Bölüm 19

Küresel Enerji Piyasalarına Dayalı Finansal Analizler

Önder BÜBERKÖKÜ[1]

Ayhan CESUR[2]

1 Doç. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Orcid: 0000-0002-7140-557X

2 Dr. Öğr. Üyesi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Orcid: 0000-0003-4305-3930

1.GİRİŞ

Enerji emtialarının küresel üretim süreçlerinin en temel bileşenlerinden birini temsil ettiği ifade edilebilir. Bu nedenle enerji emtialarında yaşanan fiyat hareketleri küresel iktisadi ve finansal sistem üzerinde oldukça önemli etkilere sahip olabilmektedir. Örneğin net bazda enerji ithal eden ülke ekonomileri için enerji emtialarının fiyatlarında yaşanan yukarı yönlü sert fiyat hareketleri bu ülke ekonomilerinde yüksek enflasyon oranlarının ve cari açık rakamlarının ortaya çıkması sonucunu doğurabilmekte ve bu tür gelişmeler de bu ekonomilerinin yerel para birimlerinin önemli oranda değer kaybetmesine yol açabilmektedir. Bu değer kaybının yol açtığı kur riski ise bu tür ülke ekonomileri için hem mikro hem de makro bazda önemli sorunların yaşanmasına yol açabilmektedir. Net bazda enerji ihraç eden ülke ekonomileri içinse elde edilen döviz gelirlerine bağlı olarak ödemeler dengesinde gözlemlenen iyileşmeler bu ülke ekonomilerini daha az riskli hale getirebilmekte ve yerel para birimlerinin değer kazanmasını sağlayabilmektedir. Ayrıca literatürde de ifade edildiği gibi enerji emtialarında yaşanan sert fiyat hareketleri hem üretim dinamikleri hem de sosyoekonomik açıdan oldukça önemli olan gıda ve metal emtialarının da fiyatlarında benzer değişimlerin yaşanmasına yol açabilmektedir. Bu durum da başlangıçta enerji emtialarından kaynaklanan sorunların daha sonra küresel bazda çok daha geniş bir etki alanı olan dengesizliklerin ortaya çıkmasına yol açabilmektedir.

Nitekim güncel gelişmelere bakıldığında da Rusya-Ukrayna savaşının başlamasının, Batı ekonomilerinin dünyanın en önemli petrol ve doğal gaz üreticilerinden biri olan Rusya ekonomisine dönük önemli yaptırımlar uygulamalarının, Rusya'nın Avrupa ekonomilerine dönük doğal gaz akışını durdurmasının ve ABD merkez bankası FED ile Avrupa merkez bankası ECB'nin para politikası uygulamalarında sert faiz artışı sürecine girmelerinin enerji piyasalarında oldukça sert fiyat hareketlerinin yaşanmasına yol açtığı ifade edilebilir. Bu tür bir konjonktürde hem enerji piyasasındaki yatırımcıların hem de politika yapıcıların daha doğru iktisadi ve finansal kararlar verebilmeleri için enerji piyasalarının finansal risk düzeyinin doğru bir şekilde ölçülmesinin ve bu risklerin etkin bir şekilde nasıl yönetilebileceğinin tespit edilmesinin önemli olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle bu çalışmada öncelikle çeşitli enerji emtialarının finansal risk düzeyleri ölçülmüştür. Çalışmada ardından bu tür risklerin bir türev piyasa aracı olan futures kontralar kullanılarak en etkin şekilde nasıl hedge edilebileceğine dönük analizlere yer verilmiştir. Çalışmada son olarak riske göre düzeltilmiş getiri oranlarını sunan değişim katsayısı ile portföy çeşitlendirmesi açısından önemli olan korelasyon analizine yer verilmiştir.

Bu çalışmanın literatüre üç temel noktada katkı sağlayacağı düşünülmektedir: Öncelikle bu çalışmada güncel gelişmeler ışığında 9 farklı enerji emtiasına ait

spot fiyatlar dikkate alınarak yatırım analizlerine yer verilmiştir. İkinci olarak bu enerji emtialarının piyasa risklerinin ölçümünde Basel IV uygulamaları kapsamında tavsiye edilen yeni bir yaklaşımdan yararlanılmıştır. Üçüncü olarak çalışmada çeşitli vadelere sahip futures kontratlar kullanılarak spot piyasada taşınan pozisyonların yol açabileceği risklerin nasıl hedge edilebileceğine ve bu işlemlerin hedging etkinliğinin ne olabileceğine dönük analizlere yer verilmiştir.

2. VERİ VE METODOLOJİ

2.1. Veri

Bu çalışma 7 Ocak 2000 yılı ile 12 Ağustos 2022 yılı arasındaki dönemi kapsamakta ve haftalık verilerden oluşmaktadır. Çalışmada kullanılan enerji emtialarına ilişkin ayrıntılı bilgiler Tablo 1'de sunulmuştur. Tüm veriler ABD Enerji Enformasyon İdaresi veri tabanından temin edilmiştir (https://www.eia.gov /dnav/pet/pet_pri_spt_s1_d.htm). Çalışmada kullanılan enerji emtialarına ait spot ve futures fiyatlar ile logaritmik getiri serileri sırasıyla Şekil 1 ve 2'de sunulmuştur.

Tablo 1: Analizde Kullanılan Değişkenler

Enerji emtiaları	**Çalışmada kullanılan kısaltmaları**
Spot varlıklar	
Dizel (Los Angeles, Ultra düşük sülfürlü)	CARB
Isıtma yakıtı / Kalorifer yakıtı (New York Harbor)	NYHT
Kerosene tipi jet yakıtı (ABD Gulf Coast)	KJF
Propan (Mont Belvieu, Texas)	PRN
Benzin (US Gulf Coast)	GGS
Benzin (New York Harbor Regular)	NYGS
Brent petrol	BRENT
Batı Teksas türü ham petrol	WTI
Doğal gaz (Henry hub)	NG
Futures varlıklar (Isıtma yakıtı / Kalorifer yakıtı için)	
Kontrat 1	HTF1
Kontrat 2	HTF2
Kontrat 3	HTF3
Kontrat 4	HTF4

2.2. Metodoloji

Çalışmada öncelikle ilgili spot enerji emtialarından hangisine yatırım yapılmasının daha doğru bir karar olabileceğine dönük analizlere yer verilmiştir. Bu amaçla riske göre düzeltilmiş getiri oranlarına odaklanan değişim katsayısından (DK) yararlanılmıştır. DK Denklem (1)'de gösterildiği gibi hesaplanmaktadır:

$$DK = \frac{\text{Finansal varlık riski}}{\text{Beklenen getiri oranı}} = \frac{\sigma_{fv}}{E(r_{fv})} \quad (1)$$

Burada, $E(r_{fv})$ ilgili finansal varlıktan beklenen getiri oranını, σ_{fv} ise ilgili finansal varlığın standart sapması ile ölçülen riskini ifade etmektedir.

Çalışmada ikinci olarak korelasyon analizine yer verilmiştir. Bu amaçla da ilgili enerji emtialarının spot getiri oranları arasındaki korelasyon katsayıları hesaplanmış ve iki varlıklı portföyler için en uygun portföy çeşitlendirme etkisinin nasıl elde edilebileceğine dönük analizlere yer verilişitir.

Çalışmada üçüncü olarak 2023 yılında yürürlüğe girmesi beklenen ve %97.5 güven düzeyinde ES (Expected Shortfall, ES) yaklaşımına dayanan Basel IV düzenlemeleri kapsamında ilgili enerji emtialarının piyasa risk düzeyleri ölçülmüştür. Basel IV düzenlemeleri kapsamında piyasa riski ölçümleri yapılırken Denklem (2) ve (3)'te gösterilen Student t dağılım varsayımına (st) dayalı ve Bollerslev (1986) tarafından geliştirilen AR(1)-GARCH(1,1)-st modelinden yararlanılmıştır.

$$r_t = \mu_0 + \zeta\, r_{t-1} + \varepsilon_t\,,\ \varepsilon_t = \sigma_t \epsilon_t,\ \epsilon_t \sim i.i.d, \text{Student t}\,(0,1,\nu) \quad (2)$$

$$h_t = \varpi_0 + \alpha_i \mu_{t-1}^2 + \beta_j h_{t-1} \quad (3)$$

Burada, α_i ARCH parametresini; β_j GARCH parametresini; h_t zamanla değişen şartlı volatilite değerini; ϖ_0 sabit terimi; μ_t hata terimini göstermektedir.

Çalışmada son olarak spot piyasalarda taşınabilecek pozisyonların yol açabileceği risklerin nasıl yönetilebileceğine dair NYHT özelinde uygulamalı analizlere yer verilmiştir. Bu kapsamda öncelikle EKK yöntemi kullanılarak optimal hedge rasyoları (OHR) hesaplanmış, ardından ise bu optimal hedge rasyoları arasında bir tercih yapabilmek amacıyla heging etkinliğine dayalı analizlere yer verilmiştir. Bu amaçla da varyans azaltım (Variance reduction, VR) yönteminden yararlanılmıştır.

EKK yöntemi ile OHR değerleri belirlenirken Denklem (4)'ten yararlanılmıştır:

$$\Delta Spot_t = c + \beta \Delta Futures_t + \mu_t \quad (4)$$

Burada, $\Delta Spot_t$ ile $\Delta Futures_t$ sırasıyla spot ve futures varlıkların logaritmik getiri serilerini; β , OHR değerini; c, sabit terimi; μ_t hata terimini göstermektedir.

Hedging etkinliği belirlenirken yararlanılan VR yaklaşımı ise Denklem (5)'te gösterildiği gibi hesaplanmaktadır:

$$VR = {var(unhedged) - var(hedged)} \Big/ {var(unhedged)} \quad (5)$$

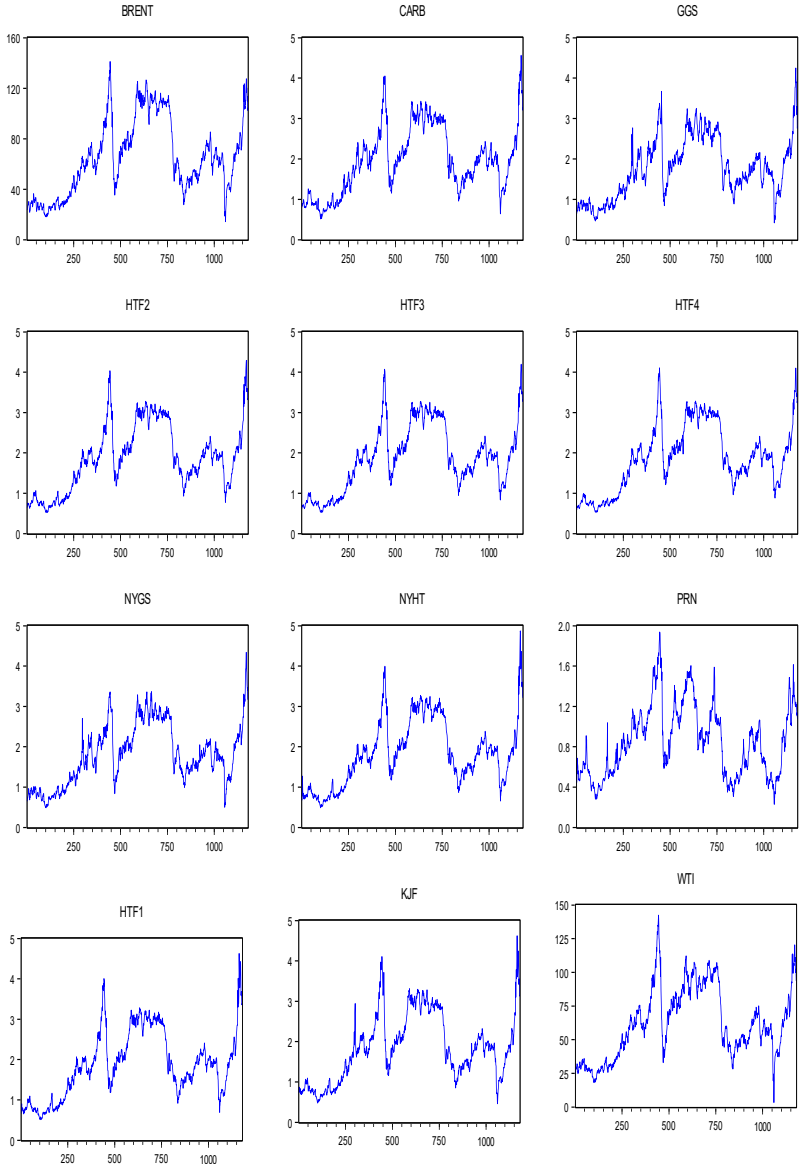
Burada $var(unhedged)$ hedge edilmemiş portföyün varyansını; $var(hedged)$ ise hedge edilmiş portföyün varyansını ifade etmektedir.

Bu varyans değerleri de Denklem (6) ve (7)'de gösterildiği gibi hesaplanmaktadır:

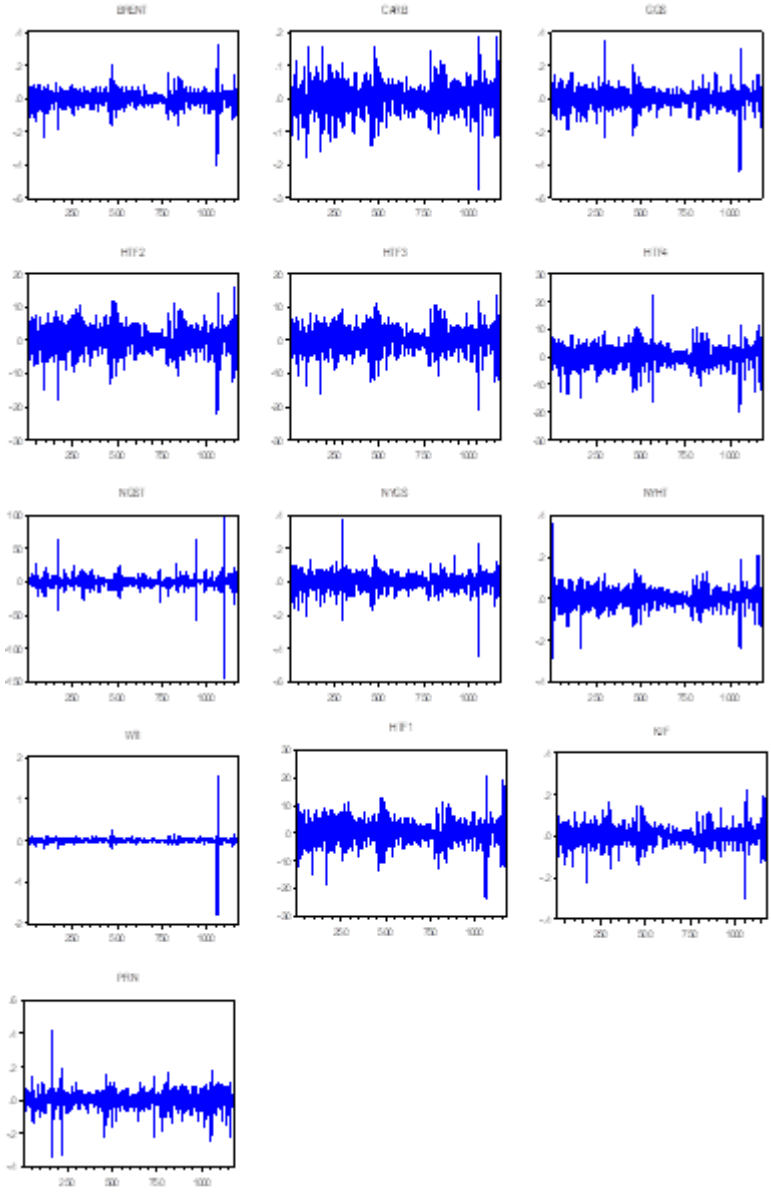
$$var(unhedged) = \sigma^2_{\Delta spot} \quad (6)$$

$$var(hedged) = \sigma^2_{\Delta spot} + \sigma^2_{\Delta futures} * ohr^2 - 2 * cov(\Delta Spot, \Delta Futures) * ohr \quad (7)$$

Şekil 1: Enerji Emtialarına ait Spot ve Futures Fiyatlar (Logaritması alınmamış orijinal seriler)



Şekil 2: Enerji Emtialarına ait Logaritmik Spot ve Futures Getiri Serileri



BULGULAR

Çalışmada kullanılan enerji emtialarının logaritmik spot ve futures getiri serilerine ait temel bulgular Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2: Enerji Emtialarına Ait Temel Bulgular

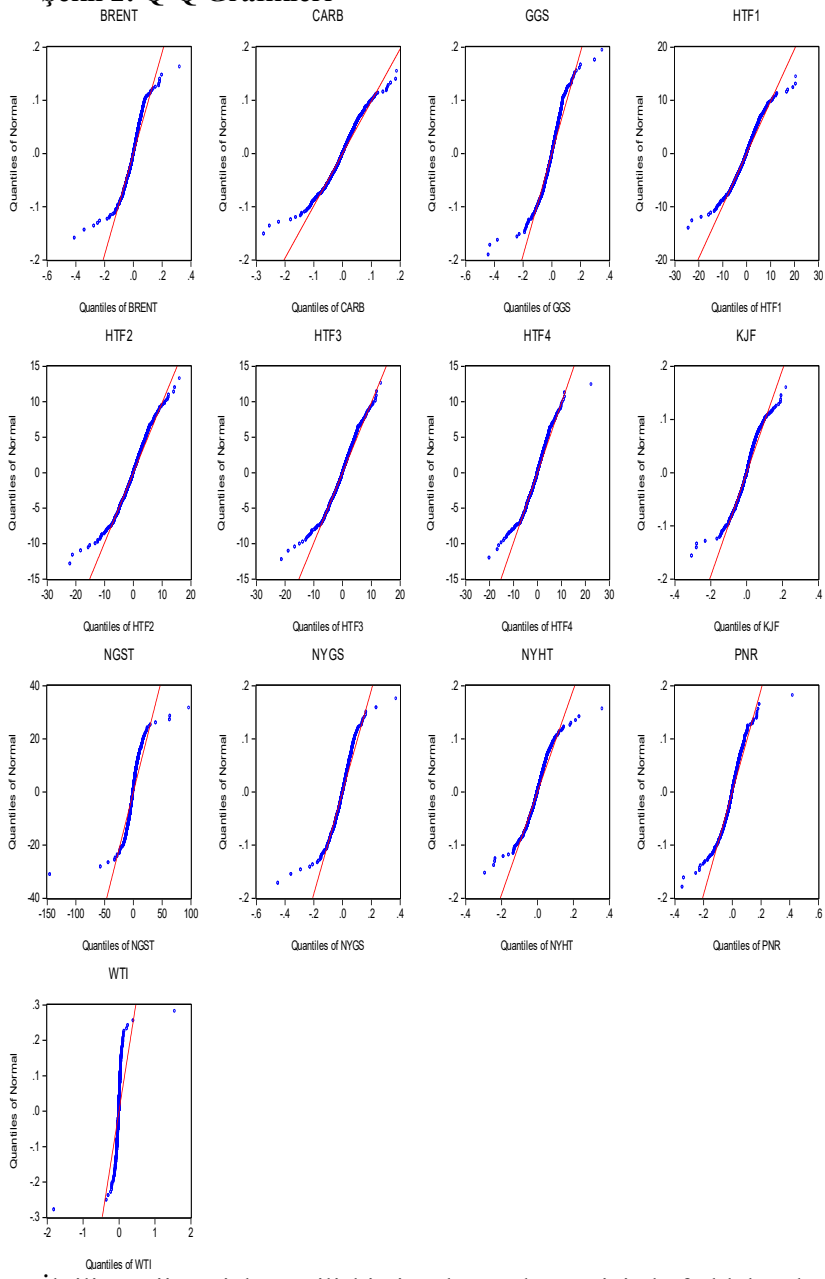
	Çarpıklık	Basıklık	JB	PP C	C&T
Spot varlıklar					
BRENT	-0.92822	13.2982	0.0000*	0.0000*	0.0000*
CARB	-0.40398	6.30271	0.0000*	0.0000*	0.0000*
GGS	-0.93440	12.0190	0.0000*	0.0000*	0.0000*
KJF	-0.45409	8.09043	0.0000*	0.0000*	0.0000*
NGST	-1.87826	64.6518	0.0000*	0.0000*	0.0000*
NYGS	-0.84188	13.0053	0.0000*	0.0000*	0.0000*
NYHT	-0.02392	10.2718	0.0000*	0.0000*	0.0000*
PNR	-0.39931	10.0915	0.0000*	0.0000*	0.0000*
WTI	-3.08958	282.361	0.0000*	0.0000*	0.0000*
Futures kontratlar					
NYHTF1	-0.19104	6.463289	0.0000*	0.0000*	0.0000*
NYHTF2	-0.41017	5.745714	0.0000*	0.0000*	0.0000*
NYHTF3	-0.47214	5.424087	0.0000*	0.0000*	0.0000*
NYHTF4	-0.36676	6.289065	0.0000*	0.0000*	0.0000*
Değişen Varyans Testi Sonuçları					
	ARCH (2)		ARCH (5)		
Spot varlıklar					
BRENT	150.093*[0.0000]		72.6235*[0.0000]		
CARB	52.4454*[0.0000]		43.2014*[0.0000]		
GGS	279.868*[0.0000]		129.225*[0.0000]		
KJF	82.1008*[0.0000]		44.9968*[0.0000]		
NGST	118.038*[0.0000]		47.1734*[0.0000]		
NYGS	198.704*[0.0000]		80.5213*[0.0000]		
NYHT	98.4919*[0.0000]		30.6554*[0.0000]		
PRN	104.334*[0.0000]		43.628*[0.0000]		
WTI	276.95*[0.0000]		131.906*[0.000]		
Futures kontratlar					
NYHTF1	77.0298*[0.0000]		35.0996*[0.0000]		
NYHTF2	45.7931*[0.0000]		23.9764*[0.0000]		
NYHTF3	36.2544*[0.0000]		21.1057*[0.0000]		
NYHTF4	35.1611*[0.0000]		17.0682*[0.0000]		

*, %10 veya daha iyi bir anlamlılık düzeyini göstermektedir. JB ile PP testleri için verilen değerler olasılık değerleridir. Değişen varyans testi için köşeli parantez içerisinde verilen değerler olasılık değerleridir.

Bulgular incelendiğinde ilgili tüm enerji emtialarının getiri serilerinin dağılımının sola çarpık olduğu, dolayısıyla standart normal dağılım varsayımına göre bu enerji emtialarının negatif getiri sunma olasılıklarının pozitif getiri sunma olasılıklarından daha fazla olduğu anlaşılmaktadır. Basıklık parametrelerine bakıldığında da en yüksek basıklık değerine WTI petrolünün sahip olduğu,

ardından ise NGST'nin geldiği anlaşılmaktadır. Bu bulgular da bu iki enerji emtiasında ekstrem fiyat hareketlerinin gerçekleşme olasılığının diğer enerji emtialarına göre çok daha yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Engel (1982) ARCH testi sonuçlarına bakıldığın ise tüm enerji emtialarının getiri serilerinin değişen varyans sorunu içerdiği anlaşılmaktadır. Phillips-Perron (PP) (1988) birim kök testi sonuçları incelendiğinde ise geleneksel anlamlılık düzeylerinde her durumda ilgili tüm enerji emtialarının spot ve futures getiri serilerinin düzey değerlerinde durağan oldukları görülmektedir. Jarque-Bera (JB) testi de geleneksel anlamlılık düzeylerinde ilgili enerji emtialarının spot ve futures getiri serilerinin standart normal dağılım varsayımına uyduğu hipotezini geleneksel anlamlılık düzeylerinde reddetmektedir. Şekil 3'te sunulan Q-Q grafikleri de benzer bir sonuca işaret ettiğinden çalışmada kullanılan AR(1)-GARCH (1,1) modeli Student t dağılım varsayımı altında tahmin edilmiştir.

Şekil 2: Q-Q Grafikleri



İlgili enerji emtialarına ilişkin incelenen dönem için haftalık bazda elde edilen ortalama getiri oranları ile standart sapma parametreleri Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3: Finansal analiz sonuçları (Spot piyasa)

	Ortalama getiri (%)	Standart sapma (%)	DK sıralama
CARB	0.118938	4.577895	3
NYHT	0.132509	4.632271	1
KJF	0.123951	4.779463	4
PRN	0.07500	5.403905	6
GGS	0.12418	5.79587	7
NYGS	0.134131	5.196074	5
BRENT	0.126174	4.825722	2
WTI	0.113088	8.387267	8
NG	0.111943	9.399912	9

Bulgular incelendiğinde incelenen dönemde en yüksek ortalama getiri oranını sırasıyla NYGS (%0.1341) ile NYHT'nin (%0.1325) sundukları, ardından ise Brent petrol (%0.1262) ile GGS'nin (%0.1242) geldiği, en düşük ortalama getiri oranını ise PRN (%0.0750) ile NG'nin (%0.1119) sundukları anlaşılmaktadır. Bir finansal risk ölçütü olarak standart sapma parametrelerine bakıldığında en yüksek risk düzeyine sırasıyla NG (%9.399) ile WTI petrolünün (%8.387) sahip oldukları, ardından ise GGS (%5.795) ile PRN'nin (%5.403) geldikleri, en düşük finansal risk düzeyine ise sırasıyla CARB (%4.578) ile NYHT'nin (%4.632) sahip oldukları anlaşılmaktadır. Fakat bilindiği gibi finansal analizler açısından önemli olan nokta ilgili finansal varlıkların ne tek başına sundukları getiri oranlarıdır ne de finansal risk düzeyleridir. Finansal analizler açısından önemli olan nokta en uygun risk / getiri bileşimine sahip finansal varlıkların belirlenebilmesidir. Bu amaçla da riske göre düzeltilmiş getiri oranlarını sunan değişim katsayısı gibi yöntemlerden yararlanılmaktadır. Değişim katsayısı kapsamında elde edilen bulgular incelendiğinde (Tablo 3) en uygun yatırım fırsatını NYHT'nin sunduğu, ardından Brent petrolün geldiği, üçüncü sırada ise CARB'ın yer aldığı görülmektedir. En düşük performansı ise sırasıyla NG ile WTI'nın sergilediği, ardından ise GGS'nin geldiği anlaşılmaktadır.

Tablo 3'teki analizlerde olduğu gibi ilgili enerji emtialarına tek tek yatırım yapılabileceği gibi bu enerji emtialarını içeren iki varlıklı portföyler de oluşturulabilir. Oluşturulacak bu tür portföylerin beklenen çeşitlendirme etkisini sergileyebilmeleri içinse ilgili enerji emtiaları arasındaki korelasyon katsayısının mümkün olduğunca düşük olması gerekmektedir. Bu kapsamda Tablo 4'te sunulan korelasyon matrisi dikkate alındığında PRN hariç diğer tüm enerji emtialarında uzun pozisyon taşıyan yatırımcıların iki varlıklı bir portföy için en iyi çeşitlendirme etkisini portföye NGST'yi de ekleyerek elde edebilecekleri anlaşılmaktadır. PRN'de veya NGST'de uzun pozisyon taşıyan yatırımcıların ise

en iyi çeşitlendirme etkisini elde edebilmeleri için portföye ikinci bir varlık olarak WTI petrolünü ekleyebilecekleri ifade edilebilir.

Tablo 4: Korelasyon Matrisi

	BRENT	CARB	GGS	KJF	NGST	NYGS	NYHT	PRN	WTI
BRENT	1	0.71	0.67	0.76	0.14	0.72	0.74	0.49	0.65
CARB	0.71	1	0.59	0.77	0.13	0.62	0.75	0.47	0.49
GGS	0.67	0.59	1	0.70	0.14	0.89	0.61	0.46	0.48
KJF	0.75	0.76	0.70	1	0.16	0.71	0.84	0.50	0.48
NGST	**0.14**	**0.13**	**0.14**	**0.16**	1	**0.13**	**0.19**	0.29	**0.05**
NYGS	0.71	0.61	0.89	0.71	0.13	1	0.64	0.47	0.47
NYHT	0.74	0.74	0.61	0.84	0.19	0.64	1	0.54	0.45
PRN	0.49	0.47	0.46	0.50	0.29	0.47	0.54	1	0.28
WTI	0.65	0.49	0.48	0.48	**0.05**	0.47	0.45	**0.28**	1

Çalışmanın bu aşamasında AR(1)-GARCH(1,1)-st modelleri tahmin edilerek ilgili enerji emtialarının volatilite serilerine dönük bazı önemli analizlere yer verilmiştir (Tablo 5).

Tablo 5: AR(1)-GARCH(1,1)-st Modelinin Tahmin Sonuçları (Spot Fiyatlar)

	CARB	**NYHT**	**KJF**	**PRN**	**GGS**
Getiri denklemi					
C	0.00219	0.00198	0.00241*	0.00357*	0.00316*
AR(1)	0.28265*	0.22825*	0.21334*	0.21416*	0.19979*
Varyans denklemi					
$W*10^4$	0.70576*	0.50734*	0.60024*	3.24607*	1.30101*
ARCH	0.12756*	0.11009*	0.13662*	0.24737*	0.13202*
GARCH	0.83934*	0.86503*	0.83872*	0.64771*	0.82674*
ARCH + GARCH < 1	0.96690	0.97512	0.97534	0.89508	0.95876
Student t s.d	8.35211*	7.20287*	7.94125*	5.501001*	6.51203*
Log likelihood	2135.667	2161.413	2123.193	1962.958	1906.272
ARCH (2)	0.5758	0.6655	0.6893	0.9819	0.1068
ARCH (5)	0.2674	0.6217	0.9153	0.1703	0.4524
$Q^2(50)$	0.17781	0.9999	0.53520	0.93607	0.9999
	NYGS	**WTI**	**BRENT**	**NG**	
Getiri denklemi					
C	0.00253*	0.00381*	0.00279*	0.045121	
AR(1)	0.19712*	0.20683*	0.24649*	0.155617*	
Varyans denklemi					
$W*10^4$	1.12321*	6.27394*	0.68832*	11.053672*	
ARCH	0.11350*	0.24913*	0.13674*	0.407481*	
GARCH	0.84038*	0.43346*	0.832291*	0.464133*	

ARCH + GARCH < 1	0.95389	0.68260	0.96903	0.87161	
Student t s.d	6.94316*	5.229208	7.794037*	4.924025*	
Log likelihood	1994.202	2109.447	2144.577	-3902.722	
ARCH (2)	0.1068	0.5214	0.5504	0.7249	
ARCH (5)	0.4524	0.9325	0.9062	0.9673	
Q^2 (50)	0.9996	0.763773	0.99616	1.0000	

*, %10 veya daha iyi bir anlamlılık düzeyini ifade etmektedir. ARCH (2), ARCH (5) ve Q^2 (50) için verilen değerler olasılık değerleridir.

Bu kapsamda elde edilen bulgular incelendiğinde ilgili tüm enerji emtiaları için kovaryans durağanlık koşulunun sağlandığı anlaşılmaktadır. Çünkü ARCH ve GARCH parametrelerinin toplamının 0.6826 ile 0.9753 arasında değişen değerler aldıkları ve dolayısıyla 1'den küçük çıktıkları görülmektedir. Bulgular volatilite kalıcılığı açısından değerlendirildiğinde ise en yüksek volatilite kalıcılığına sırasıyla KJF (0.9753), NYHT (0.9751) ile Brent petrolün (0.9690) sahip oldukları, en düşük volatilite kalıcılığına ise sırasıyla WTI petrolü (0.6826) ile NG'nin (0.8716) sahip oldukları anlaşılmaktadır.

Bu bulgu t-1 döneminde yaşanabilecek bir volatilite şokunun t dönemindeki volatilite üzerindeki etkisinin en çok KJF için en az ise WTI petrolü için geçerli olacağı anlamına gelmektedir. Bir diğer ifadeyle enerji piyasalarında bir volatilite şokunun yaşanması durumunda bu şokun en uzun süre KJF için etkisini sürdüreceği, en hızlı şekilde sistemin dışına çıkmasının ise WTI petrolü için geçerli olabileceği anlaşılmaktadır.

Değişen varyans testi sonuçları ile Student t dağılımının serbestlik derecesinin istatistiki anlamlılığına dönük bulgulara gelince, Ljung-Box Q^2 (k) testi ile Engel (1982) ARCH-LM testi sonuçları inceleme kapsamındaki tüm enerji emtiaları için AR(1)-GARCH(1,1)-st modelinin değişen varyans sorununu gidermede başarılı bir model olduğu sonucuna işaret etmektedir. Student t dağılımının serbestlik derecesinin geleneksel anlamlılık düzeylerinde çalışmadaki tüm enerji emtiaları için istatistiki olarak anlamlı çıkması da bu dağılım varsayımının bu enerji emtiaları için uygun bir dağılım varsayımı olduğu anlamına gelmektedir.

İlgili enerji emtialarında taşınabilecek kısa ve uzun pozisyonların yol açabileceği piyasa risk düzeylerine ilişkin bulgular Tablo 6'da sunulmuştur. Öncelikle ilgili enerji emtialarında uzun pozisyon taşınması durumunda elde edilen sonuçlara bakıldığında, ilgili enerji emtialarında aşağı yönlü fiyat hareketlerinin gerçekleşmesi durumunda piyasa risk düzeyinin -%10.365 ile -%24.519 arasında değişen değerler aldığı, en yüksek piyasa risk düzeyine NG'nin (-%24.519) sahip olduğu, ardından WTI petrolünün (-%16.02) geldiği; en düşük piyasa risk düzeyine CARB'nin (-%10.365) sahip olduğu, ardından ise Brent

petrolün (-%10.521) geldiği anlaşılmaktadır. Dolayısıyla ilgili enerji emtialarında uzun pozisyon taşınması durumunda en riskli varlığın NG, en az riskli varlığın ise CARB olduğu anlaşılmaktadır.

İlgili enerji emtialarında kısa pozisyon taşınması durumunda elde edilen sonuçlara bakıldığında ise ilgili enerji emtialarında yukarı yönlü fiyat hareketlerinin gerçekleşmesi durumunda piyasa risk düzeyinin %10.098 ile %23.976 arasında değişen değerler aldığı, en yüksek piyasa risk düzeyine NG'nin (%23.976) sahip olduğu, ardından WTI petrolünün (%20.684) geldiği; en düşük piyasa risk düzeyine Brent petrolün (%10.098) sahip olduğu, ardından ise CARB'nin geldiği (%10.511) anlaşılmaktadır. Dolayısıyla ilgili enerji emtialarında kısa pozisyon taşınması durumunda en riskli varlığın yine NG, en az riskli varlığın ise Brent petrol olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 6 : Basel IV Kapsamında Piyasa Riski Analizi (Spot Varlıklar)

	ES (%97.5) Kısa pozisyon	ES (%2.5) Uzun pozisyon
CARB	%10.511	-%10.365
NYHT	%11.627	-%10.875
KJF	%11.813	-%10.996
PRN	%13.239	-%13.915
GGS	%14.729	-%13.704
NYGS	%14.111	-%12.813
BRENT	%10.098	-%10.521
WTI	%20.684	-%16.02
NG	%23.976	-%24.519

Bulgular ayrıca PRN, Brent petrol ve NG için aşağı yönlü fiyat hareketlerinin yol açabileceği piyasa risk düzeyinin, yukarı yönlü fiyat hareketlerinin yol açabileceği piyasa risk düzeyinden daha fazla olduğu sonucuna işaret ederken; diğer enerji emtiaları için tersi bir durumun söz konusu olduğu anlaşılmaktadır.
Bu tür sistematik riskleri yönetebilmek amacıyla bireysel ve kurumsal yatırımcılar türev piyasalardan yararlanabilmektedirler. Bu nedenle çalışmanın bu aşamasında bir örnek teşkil etmesi amacıyla NYHT'de uzun pozisyon taşıyan bir yatırımcı için dört farklı vadeye sahip futures kontratlar dikkate alınarak optimal hedge rasyoları ve hedging etkinliği hesaplanmış ve bu kapsamda elde edilen bulgular Tablo 7'de sunulmuştur. Bulgular incelendiğinde optimal hedge rasyolarının 1.011819 ile 1.088810 arasında değişen değerler aldıkları görülmektedir. Bu optimal hedge rasyolarından hangisinin en iyi hedging etkinliğini sunduğunun anlaşılabilmesi amacıyla yapılan VR analiz sonuçları incelendiğinde ise hedging etkinliğinin yaklaşık % 70.23 ile % 86.53 arasında

değiştiği, en iyi hedging etkinliğini F1 futures kontratının, en kötü performansı ise F4 futures kontratının sergilediği anlaşılmaktadır. Bu kapsamda NYHT için piyasada pozisyon taşıyan bireysel veya kurumsal yatırımcıların piyasaya dönük veri akışı sonrasında spot piyasada meydana gelebilecek fiyat hareketlerinin yol açabileceği riskleri en iyi şekilde yönetebilmeleri için optimal hedge rasyosu 1.011819 olacak şekilde F1 futures kontratlarını kullanması gerektiği anlaşılmaktadır.

Tablo 7 : EKK Yöntemine Dayalı OHR Değerleri (NYHT için)

	OHR	R^2	VR sonuçları
HTF1	1.011819	0.866864	0.865348
HTF2	1.062837	0.806549	0.805244
HTF3	1.088810	0.767407	0.766107
HTF4	1.059340	0.703364	0.702275

SONUÇ

Son dönemlerde küresel gelişmelere de bağlı olarak enerji piyasalarında önemli fiyat hareketleri yaşanmaktadır. Bu durumun enerji piyasalarından kaynaklanan risklerin ölçülüp yönetilmesini ve bu piyasalara dönük etkin yatırım kararlarının verilebilmesini çok daha önemli hale getirdiği ifade edilebilir. Bu nedenle bu çalışmada 7 Ocak 2000 yılı ile 12 Ağustos 2022 yılı arasındaki dönem için haftalık veriler kullanılarak enerji emtialarına ilişkin önemli finansal analizlere yer verilmiştir. Bu kapsamda öncelikle 9 farklı enerji emtiasına ait spot fiyatlar dikkate alınarak değişim katsayısına ve korelasyon hesaplamalarına dayalı yatırım analizlerine yer verilmiştir. Ardından enerji piyasalarında yaşanabilecek aşağı ve yukarı yönlü fiyat hareketlerinin yol açabileceği piyasa risklerinin ölçümüne dönük analizlere odaklanılmıştır. Bu amaçla da Basel IV uygulamaları kapsamında tavsiye edilen %97.5 güven düzeyindeki ES yönteminden yararlanılmıştır. Çalışmada son olarak NYHT için spot piyasada taşınan pozisyonların yol açabileceği risklerin çeşitli vadelere sahip futures kontratlar kullanılarak nasıl hedge edilebileceğine ve bu işlemlerin hedging etkinliğinin ne olabileceğine dönük analizlere yer verilmiştir.

Değişim katsayısı kapsamında elde edilen sonuçlar en uygun yatırım fırsatını NYHT'nin sunduğunu, ardından Brent petrolün geldiğini, en kötü performansı ise sırasıyla NG ile WTI'nın sergilediğini göstermektedir. Korelasyon analizine dayalı bulgular ilgili enerji emtialarını içeren iki varlıklı portföyler oluşturmak isteyen yatırımcıların PRN hariç diğer tüm enerji emtiaları için en iyi portföy çeşitlendirme etkisini portföye NGST'yi de ekleyerek elde edebilecekleri

sonucuna işaret etmektedir. PRN'de veya NGST'de uzun pozisyon taşıyan yatırımcıların ise en iyi çeşitlendirme etkisini portföye ikinci bir varlık olarak WTI petrolünü ekleyerek elde edebilecekleri anlaşılmaktadır. Piyasa riskine dayalı bulgular ilgili enerji emtialarında aşağı yönlü fiyat hareketlerinin gerçekleşmesi durumunda piyasa risk düzeyinin -%10.365 ile -%24.519 arasında değişen değerler aldığı, en yüksek piyasa risk düzeyine NG'nin (-%24.519); en düşük piyasa risk düzeyine ise CARB'nin (-%10.365) sahip olduğu sonucuna işaret etmektedir. Bulgular ayrıca ilgili enerji emtialarında yukarı yönlü fiyat hareketlerinin gerçekleşmesi durumunda bu piyasada kısa pozisyon taşıyanlar için piyasa risk düzeyinin %10.098 ile %23.976 arasında değişen değerler aldığı, en yüksek piyasa risk düzeyine NG'nin (%23.976); en düşük piyasa risk düzeyine Brent petrolün (%10.098) sahip olduğu sonucuna işaret etmektedir.

Çalışma bulgularının enerji emtialarına yatırım yapmak isteyen bireysel ve kurumsal yatırımcılar ile enerji piyasalarındaki finansal istikrarı sağlamak isteyen politika yapıcılar açısından oldukça önemli bilgiler içerdiği ifade edilebilir.

KAYNAKÇA

ABD Enerji Enformasyon İdaresi, (2022). Crude Oil Prices. Erişim adresi: (https://www.eia.gov/dnav/pet/pet_pri_spt_s1_d.htm. Erişim tarihi: 24.08.2022

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

Ederington, L.H. (1979). The Hedging Performance of The New Futures Markets, *The Journal of Finance,* 34(1),157-170

Engle, R. F. (1982). Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of U.K. Inflation, *Econometrica,* 50, 987- 1008.

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

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