.5)
APARCH		
BTC	%10.062	-% 10.846
XLM	% 20.639	-% 15.627
LINK	%20.377	-%19.682
BCH	%21.828	-%19.862
BNB	%18.619	-%15.563
GJR-GARCH		
BTC	% 10.182	-% 10.696
XLM	% 20.907	-% 15.427
LINK	%20.785	-%19.977
BCH	%21.612	-%20.452
BNB	%19.984	-%15.920
EWMA		
BTC	% 9.0728	-% 9.8007
XLM	% 20.144	-% 13.457
LINK	% 17.810	-%17.129
BCH	%18.603	-%17.884
BNB	%17.676	-%13.383

[1] Sadelik sağlamak için ilgili modellerin parametre tahmin sonuçları burada gösterilmemiştir. Yazarlardan talep edilmesi halinde temin edilebilir.

ARCH		
BTC	%10.503	-%11.342
XLM	%20.144	-%16.914
LINK	%22.430	-%20.283
BCH	%22.776	-%21.048
BNB	%20.918	-%18.311
IGARCH		
BTC	%10.070	-%10.708
XLM	% 20.553	-%15.255
LINK	%20.569	-%19.567
BCH	%20.414	-%20.446
BNB	%19.984	-%15.942
GARCH		
BTC	%10.182	-%10.727
XLM	%21.150	-%15.369
LINK	%20.391	-%20.249
BCH	%21.558	-%20.452
BNB	%19.708	-%15.779
FIAPARCH		
BTC	%10.040	-%10.914
XLM	%20.917	-%15.704
LINK	%20.763	-%19.394
BCH	%21.785	-%20.399

BNB	%19.664	-%15.218
HYGARCH		
BTC	%10.322	-%10.727
XLM	%20.739	-%15.774
LINK	%20.726	-%19.828
BCH	%21.367	-%20.599
BNB	%20.079	-%15.336
FIGARCH		
BTC	%10.150	-%10.655
XLM	%20.473	-%15.911
LINK	%20.216	-%20.122
BCH	%21.589	-%20.599
BNB	%20.079	-%15.336

Örnek teşkil etmesi amacıyla kısa pozisyonların yol açabileceği yukarı yönlü piyasa riskine ilişkin bulgular BTC için incelendiğinde ilgili güven düzeyinde bir gün sonrasına dönük maksimum kayıp oranının analizlerde kullanılan modellere bağlı olarak yaklaşık % 9.073 ile % 10.503 arasında değişen değerler aldığı anlaşılmaktadır. Uzun pozisyonların yol açabileceği aşağı yönlü piyasa riskine ilişkin bulgular incelendiğinde ise ilgili güven düzeyinde bir gün sonrasına dönük maksimum kayıp oranlarının analizlerde kullanılan modellere bağlı olarak %9.801 ile %11.342 arasında değişen değerler aldıkları anlaşılmaktadır. Tablo 7'de sunulan bulgular kapsamında benzer analizlerin diğer kripto para birimleri için de yapılabileceği belirtilmelidir.

Son olarak Basel IV düzenlemeleri kapsamında ilgili kripto para birimleri için hesaplanan piyasa risk düzeyleri karşılaştırıldığında ilgili kripto para birimlerinde kısa pozisyon taşınması durumunda en riskli kripto para birimlerinin BCH, XLM ve LINK olduğu; ardından ise

BNB'nin geldiği anlaşılmaktadır. İlgili kripto para birimlerinde uzun pozisyon taşınması durumunda ise en riskli kripto para birimlerinin BCH ve LINK olduğu görülmektedir. BTC ise ilgili kripto para birimleri arasında her durumda en düşük piyasa riskine sahip kripto para birimleri olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca her durumda kripto para piyasalarında taşınan kısa pozisyonlar ile uzun pozisyonların piyasa risk düzeylerinin birbirinden farklı olduğu anlaşılmaktadır. Son olarak da bulgular genel olarak en düşük piyasa riskini EWMA modelinin, en yüksek piyasa riskini ise ARCH modelin sunduğu sonucuna işaret etmektedir.

SONUÇ

Kripto para piyasaları volatilite düzeyi oldukça yüksek olan piyasalardır. Bu nedenle hem yatırımcıların daha etkin yatırım kararları verebilmeleri hem de kripto para piyasalarının yol açabileceği risklerin daha iyi anlaşılabilmesi için kripto para birimlerinin piyasa risk düzeylerinin belirlenmesi oldukça önemli bir konu haline gelmektedir. Bu nedenle bu çalışmada BTC, XLM, LINK, BNB ve BCH için hem geleneksel yaklaşım çerçevesinde hem de 2023 yılında yürürlüğe girmesi beklenen Basel IV düzenlemeleri kapsamında piyasa riski analizlerine yer verilmiştir. Geleneksel yaklaşıma dayalı analizlerde AR(1)-APARCH (1,1), AR(1)-GJR-GARCH (1,1) ve EWMA modellerinden yararlanılmıştır. Basel IV kapsamındaki analizlerde ise ilgili 3 modele ilaveten GARCH modeli, FIGARCH modeli, HYGARCH modeli, FIAPARCH modeli, IGARCH modeli ve ARCH modeline dayalı analizlere de yer verilmiştir.

Geleneksel yaklaşıma dayalı piyasa riski analizleri kripto para piyasalarında taşınan kısa pozisyonların yol açabileceği yukarı yönlü piyasa riskinin tahmininde GJR-GARCH modelinin; kripto para piyasalarında taşınan uzun pozisyonların yol açabileceği aşağı yönlü piyasa riskinin tahmininde ise GJR-GARCH ve EWMA modellerinin kullanılmasının daha doğru bir yaklaşım olabileceği sonucuna işaret etmektedir.

Basel IV düzenlemeleri kapsamında elde edilen sonuçlara gelince, ilgili kripto para birimlerinde kısa pozisyon taşınması durumunda en riskli kripto para birimlerinin BCH, XLM ve LINK olduğu, ilgili kripto para birimlerinde uzun pozisyon taşınması durumunda ise en riskli kripto para

birimlerinin BCH ve LINK olduğu anlaşılmaktadır. BTC ise ilgili kripto para birimleri arasında her durumda en düşük piyasa riskine sahip kripto para birimleri olarak öne çıkmaktadır. Bulgular ayrıca ilgili kripto para birimlerinin fiyat artışlarının yol açabileceği piyasa risk düzeyi ile fiyat düşüşlerinin yol açabileceği piyasa risk düzeylerinin birbirinden farklı olduğu ve genel olarak en düşük piyasa riskini EWMA modelinin, en yüksek piyasa riskini ise ARCH modelin sunduğu sonucuna işaret etmektedir. Mevcut bulguların kripto para piyasası yatırımcıları ve politika yapıcılar açısından oldukça önemli sonuçlar içerdiği ifade edilebilir.

KAYNAKÇA

Baillie, R.T., Bollerslev, T. & Mikkelsen, H.O. (1996). Fractionally Integrated Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 73, 3–20.

Basel Committee on Banking Supervision (2016) "Minimum Capital Requirements for Market Risk" 4 Mayıs 2022 tarihinde https://www.bis.org/bcbs/publ/d352.htm adresinden erişildi.

Bollerslev, T. (1986). Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31, 307–327.

Bollerslev, T. & Wooldridge, J.M. (1992) "Quasi-Maximum Likelihood Estimation And Inference in Dynamic Models With Time-Varying Covariances", *Econometrics Review, 11*(2),143-172.

Davidson, J. (2004). Moment and Memory Properties of Linear Conditional Heteroscedasticity Models, and A New Model. *Journal of Business & Economic Statistics*, 22, 16–29.

Ding, Z., Granger, C.W.J. & Engle, R.F. (1993) "A Long Memory Property Of Stock Market Returns And A New Model" *Journal of Empirical Finance*,1, 83 - 106.

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

Engle, R. F. & Bollerslev, T. (1986). Modeling the Persistence of Conditional Variances. *Econometric Reviews,* 5, 1–50.

Glosten, L.R., Jagannathan, R. & Runkle, D.E. (1993). "On The Relation Between The Expected Value And The Volatility Of The Nominal Excess Return On Stocks", *Journal of Finance*, 48,1779–1801.

Engle, R.F. & Manganelli, S. (2004),." CAViaR: Conditional Autoregressive Value at Risk by Regression Quantiles," *Journal of Business and Economic Statistics,* 22 (4), 367-381.

Ljung, G. & Box, G.E.B. (1978). "On a Measure of Lack of Fit in Time Series Models", *Biometrika*. 66, 67–72.

Kupeic, P.(1995). "Techniques for Verifying the Accuracy of Risk Managment Models", *Journal of Derivatives*, 3: 73-84.

Phillips, P.C.B. & P. Perron. (1988). "Testing for a Unit Root in Time Series Regression", *Biometrika*,75, 335-346.

Tse, Y.K. (1998). The Conditional Heteroscedasticity of the Yen–Dollar Exchange Rate. *Journal of Applied Econometrics,* 13, 49–55.

Yahoo Finance, Cryptocurency Data, https://finance.yahoo.com/cryptocurrencies/, (Erişim Tarihi: 12.11.2022).

Zakoian, J.M.(1994). "Threshold Heteroskedastic Models", *Journal of Economic Dynamics and Control,* 18,931-955.