

Londra Metal Borsası Volatilite Analizi: 1995-2013**Volatility analysis in London Metal Exchange:1995-2013****Ali Ulvi ÖZGÜL¹****Dündar KÖK^{2*}**¹Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli. ulviozgul@uydunet.net²Pamukkale Üniversitesi, İİBF, Denizli. dkkok@pau.edu.tr

* Yazışılan yazar/Corresponding author

Geliş Tarihi/Received: 05.05.2014, Kabul Tarihi/Accepted: 04.07.2014

doi: 10.5505/pjess.2014.98608

Özet

2000'li yılların ortalarından bu yana emtia fiyatlarında gözlenen sürekli yükseliş, piyasa uzmanları ve araştırmacılar tarafından yoğun bir şekilde ele alınmaktadır. Bu çalışmada Londra Metal Borsasında işlem gören metallerdeki fiyat hareketleri, ilgili borsadaki volatilite yapısının belirlenmesi amacıyla analiz edilmiştir.

Analiz dönemi, başlangıcı metallerin borsada işlem görmeye başladığı günle sınırlandırılmak kaydıyla 1995-2013 periyodu olarak belirlenmiştir.

Analiz yöntemi olarak grafikler, trend bantları, hareketli ortalama ve üssel ağırlıklı hareketli ortalama yöntemlerinin izlendiği çalışma sonucunda, getirilerin ağırlıklı hareketli ortalama ve üssel ağırlıklı hareketli ortalama (EWMA) yöntemleri ile hesaplanan tarihi volatilite değerlerinin 2006 yılı başından itibaren yükseldiği saptanmıştır. Bu bulguya ek olarak, EWMA yöntemi ile hesaplanan volatilite değerlerinin çalışmada kullanılan diğer yöntemlere oranla piyasa oynaklığını daha iyi açıkladığı belirlenmiştir. Ayrıca, 2012 yılı başından itibaren oynaklığın yükseliş öncesi değerlerine dönüş eğilimi gösterdiği, incelenen dönem içinde en fazla volatilite değerlerinin nikel ve kurşun da, en az volatilite değerlerinin ise alüminyumda gözlemlendiği raporlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Emtia Piyasaları, Tarihi Volatilite, EWMA.

JEL kodları: G11, G12, G15.

Abstract

The steady rise in commodity prices experienced during mid-2000s has been analyzed extensively by both practitioners and researchers. Aiming at determining the volatility structure of London Metal Exchange (LME), this paper investigates the price movements of the metals traded in this market.

Restricted below with the very first trading day in LME of each metal under study the analysis period is 1995-2013. As the prominent result of the analysis, which employs charts, trend bands, moving average and exponentially moving average methods as tools, it is found that historical volatilities in returns, computed by moving average and exponentially weighted moving average (EWMA) methods, started to rise at the beginning of 2006. Among the other findings of this paper are the superiority of EWMA method in capturing market volatility, the trend pointing the reversion of volatilities down to their pre-2006 values starting from 2012 and that for the period covered nickel with lead are the most volatile metals, while aluminum being the least.

Keywords: Commodity Markets, Historical Volatility, EWMA.

JEL codes: G11, G12, G15.

1. GİRİŞ

Emtia piyasaları, insanlık tarihi ile yaşıttır. Tarihsel süreç içinde temel tarım ürünlerinin el değiştirmesiyle başlayıp, metal ve enerjiyi içine alacak şekilde genişleyen emtia ticareti, günümüzde basit bir takas işleminden, üretici ve tacirler arasında yapılan daha karmaşık forward kontratlara hatta opsiyon fiyatlama stratejilerine kadar geniş bir yelpazede örnekleri görülen bir olguya evrilmiştir. Günümüzde sanayi ve tüketim açısından önem arz eden bir çok emtianın fiyatının oluşumunda, takas odaları sayesinde işlemlerin güvenilirliğini sağlayan organize 'Future' piyasalarının belirleyiciliği göze çarpmaktadır. Emtia piyasalarının modellenmesinde, arz ve talep koşulları, özellikle gıda gibi temel maddeler için talep esnekliği, emtianın stoklanabilir olup olmaması gibi bir çok farklı faktörün hayati önemi söz konusudur (Ng ve Pirrong, 1994).

ABD'de 18. yüzyılda patates üreticilerinin masrafları karşılayabilmek amacıyla hasadını ürünün ekim aşamasında satması ve sonrasında aynı işlemin diğer emtia için de uygulanır olması zamanla miktar, kalite ve teslim zamanı konularında standartlaşma ihtiyacını öne çıkarmıştır. 1842'de New York Pamuk Borsası (NYCE), 1848'de Chicago Ticaret Borsası (CBOT) kurulmuştur (Geman, 2005). İzleyen yıllarda dünya genelinde emtia borsaları yaygınlaşmıştır. Günümüzde bir çok emtia için, borsa kapanış fiyatları referans alınmaktadır.

Metallerin, imalat sanayii içerisindeki hayati önemi dikkate alınırsa emtia borsalarındaki fiyat dalgalanmaları, sanayiinin tüm sektörlerini, dolayısıyla makroekonomik değişkenleri ciddi biçimde etkileme potansiyeline sahiptir. Dünya genelinde kıymetli metallerde New York Emtia Borsası'nda faaliyet gösteren Commodity Exchange Inc. (COMEX) borsası öne çıkarken, endüstriyel metaller olarak bilinen ve aralarında bakır, alüminyum, kurşun, kalay vb. demir içermeyen metaller için Londra Metal Borsası (LME) fiyat belirleyici piyasa konumundadır.

Endüstriyel metallerin metal ana ve tali sektörleri kanalıyla kalkınma ve genel ekonomi içerisindeki payı, bu metallerin alım ve satım emirleriyle dünya çapında fiyatlarının belirlendiği Londra Metal Borsası'ndaki fiyat hareketlerini incelemeyi gerekli kılmaktadır. Bu bağlamda, bu çalışmada metal piyasası fiyat hareketlerinin incelenmesi amaçlanmış ve farklı yöntemlerle Londra Metal Borsası verileri 1995-2013 periyodunda analiz edilmiştir.

2. LİTERATÜR

Son yıllarda, özellikle 2007 küresel krizinin öncesi ve sonrasında emtia piyasalarında gözlenen volatilite artışı, gerek iş dünyası gerek akademik çevrelerde giderek artan ilgi uyandırmıştır. Volatilite, başka bir deyişle volatilite olgusu, geçmişten günümüze nispeten basit analizlerden başlayarak hisse senedi piyasaları için uygulanan ileri volatilite modellerine başvurularak ele alınmaktadır.

Tothova'nın (2011) çalışmasında, 2007 sonlarında ve 2008 başlarındaki 'gıda krizi' döneminde ve daha yakın geçmiş olan 2010 yılı yaz ve güz mevsiminde fiyat ayarlamalarının getirdiği volatilite araştırılmıştır. Değişim katsayıları ve % 20 trend bandı ile yapılan analiz, Avrupa Birliği'nde bir çok temel gıda maddesi fiyatlarının Ocak 97- Kasım 2003 dönemine kıyasla Aralık 2003 – Ekim 2010 döneminde daha fazla oynak olduğunu göstermiştir. Aylık ortalama fiyatlarla tarihi volatilite de grafiklerle ele alınmış ve gıda

fiyatlarının artan oynaklığına karşı politika geliştirilmesi gerektiği belirtilerek; stok yönetimi, tarımsal sigorta dâhil olmak üzere risk yönetim araçlarının bu politikalarda göz önüne alınması gereği vurgulanmıştır.

Chevallier ve Ielpo'nun (2013) çalışmalarında, tarım, enerji ve metal başta olmak üzere 20 yıllık günlük veriler ile emtia piyasalarındaki fiyat sıçramaları incelenmiştir. Çalışmada ARMA-GARCH modeline dayalı olarak Laurent, Lecourt ve Palm (2011) tarafından önerilen metodoloji kullanılmıştır. Çalışmaya dahil edilen 28 adet finansal varlık getiri serileri için oluşturulan ARMA-GARCH modellerine sıçrama parametreleri de dahil edilerek pozitif ve negatif sıçrama noktaları tespit edilmiştir. Bizim çalışmamıza da konu edilecek metallerden alüminyum, bakır, nikel, çinko ve kurşun için, S&P 500 endeksi, 10 yıllık ABD Hazine tahvil faizi ve ABD Doları'na kıyasla hem pozitif hem de negatif yönde daha fazla sıçrama noktası rapor edilmiştir. Bu çalışmada, pozitif şoklarda sıçrama noktası sayısının arttığı dikkat çekmektedir. Sistemik risk bakımından emtianın göz ardı edilmemesi gerektiği ayrıca vurgulanmıştır.

Brooks ve Prokopczuk'un (2013), öne çıkan altı emtia piyasasının fiyat ve volatilite değerlerinin stokastik hareketlerinin incelendiği ve bulguların hisse senedi piyasaları ile karşılaştırıldığı çalışmalarında, akademik literatür ve iş hayatında sıkça yapılan emtiaları sadece kendi sınıflarında ele alma hatasına değinilmiş, bu tutumun uygun olmadığı sonucuna ulaşılmış, hisse senedi piyasalarında gözlenen getiri ve volatilitenin çeşitlendirme ile yönetimi açısından, emtia piyasalarının önemi vurgulanmıştır.

Ai, Chatrath ve Song (2006), çalışmalarında emtia fiyatlarında piyasa temellerinin öngördüğünden daha fazla gözlenen aşırı ortak yönde hareketlerin varlığını öne süren hipotezi desteklemeyen bulgulara ulaşmışlardır. Önceki çalışmalarda kullanılan makroekonomik değişkenler yerine, stok verileri ve gıda için hasat verileri kullanılarak oluşturulan kısmi denge modelinin fiyat değişiminin önemli bir kısmını açıkladığı vurgulanmıştır.

O'Connor ve Keane (2011), Avrupa Birliği'nde süt ürünleri sanayiinin, süt kotalarının ve dünya ticaretinde kısıtların kalkmasının getirdiği öngörülemez değişimle birlikte fırsat ve tehditlere açık hale geldiğini belirterek, daha oynak fiyatlarla baş etme gereğinin öne çıktığını vurgulamışlardır. Çalışmalarında AB ve dünya tereyağı ve süt tozu fiyatlarında gözlenen volatilite, trend bantları ve hareketli ortalama volatilite grafikleri ile ele alınmıştır. AB ülkelerinde, dünya ülkelerine kıyasla süt ürünleri fiyatlarının yakın geçmişe kadar uygulanan politikalarla yüksek ve daha istikrarlı seviyelerde tutulması sonucu daha az volatilite gözlemlendiği tespit edilmiştir. Dünya ve AB'de süt tozu, tereyağı fiyatlarının 2007 ve 2008 yıllarında aşırı volatilite gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. O'Connor ve Keane (2011), AB ülkeleri için bu sonucu, bazı düzenlemelerin kaldırılması nedeniyle süt ürünleri sektörünün yerel ve küresel şoklara karşı daha korunmasız hale gelmesine bağlamışlardır. Çalışmada ayrıca ARCH sınıfı modellerin anlamlı olduğu, AB tereyağı fiyatları için GARCH(1,1) sonucu ulaşılan α ve γ katsayıları toplamının bire çok yakın çıkmasının volatilitedeki kalıcılığa işaret ettiği belirtilmiştir.

Chkili, Hammoudeh ve Nguyen (2013), dört ana emtia (petrol, doğal gaz, altın ve gümüş) için koşullu volatilitayı ve VaR modellemesinde GARCH sınıfı modellerin uygunluğunu incelemiştir. 7 Ocak 1997 – 31 Mart 2011 dönemi verileri (01.01.10-31.03.2011

öngörümlemede kullanılmıştır) ile ve sürekli getiri serileri üzerinden yapılan çalışmada, örneklem genelinde FIAPARCH modelinin en uyumlu model olduğu saptanmıştır. Öngörümleme performansı bakımından hiçbir modelin bariz üstünlük sağlayamadığı, ancak doğrusal olmayan GARCH modellerinin doğrusal olanlara nazaran daha iyi sonuç verdiği, FIAPARCH modelinin tüm güven düzeyi ve tüm emtia için en iyi riske maruz değer (VaR) neticelerini verdiğini tespit etmişlerdir.

Nazlıoğlu, Erdem ve Soytaş (2013), çalışmalarında petrol ile tarım ürünleri fiyatları arasındaki volatilite geçişkenliğini incelemişlerdir. 01.01.1986 – 21.03.2011 dönemi günlük verilerine yeni geliştirilen varyans nedensellik testi ve etki-tepki fonksiyonları uygulanmıştır. Gıda fiyatlarında yaşanan krizin etkisini dikkate almak için çalışma dönemi 01.01.2006 ve sonrası ile öncesi olmak üzere iki alt döneme ayrılmıştır. Varyans nedensellik testinin sonucu, kriz öncesi dönem için volatilite geçişkenliğini reddederken, kriz sonrası dönemde şeker hariç petrolün diğer gıda ürünleri fiyatlarına volatilite geçişkenliğini göstermektedir. Çalışmada gıda krizi sonrası volatilite geçişkenliği dinamiklerinin değiştiği, tarımsal ürün piyasası ile enerji piyasası arasında var olan dinamik ilişkide risk geçişkenliğinin belirgin hale geldiği vurgulanmıştır.

Baffes ve Savescu (2014), dünyanın önde gelen merkez bankalarının son yıllarda izlediği gevşek para politikasının 2. Dünya Savaşı'ndan sonra görülen en büyük ve uzun süreli fiyat patlamasına neden olduğunu, ardından yaşanan normalleşme sürecinin emtia fiyatlarında ters yönde trend beklentisi oluşturduğunu öne sürmüşlerdir. Çalışmada kısa vadeli faiz oranlarının metal fiyatları üzerindeki etkisinin net olmadığı, ancak uzun vadeli faiz oranlarındaki değişimlerin metal fiyatlarında pozitif ve anlamlı etkiye sahip olduğu bulgularına ulaşılmıştır. Sanayi üretimi, girdi fiyatları, Dolar hareketleri ve metallerin fiziki stok durumu, metal fiyatlarının tepki verdiği diğer değişkenler olarak raporlanmıştır.

3. LONDRA METAL BORSASI VOLATİLİTE ANALİZİ

Bu çalışmada, Londra Metal Borsası (LME) örneğinde tarihi volatilite değerleri baz alınarak gerçekleştirilen volatilite analizinin amacı, kapsamı ve yöntemi aşağıdaki şekilde özetlenmiştir.

3.1. Araştırmanın Amacı, Kapsamı ve Yöntemi

Araştırma, LME örneğinde, 2000'li yıllardan bu yana artarak gözlenen volatilitenin, başka bir deyişle oynaklık düzeyinin boyutlarını ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Bu amacın arka planında, emtia piyasalarındaki fiyat hareketlerinin ayrıntılı ve özenle gözlenmesinin, özellikle gelişmekte olan piyasalarda öngürülebilir fiyat hareketlerine ulaşmada geçerli bir yol olabileceği düşüncesi yatmaktadır. Nitekim bu çalışmanın, Türk sermaye piyasasında son yıllarda gözlenen trend veya trendlerin, dünyadaki finansal piyasalarının düzenlenmesinde aktif rol oynayan Londra Metal Piyasası üzerinden tekrar okunmasına aracılık yönünde önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Araştırma kapsamı, incelenen metallerin LME'de işlem görmeye başladığı tarihten itibaren sınırlandırılmak kaydıyla 1995-2013 dönemidir. Çalışmada LME günlük kapanış fiyatları kullanılmış olup, fiyat verileri USD / ton bazındadır. Borsada işlem gören başlıca metallerden bakır, alüminyum, çinko, nikel, kurşun ve kalay spot fiyat serileri ile bakır ve alüminyum 3 ay future fiyat serileri üzerinden piyasa oynaklığı analiz edilmiştir.

Literatürde volatilitenin, tarihi ve örtük volatilitte şeklinde iki farklı şekilde incelendiği gözlenmekle birlikte (Brooks, 2008), önceki çalışmaların daha çok tarihi verilerden hareketle, tarihi volatilitte üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu çalışmada da bulguların karşılaştırılabilirliği bağlamında tarihi volatilitte değerleri baz alınmıştır. Araştırmada yöntem olarak trend bantları, Ağırlıklı Hareketli Ortalama ve Üssel Ağırlıklı Hareketli Ortalama (EWMA) yöntemleri benimsenmiştir.

Çalışma kapsamındaki LME'nin tarihi, 1877'de kurulan London Metals and Mining Co.'nin kuruluşuna kadar uzanmaktadır. Demir içermeyen metallerin işlem gördüğü borsanın yakın dönemde ulaştığı büyüklüğün sınırları, 2013 dönemi itibariyle toplam future ve opsiyon işlem hacimleri bazında 2012 yılına oranla %7,1 büyüyerek 171,099,643 USD'ye ulaşmış durumdadır (LME, 2013).

3.2. Veri Dönemine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler ve Zaman Serisi Özellikleri

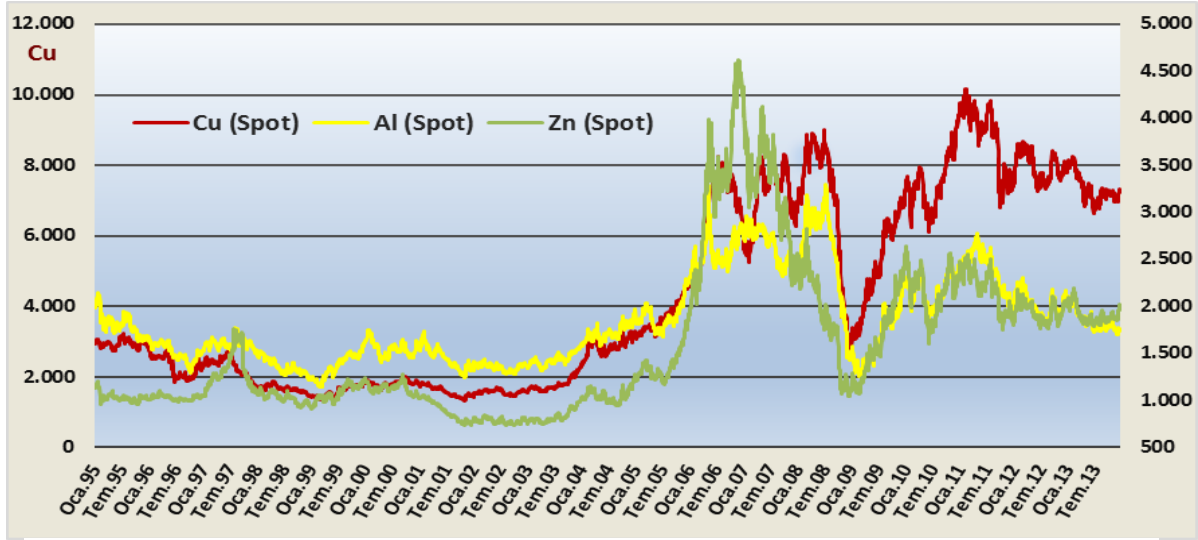
Aşağıdaki Tablo 1'de fiyat serileri ile ilgili tanımlayıcı istatistikler görülmektedir.

Tablo 1: LME Fiyat Serileri ile İlgili Tanımlayıcı İstatistikler

	Bakır	Alüminyum	Çinko	Nikel	Kurşun	Kalay	Bakır Future - 3ay	Alüminyum Future - 3ay
Veri sayısı	4762	4760	4759	3491	2252	2249	1326	1326
Ortalama	4297,24	1836,97	1568,32	16741,21	1936,24	16944,24	7214,05	2048,18
Medyan	3005,50	1720,25	1200,00	15200,00	2019,50	17105,00	7420,00	2035,00
Maksimum	10148,00	3291,50	4619,50	54200,00	3980,00	33255,00	10124,00	2774,00
Minimum	1319,00	1140,00	725,50	4420,00	824,00	5990,00	2820,00	1288,50
Standart sapma	2704,70	462,99	779,23	8985,10	626,92	6503,78	1592,89	313,59
Çarpıklık	0,4910	0,8298	1,3806	1,2843	0,1861	0,0925	-0,8903	-0,1206
Basıklık	1,6084	2,7297	4,5995	5,1808	2,8869	2,1769	3,5602	2,7538
Veri dönemi	03.01.1995 – 20.12.2013			04.02.2000 - 20.12.2013	04.01.2005 - 20.12.2013	09.09.2008 - 20.12.2013		
Jarque-Bera ist.	575,5860	560,7014	2019,1660	1651,4380	14,1935	66,6906	192,5261	6,5648
P değeri	0,0001*	0,0001*	0,0001*	0,0001*	0,0008*	0,0001*	0,0001*	0,0375**

Tanımlayıcı istatistikler ile Jarque-Bera istatistiklerinden, 3 ay vadeli alüminyum future serisinin %1 önem düzeyinde normal dağıldığı görülse bile, %5 önem düzeyinde alüminyum serisi de dahil olmak üzere bütün fiyat serilerinin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Çinko, nikel ve 3 ay vadeli bakır future serilerinin basıklık değerinin normal dağılıma ait basıklık değeri olan 3'ün üzerinde olması (leptokurtic), dağılımların ortada dik ve uçlarda kalın kuyruk özelliği gösterdiğini işaret etmektedir. Diğer seriler ise aksine daha basık (platykurtic) karakterdedir. Spot fiyat serilerinin tamamı sağa çarpık, future fiyat serileri ise sola çarpık özellik göstermektedir. Bu durum, spot fiyat serilerinde ortalamanın sağında yığılmaya işaret etmektedir.

Bu istatistik genel bilgilere ek olarak yanında piyasanın seyrini gösterir grafiklere de yer verilmiştir. Fiyat serileri seyri Grafik 1, Grafik 2 ve Grafik 3'ten görülmektedir.



Grafik 1: LME Bakır (Cu) (sol eksen), Alüminyum (Al), Çinko (Zn) (sağ eksen) spot fiyatları



Grafik 2: LME Nikel (Ni), Kalay (Sn) (sol eksen), Kurşun (Pb) (sağ eksen) spot fiyatları



Grafik 3: LME Bakır (Cu) (sol eksen), Alüminyum (Al) (sağ eksen) spot ve 3 ay vadeli future fiyatları

Grafiklerden, söz konusu emtiaya ilişkin fiyat serilerinin 'rassal yürüyüş modeli'ne uyduğu, serilerin bu açıdan, ekonometrik testler aracılığıyla onaylanması gerekmektedir birlikte, temelde etkin bir piyasada işlem gören pay senedi ya da endeks serilerinin davranışını gösterdiği gözlenmektedir. Dolayısıyla ele alınan varlık her ne kadar sanayinin önemli girdilerinden metaller olsa da, fiyat hareketleri itibariyle bu varlıklar 'finansal varlık' olarak ele alınmalıdır.

Fiyat serileri, izledikleri seyirden de görüleceği gibi durağan değildir. Çalışmanın ilerleyen kısımlarındaki uygulamalarda serilerin düzeyleri yerine getiri serisi haline dönüştürülmesi gereğinden, serilerin farkları alınarak çalışmaya devam edilmesi gerekecektir.

Serilerin durağanlık test sonuçları Tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 2: ADF Birim Kök Testi Sonuçları

	Sabitli					Sabitli ve Trendli				
	t-ist.	Test İstatistiği			Olasılık	t-ist.	Test İstatistiği			Olasılık
		1% Önem düzeyi	5% Önem düzeyi	10% Önem düzeyi			1% Önem düzeyi	5% Önem düzeyi	10 % Önem düzeyi	
Bakır	-0,85	-3,43	-2,86	-2,57	0,80	-2,24	-3,96	-3,41	-3,13	0,47
Alüminyum	-2,05	-3,43	-2,86	-2,57	0,27	-2,50	-3,96	-3,41	-3,13	0,33
Çinko	-1,70	-3,43	-2,86	-2,57	0,43	-2,09	-3,96	-3,41	-3,13	0,55
Nikel	-1,65	-3,43	-2,86	-2,57	0,46	-1,55	-3,96	-3,41	-3,13	0,81
Kurşun	-2,19	-3,43	-2,86	-2,57	0,21	-2,20	-3,96	-3,41	-3,13	0,49
Kalay	-1,56	-3,43	-2,86	-2,57	0,50	-2,16	-3,96	-3,41	-3,13	0,51
Bakır Future – 3ay	-1,41	-3,44	-2,86	-2,57	0,58	-1,59	-3,96	-3,41	-3,13	0,80
Alüminyum Future - 3ay	-2,16	-3,44	-2,86	-2,57	0,22	-2,22	-3,96	-3,41	-3,13	0,48

ADF (Genişletilmiş Dickey-Fuller) testi sonuçlarına göre hem sadece sabitli, hem de sabitli ve trendli modellerde birim kökün varlığını öne süren hipotez reddedilememektedir. Fiyat serileri, durağan değildir. Bakır dikkate alınmadığında, trend ilave edilmiş model için hesaplanan olasılık değerleri, kurşun ve nikel için en fazla, kalay için en az olmak üzere sadece sabitli modele göre yükselme göstermiştir. Bu durum, serilerde genel olarak trend etkisinin varlığını göstermektedir. Bu bulgudan hareketle fiyat serilerine ilişkin volatilité değerleri, trend bantlarıyla da analiz edilmiştir.

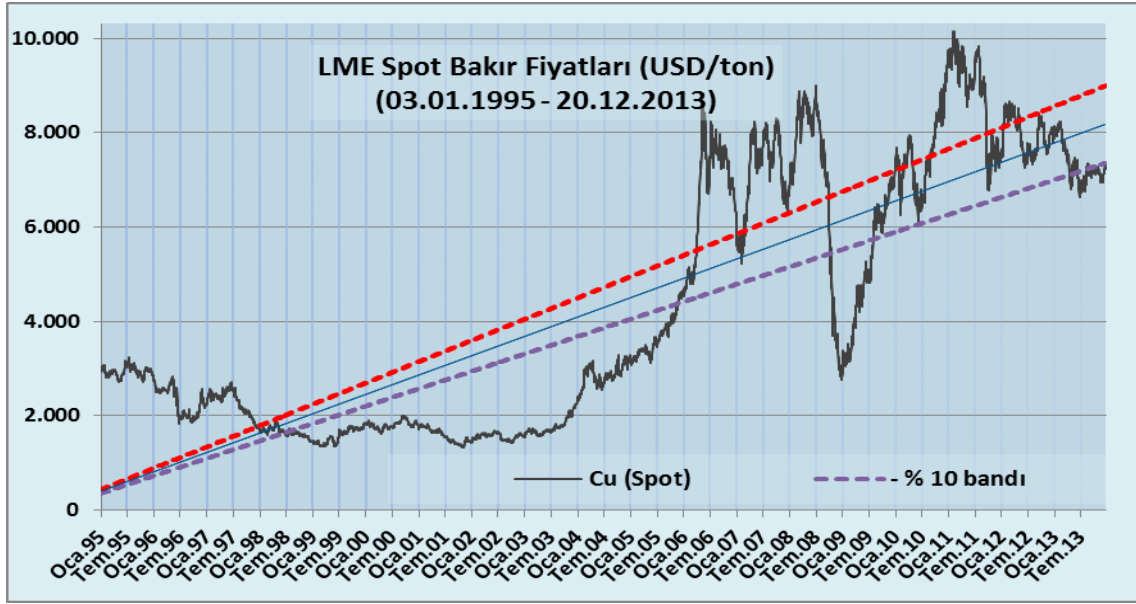
3.3. Trend Bantlarıyla Volatilite Analizi

Çalışmanın bu kısmında fiyat serilerinin oynaklığı trend bantlarıyla analiz edilecektir. Araştırma, LME kapsamındaki bütün metal serileri üzerinden yapılmış olup, uygulama spot bakır serisi üzerinden ayrıntılı şekilde ele alınmıştır. Bununla birlikte, bütün seriler için elde edilen bulgular raporlanmıştır.

Trend bantları ile yapılan analiz, volatilité için karşılaştırılabilir sayısal bir ölçü vermek yerine, farklı finansal varlıkların dönemler itibariyle oynaklığını saptamak ve karşılaştırmak için kullanılmaktadır. Öncelikle seriler için bir trend doğrusu hesaplanmaktadır. Seriyeye uyan trend doğrusunun üzerinde ve altında, belirlenen sınırlar dahilinde bant oluşturulmaktadır.

Bandın dışında kalan, dolayısıyla bant içindeki verilerden daha fazla sapma gösteren veri yoğunluğu, örneklem büyüklüğüne oranla hesaplanarak volatilité kıyaslaması yapılmaktadır.

Spot bakır serisi 1995-2013 dönemi için, literatürde yaygın olduğu ve O'Connor ve Keane (2011) ile Tothova (2011) çalışmalarında uygulandığı gibi \pm % 10 bandında analiz edilmiş ve bulgular, Grafik 4'de raporlanmıştır.



Grafik 4: LMEBakır (Cu) spot fiyatları trend bandı analizi (03.01.1995 – 20.12.2013)

Spot bakır fiyat serisi ile yapılan analiz diğer metal fiyat serileri ile de yapılmış, sonuçlar Tablo 3'te raporlanmıştır

Tablo 3: Trend Bandı Analizi Sonuçları ve Değişim Katsayıları

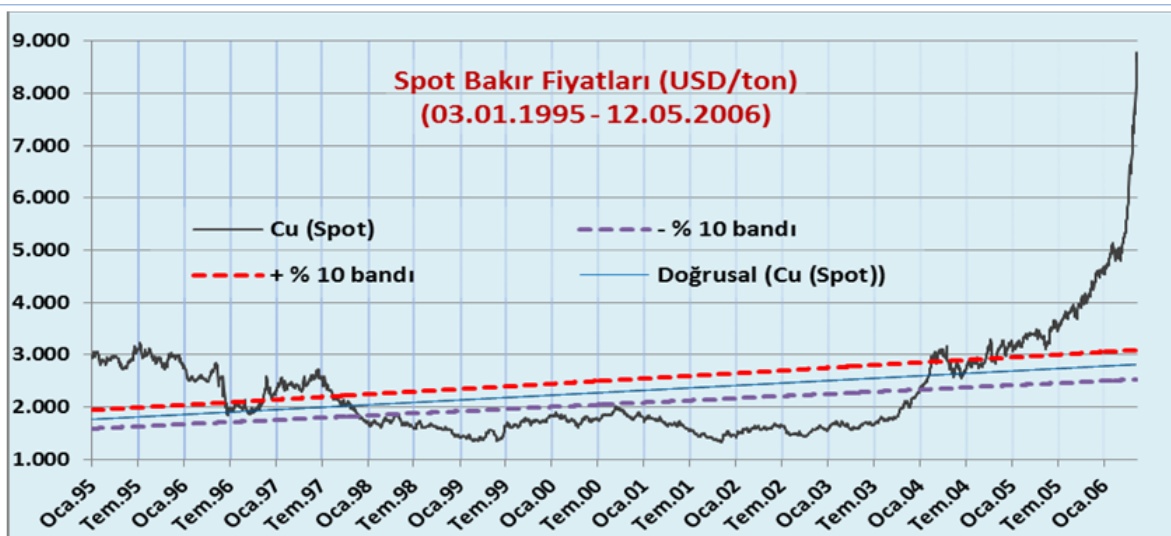
	03 Ocak 1995 – 20 Aralık 2013			
	Veri sayısı	T.D. eğimi	\pm % 10 bant dışı veri	Değişim katsayısı
Bakır	4.762	1,122	% 82,19	% 62,94
Nikel	3.491	2,827	% 76,63	% 53,67
Çinko	4.759	0,224	% 75,10	% 49,69
Kurşun	2.252	0,305	% 72,60	% 32,38
Kalay	2.249	5,498	% 70,79	% 38,38
Alüminyum	4.760	0,129	% 62,18	% 25,20
Bakır - 3 ay future	1.326	1,549	% 56,41	% 22,08
Alüminyum - 3 ay future	1.326	0,060	% 51,73	% 15,31

Ele alınan dönemde trend doğrusu eğimleri incelendiğinde, en fazla nikel ve kalay spot fiyatlarında, en az ise alüminyum spot ve 3 ay future fiyatlarında artış gerçekleştiği belirlenmiştir. Volatilité % 20 trend bandı dışında kalan veri yüzdesi ölçütü bakımından ele alındığında, en fazla bakır ve nikelin, en az ise 3 ay future serilerinin volatilité gösterdiği

görülmektedir. Future serilerinin 09.09.2008 tarihinden itibaren mevcut olduğu dikkate alınır, daha uzun serilerle kıyaslanmanın sağlıklı olmayacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

Trend bantı ile yapılan analizde, gözlenen verinin ortalamadan uzaklığı dikkate alınmamaktadır. Analiz, volatilite ile ilgili bilgi vermektedir, ancak bantın dışında kalan yakın ya da uzak veri aynı şekilde değerlendirilmektedir. Bu yönüyle yöntem parametrik olmayan yöntemlere benzemektedir. Standart sapmanın ortalamaya oranı olarak ifade edilen değişim (varyasyon) katsayısının ortalamadan uzaklaşmaları da dikkate alması nedeniyle değişim katsayısı değerleri, Tablo 3'te ikinci bir ölçüt olarak raporlanmıştır. Değişim katsayıları dikkate alındığında, volatilite sıralaması kalay ve kurşunun yer değiştirmesi dışında aynı kalmaktadır. Volatilite ölçütü olarak, değişim katsayısında ortalama ile ölçeklendirildiği için, trend bandı dışında kalan veri yüzdesi ölçütüne göre gerileme, normalleşme söz konusudur. Kalay ve kurşunda gözlenen farklılaşma, bakır ve alüminyum future fiyat serileri için de geçerlidir.

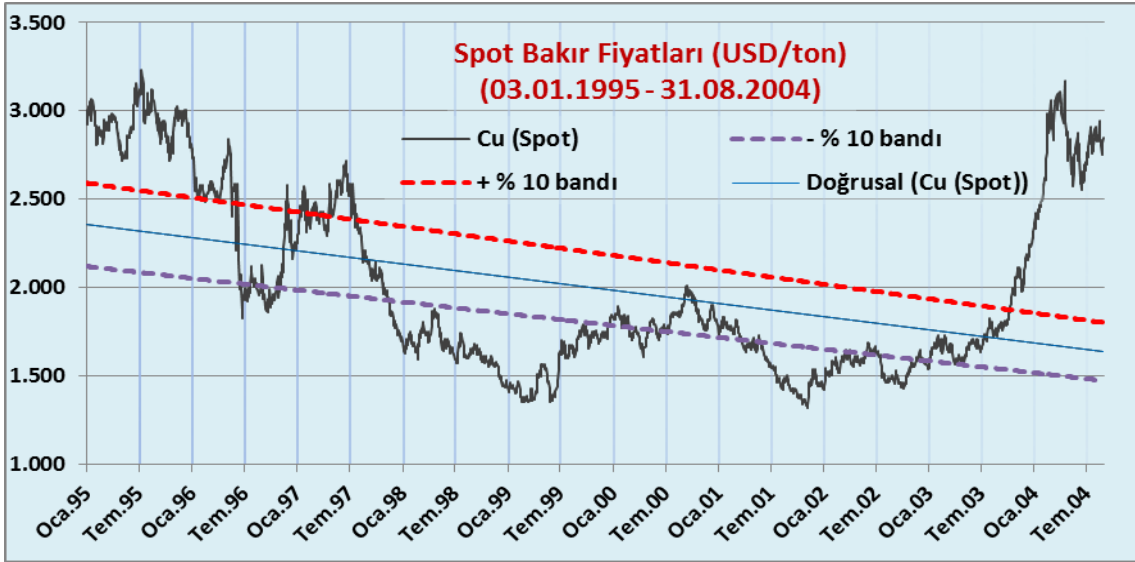
Hem seri dönemleri farklı olduğu, hem de konuyu farklı pencerelerde ele almak için spot bakır serisinin AR(1) modeline Quandt-Andrews kırılma testi uygulanmıştır. Quandt-Andrews testi, ele alınan orijinal denklem parametrelerinin yapısal değişimini incelemektedir. Parametrelerde gözlenen kırılma, tarih önceden verilirse de test sonucunda raporlanmaktadır (Andrews, 1993). Bakır serisi için yapılan ilk testte bulunan kırılma noktası 15.05.2006'dır. 15.05.2006 tarihi dikkate alınarak ikiye ayrılan analiz dönemleri bazında Quandt-Andrews testleri uygulanarak iki kırılma noktası daha belirlenmiştir. Böylece, toplam üç kırılma noktası 01.09.2004, 15.05.2006 ve 23.02.2009 olarak belirlenmiştir. Her üç kırılma noktası beraber diğer bir yapısal kırılma testi olan Chow testi ile de ele alınmış ve belirtilen tarihlerde yapısal değişim olduğu, bu test ile de teyit edilmiştir. Chow testinde, Quandt-Andrews testine kıyasla kırılma noktaları girdi olarak verilmekte, sabit ve katsayıların anlamlı olarak farklılığı incelenmektedir (Chow, 1960). 15.05.2006 tarihi ile ayrılan iki farklı pencere ve diğer noktalarla belirlenen alt pencereler için trend bantları analizi, Grafik 5-10'da verilmiştir:



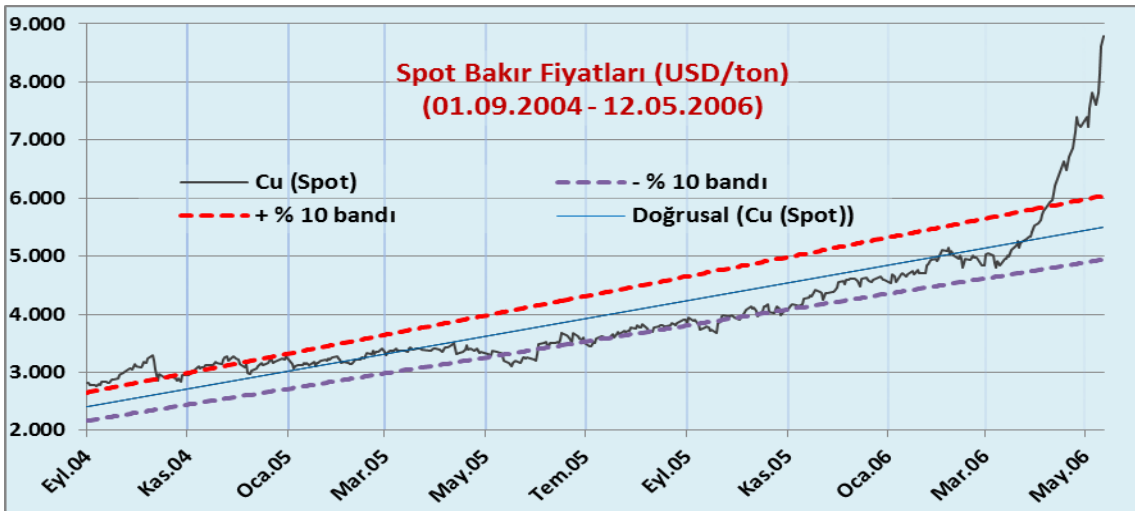
Grafik 5: LMEBakır (Cu) spot fiyatları trend bandı analizi (03.01.1995 - 12.05.2006)



Grafik 6: LMEBakır (Cu) spot fiyatları trend bandı analizi (15.05.2006 – 20.12.2013)



Grafik 7: LMEBakır (Cu) spot fiyatları trend bandı analizi (03.01.1995 – 31.08.2004)



Grafik 8: LMEBakır (Cu) spot fiyatları trend bandı analizi (01.09.2004 – 12.05.2006)



Grafik 9: LMEBakır (Cu) spot fiyatları trend bandı analizi (15.05.2006 – 20.02.2009)



Grafik 10: LMEBakır (Cu) spot fiyatları trend bandı analizi (23.02.2009 – 20.12.2013)

Diğer metaller de dâhil edilmiş sonuçlar izleyen tablolarda raporlanmıştır:

Tablo 4: Trend Bandı Analizi Sonuçları ve Değişim Katsayıları – 1. ve 2. Pencere

	03.Oca.1995 - 12.May.2006				15.May.2006 - 20.Ara.2013			
	Veri sayısı	T.D. eğimi	± % 10 bant dışı veri	Değişim katsayısı	Veri sayısı	T.D. eğimi	± % 10 bant dışı veri	Değişim katsayısı
Bakır	2.848	0,252	% 88,73	% 40,64	1.914	0,420	% 52,35	% 19,34
Nikel	1.583	4,580	% 72,27	% 36,59	1.908	-6,340	% 58,54	% 38,70
Çinko	2.848	0,061	% 50,14	% 31,12	1.911	-0,517	% 64,15	% 31,43
Kurşun	343	0,643	% 25,36	% 12,55	1.909	0,088	% 56,31	% 25,72
Kalay	343	-0,488	% 33,53	% 10,71	1.906	4,731	% 63,33	% 29,89
Alüminyum	2.848	0,063	% 50,25	% 16,79	1.912	-0,282	% 40,32	% 19,11
Bakır - 3 ay future	-	-	-	-	1.326	1,549	% 56,41	% 22,08
Alüminyum - 3 ay future	-	-	-	-	1.326	0,060	% 51,73	% 15,31

Tablo 4'te görüleceği gibi 1. pencerede (1995-2006 periyodunda) bakır serisi hem bant analizi, hem de değişim katsayısı bakımından en fazla volatilite gösteren seri olmuştur. Bant analizi ile en az volatilite gösteren seri kurşun iken, değişim katsayısı kalayın en az oynak seri olduğunu işaret etmektedir. 2. pencere için (2006-2013 periyodu) en az volatilite gösteren seriler, alüminyum spot ve future serileridir. En fazla volatilite gösteren seri, ölçütlere göre değişmektedir. Bant analizine göre sıralama çinko ve kalay şeklinde iken; değişim katsayısı bakımından sıralama nikel ve çinko olarak değişmektedir.

Tablo 5: Trend Bantı Analizi Sonuçları ve Değişim Katsayıları – Alt Pencere 1

	03.Oca.1995 - 31.Ağu.2004				01.Eyl.2004 - 12.May.2006			
	Veri sayısı	T.D. eğimi	± % 10 bant dışı veri	Değişim katsayısı	Veri sayısı	T.D. eğimi	± % 10 bant dışı veri	Değişim katsayısı
Bakır	2.419	-0,203	% 70,69	% 25,41	429	4,984	% 26,81	% 26,21
Nikel	1.155	3,446	% 80,52	% 32,84	428	1,784	% 38,08	% 11,58
Çinko	2.419	-0,083	% 56,63	% 17,03	429	2,717	% 76,22	% 37,44
Kurşun	-	-	-	-	343	0,643	% 25,36	% 12,55
Kalay	-	-	-	-	343	-0,488	% 33,53	% 10,71
Alüminyum	2.419	-0,058	% 33,03	% 11,13	429	1,323	% 32,17	% 14,97
Bakır - 3 ay future	-	-	-	-	-	-	-	-
Alüminyum - 3 ay future	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 5 ve Tablo 6 birlikte değerlendirildiğinde, bant analizi sonuçlarına kıyasla değişim katsayılarındaki küçülme dikkat çekmektedir. Diğer alt pencereler için de ölçütler arası volatilite sıralamalarında farklılaşmalar devam etmektedir.

Tablo 6: Trend Bantı Analizi Sonuçları ve Değişim Katsayıları – Alt Pencere 2

	15.May.2006 - 20.Şub.2009				23.Şub.2009 - 20.Ara.2013			
	Veri sayısı	T.D. eğimi	± % 10 bant dışı veri	Değişim katsayısı	Veri sayısı	T.D. eğimi	± % 10 bant dışı veri	Değişim katsayısı
Bakır	695	-2,030	% 56,69	% 21,89	1.219	1,001	% 48,32	% 17,44
Nikel	689	-21,877	% 68,07	% 37,56	1.219	-1,876	% 60,13	% 22,15
Çinko	692	-2,909	% 51,01	% 34,40	1.219	0,012	% 37,57	% 13,79
Kurşun	691	0,383	% 82,34	% 38,55	1.218	0,138	% 45,89	% 14,84
Kalay	690	9,269	% 60,43	% 30,69	1.216	4,298	% 59,79	% 22,68
Alüminyum	693	-0,585	% 41,13	% 16,54	1.219	-0,003	% 46,35	% 14,62
Bakır - 3 ay future	107	-21,908	% 73,83	% 31,72	1.219	0,999	% 47,83	% 17,32
Alüminyum - 3 ay future	107	-8,060	% 22,43	% 22,86	1.219	0,003	% 45,20	% 14,19

En fazla/en az oynak seriler, pencereler itibariyle yine Tablo 5 ve Tablo 6'da tespit edilmiştir. Bu analize göre genel olarak nikelde en fazla, alüminyumda ise en az volatilite izlenmiştir.

3.4. Getiri Serileri ile Ağırlıklı Hareketli Ortalama ve EWMA Analizi

Çalışmanın bu kısmında volatilitiyi trend bantlarına kıyasla daha ileri boyutlarda ele alan yöntemlerden ağırlıklı hareketli ortalama ve üssel ağırlıklı hareketli ortalama yöntemleri ile incelenmiştir.

3.4.1. Getiri Serilerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler ve Zaman Serisi Özellikleri

Finansal fiyat serilerinin durağan olmaması nedeniyle, volatilitiyi daha üst boyutta ele alan modellerde getiri serileri ile çalışılmaktadır. Çalışmanın izleyen kısımlarında, fiyat serilerinden türetilen logaritmik getiri serileri kullanılmıştır. Ardışık iki dönem arasındaki sürekli getiriyi ifade ettiği için finansal açıdan anlamlı olan ve $r = \ln \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right)$ denklemi ile elde edilen getiri serisi aynı zamanda fark serisidir. Bundan dolayı, 1. dereceden bütünleşik fiyat serilerinin logaritmik getiri serileri durağandır.

Logaritmik getiri serilerinin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 7'de görülmektedir.

Tablo 7: LME Sürekli Getiri Serileri ile İlgili Tanımlayıcı İstatistikler

	Bakır	Alüminyum	Çinko	Nikel	Kurşun	Kalay	Bakır Future - 3ay	Alüminyum Future - 3ay
Ortalama	% 0,0185	-% 0,0027	% 0,0121	% 0,0106	% 0,0344	% 0,0486	% 0,0039	-% 0,0291
Medyan	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00024	0,00076	0,00021	-0,00028
Maksimum	0,15673	0,07641	0,09994	0,17207	0,18080	0,18553	0,09778	0,07522
Minimum	-0,11837	-0,08290	-0,12706	-0,14120	-0,11695	-0,11558	-0,12029	-0,06635
Standart sapma	0,01741	0,01349	0,01785	0,02403	0,02482	0,02111	0,01974	0,01532
Çarpıklık	-0,14312	-0,08969	-0,42868	-0,08375	-0,09434	0,01621	-0,39944	0,03202
Basıklık	8,11744	5,90982	6,82921	7,80568	5,53434	8,14832	6,59830	4,70468
Sharpe Oranı	% 1,065	-% 0,200	% 0,678	% 0,439	% 1,386	% 2,299	% 0,199	-% 1,898
Jarque-Bera ist.	5.211,333	1.685,324	3.052,645	3.362,420	605,750	2.482,749	750,059	160,658
P değeri	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*

*, %1 önem düzeyinde anlamlılığı belirtmektedir.

Tablo 7'ye göre, bütün getiri serileri, sermaye piyasalarında işlem gören menkul kıymetlere benzer şekilde sifıra çok yakın ortalamaya sahiptir. Getiri serileri normal dağılım göstermemektedir. Genel itibariyle getiri dağılımları sola çarpıktır ve tamamı kalın kuyruklu ve normal dağılıma göre ortada daha dik değerler almaktadır ('leptokurtic').

Sharpe oranları göz önüne alındığında, her ne kadar gözlem dönemlerinde farklılıklar olsa da, kalay, kurşun ve bakırın riske orantılı getirilerinin pozitif ve yüksek olduğu gözlenmektedir. Trend bantları ile yapılan analizde en az volatilite gösterme eğiliminde olan alüminyum serilerinin negatif Sharpe oranına sahip olmaları dikkat çekmektedir.

Getiri serilerinin durağanlığına ilişkin yapılan ADF test sonuçları Tablo 8'de raporlanmıştır. Serilerin tamamı için birim kökün varlığını öne süren hipotez % 1 önem düzeyi nde reddedilmektedir. Getiri serileri, birim kök içermeyen, durağan serilerdir.

Tablo 8: LME Sürekli Getiri Serileri Birim Kök Testi Sonuçları (Sabitli)

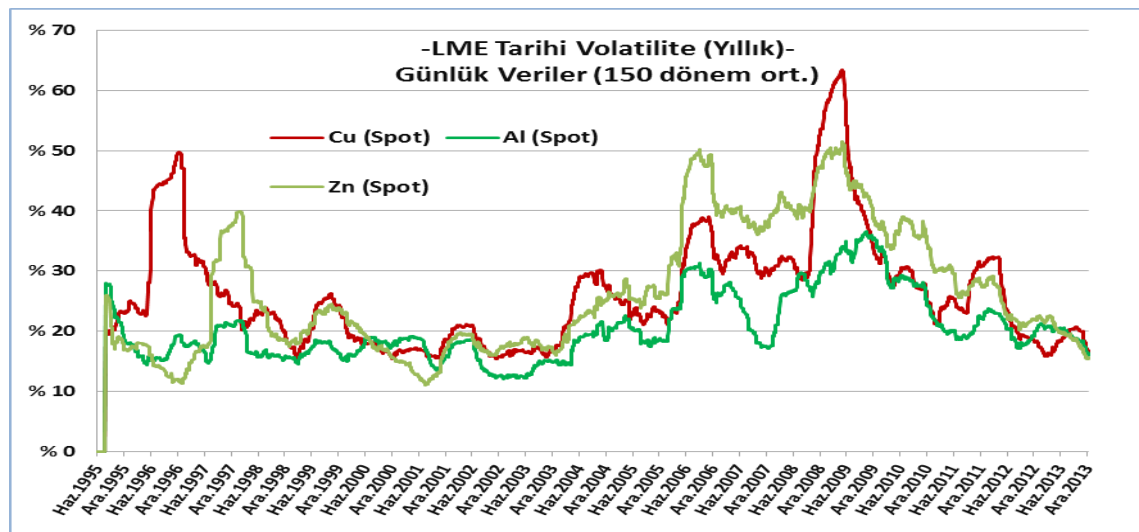
Getiri Serileri ADF testi (Sabitli) Sonuç Tablosu								
	Bakır	Alüminyum	Çinko	Nikel	Kurşun	Kalay	Bakır Future - 3ay	Alüminyum Future - 3ay
t-istatistiği	-74,778049	-69,776727	-70,842566	-59,034718	-47,535921	-48,605691	-37,505688	-35,378847
1% düzeyi	-3,431541	-3,431542	-3,431542	-3,432037	-3,433060	-3,433064	-3,435078	-3,435078
5% düzeyi	-2,861951	-2,861952	-2,861952	-2,862171	-2,862623	-2,862625	-2,863516	-2,863516
10% düzeyi	-2,567032	-2,567032	-2,567032	-2,567149	-2,567392	-2,567393	-2,567871	-2,567871
Prob.*	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

* MacKinnon kritik p değerleri

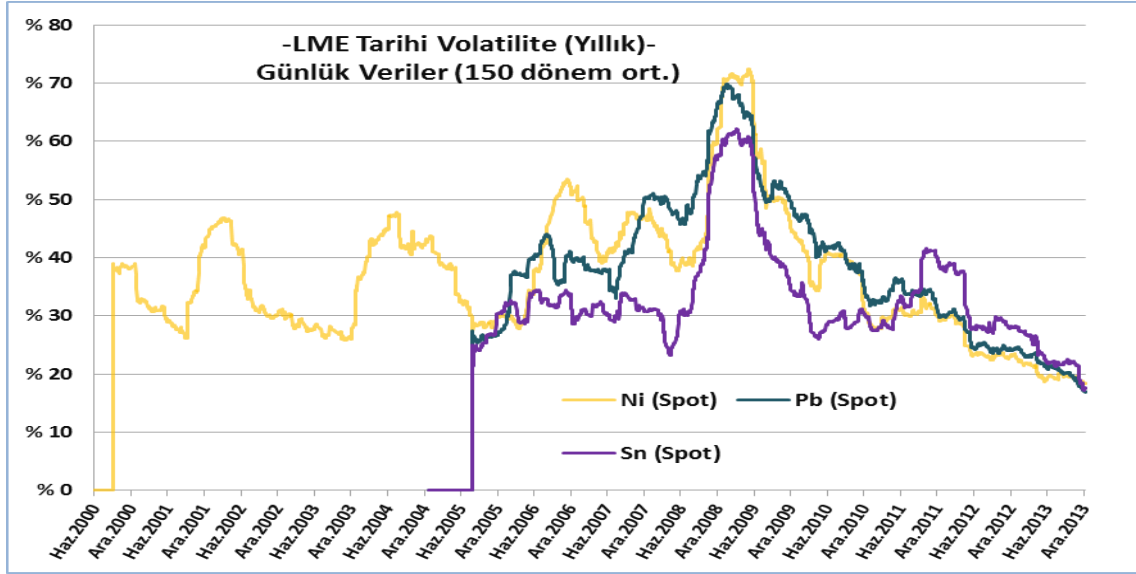
3.4.2. Hareketli Ağırlıklı Ortalama Yöntemiyle Volatilite Analizi

Çalışmanın bu kısmında, getiri serilerinin geçmişte aldığı değerler alınarak hareketli ağırlıklı ortalama yöntemi ile standart sapmalar, dolayısıyla tarihi volatilite değerleri hesaplanmıştır. Yöntem orijinal frekansı ile tüm veri setine uygulanarak günlük; haftalık veri setine uygulanarak haftalık; aylık veri setine uygulanarak da aylık volatilite değerleri hesaplanmıştır. Tüm volatilite değerleri yıllık değerlere çevrilerek grafik ve tablolar yardımıyla incelenmiştir. Günlük volatilite için 150 günlük, haftalık volatilite için 30 haftalık ve aylık volatilite için de 7 aylık ortalama esas alınmıştır.

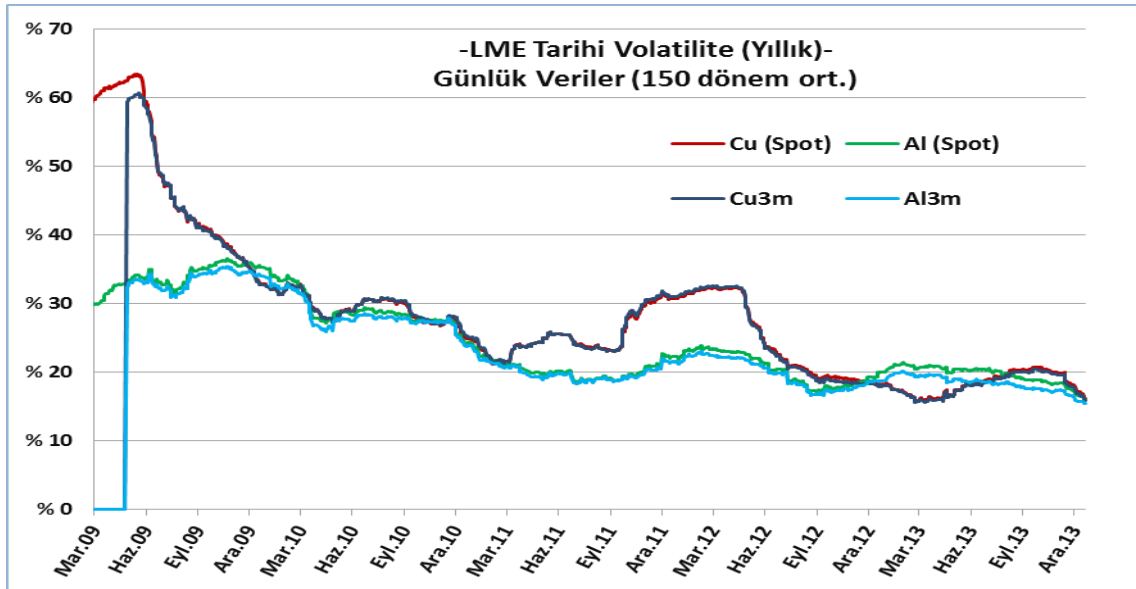
Hareketli ağırlıklı ortalama volatilite değerleri Grafik 11-13'te gösterilmiştir.



Grafik 11: LME Bakır (Cu), Alüminyum (Al), Çinko (Zn) günlük getirileri tarihi volatilite (Yıllık)



Grafik 12: LME Nikel (Ni), Kalay (Sn), Kurşun (Pb) günlük getirileri tarihi volatilite (Yıllık)



Grafik 13: LME Bakır (Cu) ve Alüminyum (Al) spot ve 3 ay future günlük getirileri tarihi volatilite (Yıllık)

Benzer şekilde haftalık ve aylık ortalama volatilite değerleri yine tablolarla da incelenmiştir. Trend bantları ile yapılan analizde olduğu gibi spot bakır fiyat serisinin kırılma noktaları esas alınarak dört farklı dönem (pencere) için ortalama volatilite değerleri hesaplanmıştır (Tablo 9).

Tablo 9: LME Günlük, Haftalık ve Aylık Getiriler Tarihi Volatilite Ortalamaları

	03.Oca.1995 - 20.Ara.2013		
	Tarihi Volatilite		
	Günlük veriler (150 günlük hareketli ort.)	Haftalık veriler (30 haftalık hareketli ort.)	Aylık veriler (7 aylık hareketli ort.)
Bakır	% 26,21	% 19,58	% 19,13
Nikel	% 36,76	% 29,75	% 28,08
Çinko	% 26,47	% 20,48	% 18,86
Kurşun	% 38,32	% 31,20	% 28,91
Kalay	% 32,91	% 25,01	% 23,59
Alüminyum	% 20,59	% 16,04	% 14,71
Bakır - 3 ay future	% 27,24	% 21,27	% 19,58
Alüminyum - 3 ay	% 23,37	% 19,19	% 17,46

Alt pencerelerde de LME’de nikelin dönemler boyunca gözlenen en oynak getiriye sahip olması ulaşılan anlamlı bulgulardandır. Spot ve future bazında en az oynaklığa sahip metal ise alüminyumun getirisidir. Dolayısıyla alüminyum, diğer metallere, riski en düşük metal olarak ayrışmaktadır.

Tablo 10: LME Günlük, Haftalık Ve Aylık Getiriler Tarihi Volatilite Ortalamaları – Alt Pencereler 1

	03.Oca.1995 - 31.Ağu.2004			01.Eyl.2004 - 12.May.2006		
	Günlük veriler (150 günlük hareketli)	Haftalık veriler (30 haftalık hareketli)	Aylık veriler (7 aylık hareketli)	Günlük veriler (150 günlük hareketli)	Haftalık veriler (30 haftalık hareketli)	Aylık veriler (7 aylık hareketli)
Bakır	% 22,55	% 16,74	% 15,28	% 24,63	% 16,37	% 10,80
Nikel	% 34,60	% 26,86	% 23,69	% 34,44	% 28,42	% 26,40
Çinko	% 19,48	% 14,20	% 13,80	% 26,68	% 19,13	% 17,07
Kurşun	-	-	-	% 30,22	% 21,22	% 23,07
Kalay	-	-	-	% 28,37	% 16,38	% 17,66
Alüminyum	% 16,94	% 12,85	% 11,85	% 20,25	% 15,65	% 13,06
Bakır - 3 ay future	-	-	-	-	-	-
Alüminyum - 3 ay future	-	-	-	-	-	-

Kurşun fiyat serisi, trend bandı analizine göre 4. pencerede orta derecede volatilite gösterirken, hareketli ağırlıklı ortalama yönteminde getiri serisi en oynak seridir. 3. dönemde bakırda; günlük, haftalık verilerden elde edilen sonuçlarla aylık verilerden elde edilen sonuçlar düşük frekanslı serilerin volatiliteyi önemli ölçüde absorbe ettiğini göstermektedir.

Tablo 11: LME Günlük, Haftalık Ve Aylık Getiriler Tarihi Volatilite Ortalamaları – Alt Pencere 2

	15.May.2006 - 20.Şub.2009			23.Şub.2009 - 20.Ara.2013		
	Günlük veriler (150 günlük hareketli ort.)	Haftalık veriler (30 haftalık hareketli ort.)	Aylık veriler (7 aylık hareketli ort.)	Günlük veriler (150 günlük hareketli ort.)	Haftalık veriler (30 haftalık hareketli ort.)	Aylık veriler (7 aylık hareketli ort.)
Bakır	% 35,06	% 26,72	% 33,97	% 28,54	% 21,97	% 20,53
Nikel	% 46,40	% 37,15	% 36,90	% 33,92	% 28,36	% 27,12
Çinko	% 42,19	% 33,58	% 31,18	% 30,48	% 25,24	% 21,75
Kurşun	% 45,80	% 37,53	% 37,34	% 35,35	% 29,18	% 24,87
Kalay	% 34,54	% 27,21	% 21,94	% 32,71	% 25,15	% 25,47
Alüminyum	% 26,02	% 19,78	% 19,59	% 24,42	% 20,01	% 17,79
Bakır - 3 ay	-	-	-	% 27,24	% 21,27	% 19,58
Alüminyum - 3	-	-	-	% 23,37	% 19,19	% 17,46

Hareketli ağırlıklı ortalama yöntemi geçmişte gerçekleşen getirilere, baz alınan dönem boyunca eşit ağırlık vermektedir. Bunun aksine yakın geçmişin volatilite üzerinde daha fazla etkisi olacağını, dolayısıyla daha geçmişe ilerledikçe azalan ağırlıkları dikkate alan üssel ağırlıklı hareketli ortalama (EWMA) modeli geliştirilmiştir.

3.4.3. Üssel Ağırlıklı Hareketli Ortalama (EWMA) Yöntemi ile Volatilite Analizi

Üssel ağırlıklı hareketli ortalama (EWMA) modelinde varyans, matematiksel olarak aşağıdaki biçimde ifade edilmektedir (Brooks, 2008):

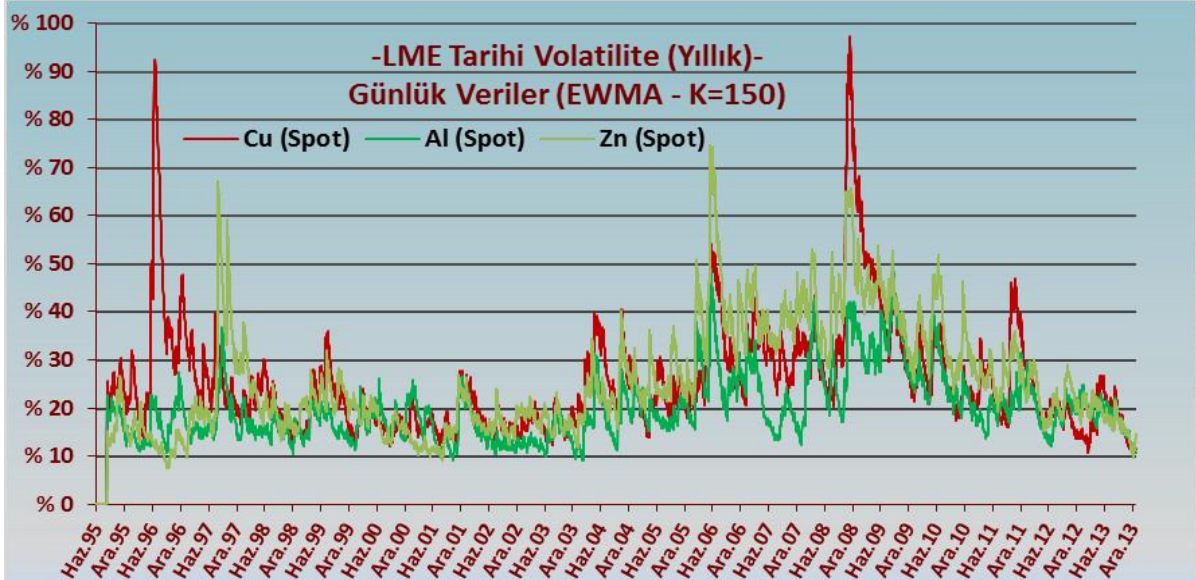
$$\sigma_t^2 = (1 - \lambda) \sum_{j=0}^{\infty} \lambda^j (r_{t-j} - \bar{r})^2$$

Lambda (λ), 0 ile 1 arasında değer alan zayıflama (azalma) parametresidir. r_{t-j} , \bar{r} sırasıyla j dönem önceki gözlemi ve gözlemlerin ortalama değerini göstermektedir. Gecikme değeri j büyüdükçe λ^j küçülmekte yani ortalamadan sapma, daha küçük bir ağırlıkla varyans hesaplamasına dâhil edilmektedir. Finansal serilerde gözlenen yüksek artış (azalışları), yine yüksek artış (azalışların) takip etmesi, burada yakın geçmişli gözlemlere daha fazla ağırlık verilerek dikkate alınmıştır. EWMA denkleminde toplam sonsuza uzatılmıştır, uygulamada bu mümkün olmadığı için K ile gösterilen veri sayısı ile çalışılmaktadır. K ve λ parametrelerinin doğru belirlenmesi modelin uygulanmasında önem arz etmektedir. Riskmetrics® tarafından 0,94 olarak önerilen Lambda (λ) parametresi, uygulamada da yaygınlaşmıştır. % 0,01 tolerans seviyesinde, 0,94 Lambda değeri için en az 149 veri önerilmektedir (Riskmetrics® teknik doküman, 1996).

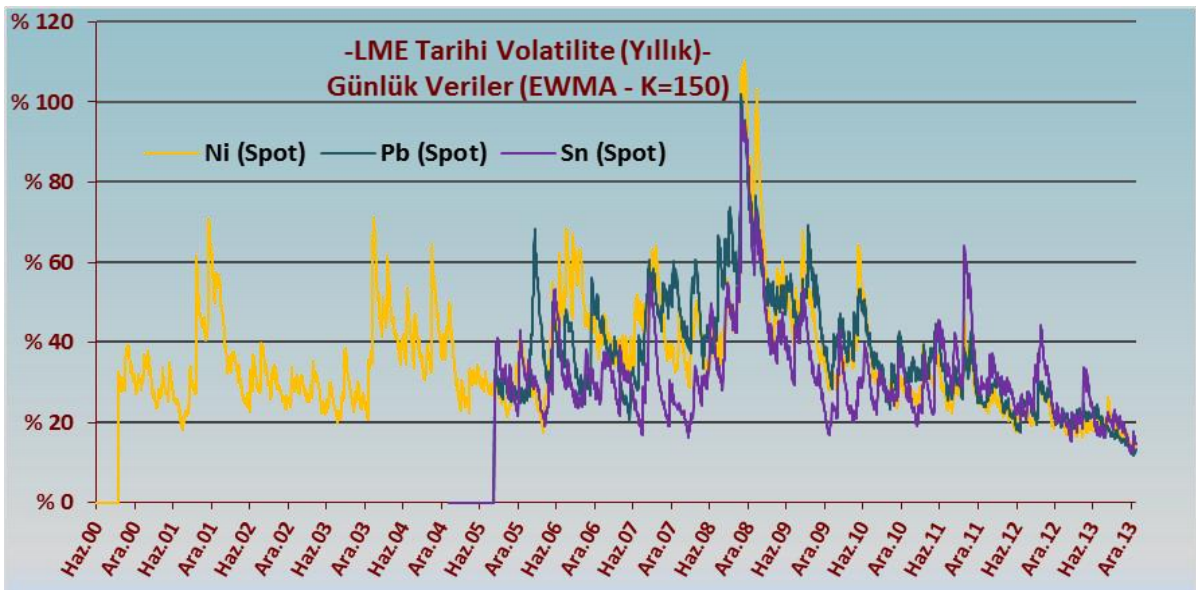
Eşit ağırlığın kabul edildiği tarihi volatilite değerleri ile karşılaştırılabilir olması açısından EWMA modeli için günlük verilerde 150 adet veri (K = 150), Lambda (λ) parametresi için ise 0,94 değeri dikkate alınmıştır. Haftalık ve aylık verilerle çalışmak bu modelde sağlıklıdır

sonuçlar verdiği için tercih edilmemiştir. Hesaplanan varyans değerleri standart sapmaya çevrilmiş, bulunan değerler yıllık bazda raporlanmıştır.

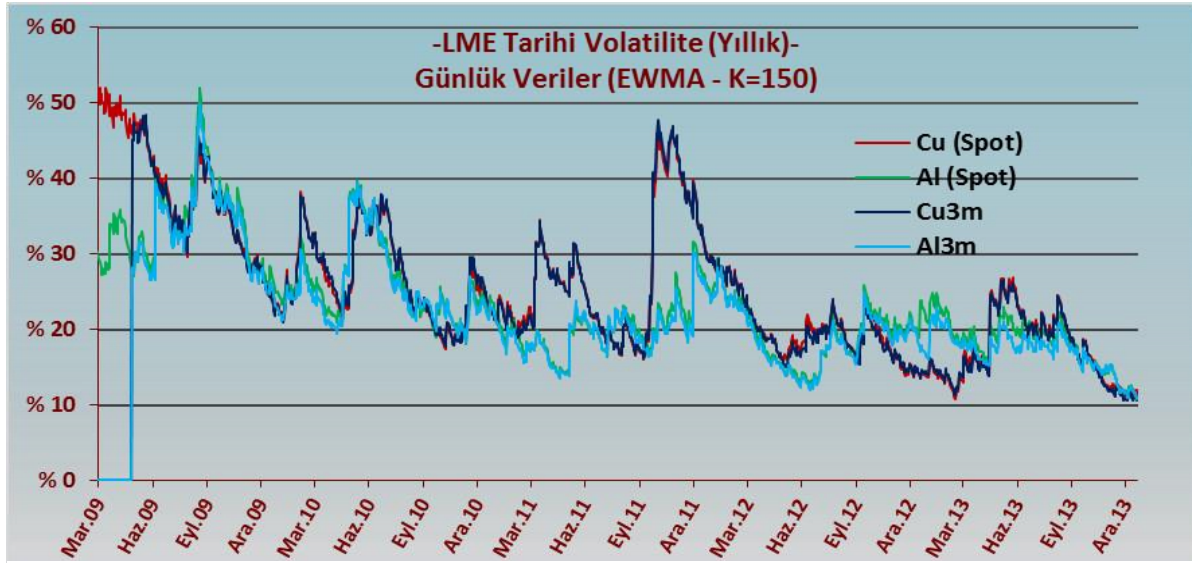
Aşağıdaki Grafik 14, Grafik 15 ve Grafik 16'da, araştırma konusu emtiann EWMA odaklı volatilite düzeyleri gösterilmiştir.



Grafik 14: Lme Bakır (Cu), Alüminyum (Al), Çinko (Zn) Günlük Getirileri Ewma Yöntemiyle Hesaplanmış Tarihi Volatilite (Yıllık)



Grafik 15: LME Nikel (Ni), Kalay (Sn), Kurşun (Pb) günlük getirileri EWMA yöntemiyle hesaplanmış tarihi volatilite (Yıllık)



Grafik 16: LME Bakır (Cu), Alüminyum (Al) Spot Ve 3 Ay Future Günlük Getirileri EWMA Yöntemiyle Hesaplanmış Tarihi Volatilite (Yıllık)

Grafik 14, Grafik 15 ve Grafik 16'dan da görüldüğü gibi yakın geçmişe daha ağırlık veren, bu yönüyle finansal zaman serilerindeki volatiliteyi daha iyi yakalayan EWMA modelinde, tarihi volatilite değerleri yükselmiş izlenimi vermektedir. Ancak eşit ağırlıklı hareketli yöntemi ve EWMA modeline göre hesaplanan volatilite değerlerinin ortalamasını kıyaslayan Tablo 12, genel olarak bu durumu teyit etmemektedir.

Tablo 12: LME Günlük Getiriler Eşit Ağırlıklı Hareketli Ortalama ve EWMA Yöntemleriyle Hesaplanmış Tarihi Volatilite Ortalamaları (Yıllık) – Tüm Pencereleler

Tarihi Volatilite	03.Oca.1995 - 31.Ağu.2004		01.Eyl.2004 - 12.May.2006		15.May.2006 - 20.Şub.2009		23.Şub.2009 - 20.Ara.2013	
	EWMA	Eşit Ağırlıklı	EWMA	Eşit Ağırlıklı	EWMA	Eşit Ağırlıklı	EWMA	Eşit Ağırlıklı
	Günlük veriler (K=150)	Günlük veriler (150 günlük hareketli ort.)	Günlük veriler (K=150)	Günlük veriler (150 günlük hareketli ort.)	Günlük veriler (K=150)	Günlük veriler (150 günlük hareketli ort.)	Günlük veriler (K=150)	Günlük veriler (150 günlük hareketli ort.)
Bakır	% 22,10	% 22,55	% 23,81	% 24,63	% 36,84	% 35,06	% 25,53	% 28,54
Nikel	% 33,74	% 34,60	% 32,17	% 34,44	% 49,14	% 46,40	% 30,28	% 33,92
Çinko	% 19,01	% 19,48	% 27,99	% 26,68	% 42,37	% 42,19	% 28,36	% 30,48
Kurşun	-	-	% 33,86	% 30,22	% 47,20	% 45,80	% 32,29	% 35,35
Kalay	-	-	% 29,94	% 28,37	% 36,50	% 34,54	% 29,57	% 32,71
Alüminyum	% 16,38	% 16,94	% 20,73	% 20,25	% 25,80	% 26,02	% 23,20	% 24,42
Bakır - 3 ay future	-	-	-	-	-	-	% 24,58	% 27,24
Alüminyum - 3 ay future	-	-	-	-	-	-	% 22,13	% 23,37

Tablo 12'de bant analizi ve değişim varyasyonları ile tam olarak yakalanamayan, 3. pencerede artan ortalama volatilite değerleri dikkat çekmektedir. Diğer pencerelerin aksine

bu pencerede alüminyum hariç EWMA değerleri, eşit ağırlıklı ortalama değerlere göre daha yüksektir. Ortalamada oynaklığın arttığı durumlarda EWMA modelinin oynaklığı yakın geçmişe ağırlık vererek açıklaması, modeli daha güçlü kılmaktadır. EWMA modelinin, diğer yöntemin aksine 2. pencerede kurşun getiri serisinin daha oynak olduğunu göstermesi de bu hususu desteklemektedir. Alüminyum, daha önceki analizlerin tamamında da olduğu gibi, EWMA modeli ile ele alındığında da en az volatilite gösteren, riski en düşük metaldir. Nikel, takiben kurşun en oynak metaller olarak öne çıkmaktadır.

4. SONUÇ

Çalışmada LME metal fiyatlarının, daha önce gıda fiyatları ile ilgili yapılan ve yukarıda ele alınan çalışmalarda tespit edilen volatilitenin çok daha üzerinde değerlere ulaştığı tespit edilmiştir. Bu bağlamda nikel ve kurşun, en fazla; alüminyum ise en az volatilite gösteren metaller olarak ayrılmaktadır. İncelenen üçüncü pencerede, artan volatilite koşullarında, EWMA modelinin, eşit ağırlıklı hareketli ortalama yöntemine göre daha yüksek volatilite değerlerine işaret ettiği görülmektedir. Bu bulgu, finansal serilerde sıkça gözlenen, işaretlerine bakılmaksızın yüksek dalgalanmaları, yüksek dalgalanmaların takip etmesi gerçeği ile uyumludur. Bu bulguyla paralel şekilde, dalgalanmanın yönünü, yani asimetriyi ve uzun dönem hafızayı dikkate alan modellerle burada tespit edilen yüksek volatiliteyi modellemenin bizi daha sağlıklı öngörümleme sonuçlarına götüreceği söylenebilir.

Baffes ve Savescu'nun da (2014) işaret ettiği, parasal genişleme ve 2005 yılı ikinci yarısından itibaren gerçekleşen fiyatlardaki tırmanış eğilimi, bizim çalışmamızda da tespit edilmiştir. Aynı şekilde küresel krize bağlı olarak 2008 ikinci yarısındaki sert düşüş de bizim çalışmamızın önceki çalışmalarla uyumlu gözlemlerindedir. LME için 2012 yılı başından itibaren gözlenen volatilite değerlerindeki düşüşe ve nispeten sakin döneme rağmen, metal piyasaları emtia piyasaları içinde hala yüksek volatilite düzeyleri ile ön plana çıkmaktadır. Bu bağlamda metal piyasalarının volatilitenin makroekonomik değişkenlerle ve diğer piyasalarla etkileşimi de dikkate alınarak modellenmesi önem arz etmektedir.

Gözlenen yüksek volatilite, yüksek kazanç ve kayıp ihtimalini kuvvetlendirmektedir. Chevallier ve Ielpo'nun (2013) çalışmalarındaki metallerde hisse senedi piyasalarına oranla daha fazla sayıda sıçrama görüldüğü bulgusu da bu gerçeği teyit etmektedir. Spekülatörlerin de bu dalgalanmalardaki rolü dikkate alınarak, ele alınan metalleri yoğun bir şekilde hammadde olarak kullanan sanayi işletmelerinin volatilite ile ifade edilen fiyat risklerini yönetmeleri hayati önem taşımaktadır. Bu bakımdan volatilite modellerinin 'riskten korunma' stratejilerinin oluşturulmasında önemli bir araç olarak algılanmasının, özellikle varlık fiyatlarının doğru şekilde yapılmasına önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Ai, C., Chatrath, A. ve Song, F. (2006). "On the Co-movement of Commodity Prices", *American Journal of Agricultural Economics*, Cilt:88/3, 574-588.
- Andrews, D.W.K. (1993). "Tests for Parameter Instability and Structural Change With Unknown Change Point", *Econometrica*, Cilt:61/4, 821-856.

- Baffes, J. ve Savescu, C. (2014). "Monetary Conditions and Metal Prices", *Applied Economic Letters*, Cilt:21/7, 447-452.
- Brooks, C. ve Prokopczuk, M. (2013). "The Dynamics of Commodity Prices", *Quantitative Finance*, Cilt: 13/4, 527-542.
- Brooks, C. (2008). *Introductory Econometrics for Finance*, Cambridge University Press, New York.
- Chevallier J. ve Ielpo, F. (2013). "Twenty Years of Jumps in Commodity Markets", *International Review of Applied Economics*, Cilt:28/1, 64-82.
- Chkili W., Hammoudeh, S. ve Nguyen, D. K. (2013). "Long Memory and Asymmetry in The Volatility of Commodity Markets and Basel Accord: Choosing Between Models", Working Paper 2013-09, Ipag Business School.
- Engle, R. F. (1982). "Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation", *Econometrica*, Cilt:50/4, 987-1007.
- Geman, H. (2005). *Commodities and Commodity Derivatives*, John Wiley and Sons Ltd., West Sussex.
- Gregory, C. C. (1960). "Tests of Equality Between Sets of Coefficients in Two Linear Regressions", *Econometrica*, Cilt:28/3, 591-605.
- J.P. Morgan/Reuters (1996). *RiskmetricsTM - Technical Document 4th ed.*, New York.
- London Metal Exchange: 2013 <http://www.lme.com/metals/reports/monthly-volumes/annual/2013/> (Erişim: 21.04.2014).
- Nazlıoğlu, Ş., C. Erdem ve U., Soytas. (2013). "Volatility Spillover Between Oil and Agricultural Commodity Markets", *Energy Economics*, Cilt:36, 658-665.
- Ng, V.K. ve Pirrong, S.C. (1994). "Fundamentals and Volatility: Storage, Spreads, and the Dynamics of Metals Prices", *The Journal of Business*, Cilt:67/2, 203-230.
- Piot-Lepetit, I. ve M'Barek, R. (2011). *Methods to Analyse Agricultural Commodity Price Volatility*, (ed.), Springer Science+Media LLC, New York.
- Xekalaki, E. ve Degiannakis, S. (2010). *Arch Models for Financial Applications*, John Wiley and Sons Ltd., West Sussex.
- Tothova, M. (2011). "Main Challenges of Price Volatility in Agricultural Commodity Markets" Piot-Lepetit I, M'Barek R. (ed.) *Methods to Analyse Agricultural Commodity Price Volatility*, Springer Science+Media LLC, New York.
- Laurent, S., Lecourt, C. ve Palm, F. C. (2011). "Testing for Jumps in GARCH Models, A Robust Approach", <http://www.bi.edu/InstitutterFiles/Samfunns%C3%B8konomi/Papers/Spring%202012/Laurent.pdf>, Erişim:8 Ocak 2014.
- O'Connor, D. ve Keane, M. (2011). "Empirical Issues Relating to Dairy Commodity Price Volatility", Piot-Lepetit I, M'Barek R. (ed.), *Methods to Analyse Agricultural Commodity Price Volatility*, Springer Science+Media LLC, New York.