

ENDÜSTRİYEL VE DEĞERLİ METALLER İÇİN UYGUNLUK  
GETİRİSİ YAKLAŞIMI İLE VADELİ İŞLEM SÖZLEŞMESİ  
FİYATLANDIRMASI

Sosyal Bilimler Enstitüsü

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi

MUSTAFA KARABULUT

Yüksek Lisans

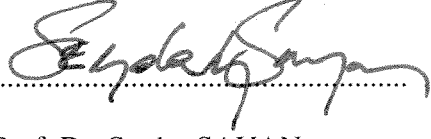
İŞLETME ANA BİLİM DALI

TOBB EKONOMİ VE TEKNOLOJİ ÜNİVERSİTESİ

ANKARA

ARALIK 2012

Bu tezin Yüksek Lisans derecesi için gereken tüm koşulları yerine getirdiğini onaylarım.



Prof. Dr. Serdar SAYAN

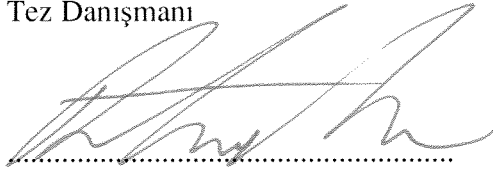
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü

Bu tezi okuduğumu ve kapsam ve içerik olarak Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalında bir yüksek lisans tezi olabilecek yeterlikte olduğuna kanaat getirdiğimi onaylıyorum.



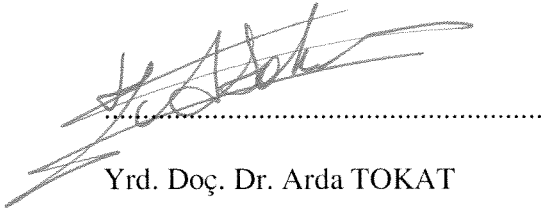
Yrd. Doç. Dr. Ekin TOKAT

Tez Danışmanı



Yrd. Doç. Dr. Atılım MURAT

Tez Jüri Üyesi



Yrd. Doç. Dr. Arda TOKAT

Tez Jüri Üyesi

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.



.....  
Mustafa KARABULUT

ÖZET

ENDÜSTRİYEL VE DEĞERLİ METALLER İÇİN UYGUNLUK  
GETİRİSİ YAKLAŞIMI İLE VADELİ İŞLEM SÖZLEŞMESİ  
FİYATLANDIRMASI

KARABULUT, Mustafa

Yüksek Lisans, İşletme Bölümü

Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Ekin TOKAT

Aralık 2012

Bu tez çalışması, emtia vadeli işlem sözleşmelerinin fiyatlandırmasında uygunluk getirisinin önemini test etmeyi amaçlamıştır. Fiyatlandırmada uygulanan alım satım stratejisi, dayanak varlığın spot fiyatının oynaklığı, vadeli işlem sözleşmesi fiyatının oynaklığı ve vadeye kalan süre bağlıdır. 2000-2012 yılları arasındaki çeyrek sonu verileri kullanılarak, değerli metaller ve endüstriyel metallerin uygunluk getirisi yaklaşımı ile vadeli işlem fiyatları tahmin edilmeye çalışılmıştır. İncelenen dönem içerisinde yaşanan küresel krizin, emtia fiyatlarının oynaklığında bir değişim yaratıp yaratmadığını 20 günlük basit varyans serisi ve Garch (1,1) varyans serisi ile test edilmiştir..

Vadeli işlem fiyatları tahmini uygunluk getirisi yaklaşımında, varyans modellemesinin tahmin sonuçları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığı gözlemlenmiştir. Uygunluk getirisi yaklaşımının, endüstriyel metallerin fiyatlarını açıklamada hem istatistiksel hem de ekonomik olarak başarılı olduğu, değerli metallerin fiyatlarını açıklamada ise yeterince başarılı olmadığı gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Uygunluk getirisi, oynaklık modelleri, vadeli işlem sözleşmesi

## ABSTRACT

# APPROXIMATION FOR CONVENIENCE YIELD IN INDUSTRIAL AND PRECIOUS METALS FUTURES PRICING

KARABULUT, Mustafa

Master of Business Administration

Supervisor: Assist. Prof. Ekin TOKAT

December 2012

In this thesis, it is aimed to test the importance of convenience yield in futures contracts of commodities. The trading strategies that are applied in pricing depend on the volatility of underlying shares' spot price, volatility of futures contract price and the time left to maturity. The quarterly data between 2000 and 2012 is used to presume futures price of precious metals and industrial metals by convenience yield approach. Whether there has been a change at the commodities price volatilities due to the global crisis between these years, has tested by 20 days simple variance series and Garch (1,1) variance series.

It has been observed that there is no significant difference in terms of the estimation results of variance models. In addition to this, it has been monitored that convenience yield approach is successful in defining the prices of industrial metals' prices economically and statistically. On the other hand, it is not successful enough in defining the prices of precious metals' prices economically and statistically.

**Keywords:** Convenience yield, volatility models, futures contract

## TEŞEKKÜR

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi'nde asistanlık yaptığım sürece akademik yardımlarını esirgemeyen tüm hocalarıma, gösterdikleri sabırdan ve verdikleri desteklerden dolayı asistan arkadaşlarıma, yaptığım bu tez çalışmasında hem akademik hem de kişisel destekleri için tez danışmanım Ekin TOKAT'a, hayat tecrübelerinden bolca faydalandığım Hakkı Arda TOKAT'a teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca bana inanan ve desteklerini hiç bir koşulda esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

# İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	v
TEŞEKKÜR .....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
TABLolar.....	ix
ŞEKİLLER.....	x
BİRİNCİ BÖLÜM: GİRİŞ.....	1
İKİNCİ BÖLÜM: LİTERATÜR ANALİZİ.....	5
2.1. Emtia Piyasaları ve Fiyatlandırma.....	5
2.1.1. Dayanak Varlıkların Sınıflandırılması ve Varlıkların Özellikleri.....	5
2.1.2. Piyasa Koşulları.....	7
2.1.3. Emtia Piyası Yatırımcıları.....	8
2.2. Emtia Vadeli İşlem Sözleşmesi Fiyatlandırma ve Uygunluk Getirisi.....	9
2.2.1. Forward ve Future Sözleşmeler.....	9
2.2.2. Taşıma Maliyeti Modeli.....	11
2.2.3. Depolama ve Uygunluk Getirisi Teorileri.....	12
2.3. Emtia Vadeli Fiyatlarının Hesaplanmasında Uygunluk Getirisi.....	17
2.3.1 Emtia Vadeli İşlem Fiyatı Modellerinin Sınıflandırılması.....	17
2.3.2. Vade Yapısal Uygunluk Getirisi.....	19
2.3.3. Opsiyon Değeri Olarak Uygunluk Getirisi.....	20

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM: AMPİRİK ÇALIŞMA.....	22
3.1. Çalışmanın Amacı.....	22
3.2. Model.....	23
3.2.1. Alım Satım Stratejisi İçin Üst Sınır.....	24
3.3. Veriler.....	27
3.3.1 Dayanak Varlıklar.....	28
3.3.1.1 Endüstriyel Metaller.....	29
3.3.1.2 Değerli Metaller.....	32
3.4. Analiz.....	36
3.4.1. Chow Testleri.....	37
3.4.2. Uygulanan Alım Satım Stratejisi.....	40
3.4.3. Modelin Uygulanması.....	47
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM: SONUÇ.....	61
KAYNAKÇA.....	64
EKLER.....	66



## TABLULAR

1.	Forward ve Future Sözleşme Arasındaki Farklılıklar.....	11
2.	Endüstriyel ve Kıymetli Metaller için Chow Testi Sonuçları.....	38
3.	20 Günlük Varyans Modeline Göre Uygunluk Getirisi Tahminleri( $c_{tT}$ )'nin Tanımlayıcı İstatistikleri.....	43
4.	20 Günlük Varyans Modeli İçin Faize Göre Ayarlanmış Baz ( $iab_{tT}$ ) Tahminlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri.....	44
5.	Garch(1,1) Varyans Modeline Göre Uygunluk Getirisi Tahminleri( $c_{tT}$ )'nin Tanımlayıcı İstatistikleri.....	45
6.	Garch(1,1) Varyans Modeline Göre Faize Göre Ayarlanmış Baz( $iab_{tT}$ ) Tahminlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri.....	46
7.	20 Günlük Varyans Modeli için En Küçük Kareler Yöntemi Regresyon Sonuçları.....	48
8.	Garch(1,1) Varyans Modeli için En Küçük Kareler Yöntemi Regresyon Sonuçları .....	49
9.	20 Günlük Varyans Modeli için Cochran-Orcutt Yöntemi Regresyon Sonuçları.....	51
10.	Garch(1,1) Varyans Modeli için Cochran-Orcutt Yöntemi Regresyon Sonuçları.....	53
11.	20 Günlük Varyans Modeli için Cochran-Orcutt Sonuçlarına Göre Vadeli Fiyat Tahminleri.....	55
12.	20 günlük varyans serisine göre tahmin edilen ile gerçekleşen fiyatlar arasındaki ilişki.....	56

13.	Garch(1,1) Varyans Modeli için Cochran-Orcutt Sonuçlarına Göre Vadeli Fiyat Tahminler.....	57
14.	Garch(1,1) varyans serisine göre tahmin edilen ile gerçekleşen fiyatlar arasındaki ilişki.....	58
15	Endüstriyel metallerin tahmin parametreleri.....	59
16	Değerli metallerin tahmin parametreleri.....	60

## ŞEKİLLER

1.	Envanter Seviyesi ile Göreceli Uygunluk Getirisi.....	16
2.	Envanter Seviyesi ile Faize Göre Düzenlenmiş Baz.....	16
3.	2000-2011 Yılları Arasındaki Alüminyum Spot Fiyatı.....	30
4.	2000-2011 Yılları Arasındaki Bakır Spot Fiyatı.....	31
5.	2000-2011 Yılları Arasındaki Çinko Spot Fiyatı.....	32
6.	2000-2011 Yılları Arasındaki Altın Spot Fiyatı.....	33
7.	2000-2011 Yılları Arasındaki Gümüş Spot Fiyatı.....	34
8.	2000-2011 Yılları Arasındaki Platinyum Spot Fiyatı.....	35

# BİRİNCİ BÖLÜM

## GİRİŞ

Rekabetçi piyasaların koşulları, alıcı ve satıcının çok olması, alınıp satılan ürünün standardizasyonu ve katılımcıların arz ve talep edecekleri ürün hakkındaki bilgiye ulaşabilmelerinden geçer. Rekabetçi piyasaya en çok vadeli işlem borsalarında yaklaşılmaktadır. Her ne kadar ülkemizde vadeli işlem borsası gelişme aşamasında olsa da, yurtdışında özellikle Amerika ve Avrupa'daki vadeli işlem borsalarında ulaşılan işlem hacimleri spot piyasalardaki hacimlerin bir kaç katıdır. Vadeli işlem piyasaları, hem iş dünyası için risk yönetiminde, hem de finansal piyasalardaki gelişmeler ışığında piyasa profesyonelleri için önemli bir yatırım alanı oluşturmaktadır. KOBİ'lerden, küresel ölçekteki firmalara kadar bütün işletmeler, üretimde kullanacakları emtiaların fiyat artışlarına karşı risk altındadırlar. Bu riskten korunmak için vadeli işlem sözleşmelerinden ve opsiyonlar alternatif korunma stratejileri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Finansal piyasalardaki sermaye, geçmiş yıllara kıyasla daha fazla enstrümana yönelmektedir. Emtialar ise 2000 yılından itibaren yatırımcıların en çok tercih ettiği enstrümanlardan birisi haline gelmiştir. 2000-2012 yılları arasında büyük merkez bankalarının parasal genişlemeci politikaları sonucunda, piyasaya enjekte edilen likidite en çok emtialara yönelmiştir. Emtia fiyatlarının son on iki yıllık periyotta

büyük artış göstermesi piyasa profesyonellerinin yanında bireysel yatırımcıların da ilgisini emtialara çekmiştir. Emtiaların spot piyasadan alım satımı esnasında depolama, sigortalama, lojistik gibi taşıma maliyetlerinin olması yatırımcıları vadeli işlem piyasalarından alım satıma yöneltmiştir. Diğer yandan bu nedenle vadeli işlem sözleşmelerinin doğru fiyatlandırılması, tahmin edilmesi hem finans piyasası oyuncuları(hedge fonlar, yatırım bankaları), hem de bireysel yatırımcılar için önem arz etmektedir.

Literatürde vadeli işlem sözleşmelerinin fiyatlandırılması konusunda yapılmış çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Literatür analizi bölümünde vadeli işlem fiyatlandırması ile çalışmaların tarihçesine yer verilmiştir. Bu çalışmada emtia vadeli işlem sözleşme fiyatlandırmasında uygunluk getirisi yaklaşımı baz alınmıştır. Uygunluk getirisi yatırımcıların vadeli işlem sözleşmesi yerine ürünleri fiziksel olarak depolamalarının faydalarını gösteren bir değerdir. Ürünleri (malları) fiziksel olarak elde tutmanın dönem dönem avantajları olabileceği gibi dezavantajları da olabilmektedir. Ancak emtialar açısından uygunluk getirisi incelendiğinde, kıtlık savaş ya da doğal afet yaşanan dönemlerde, uygunluk getirisi daha fazla anlam kazanmaktadır çünkü bu dönemlerde emtiaların arzında azalış meydana gelir. Yatırımcılar sınırlı miktardaki emtialara daha fazla değer biçtiğinden fiziksel ürünler vadeli işlem sözleşmelerine kıyasla daha pahalı hale gelebilmektedir.

Heaney (2002) modelinde bakır, kurşun ve çinko metallerinin 1975-2000 yılları arasında uygunluk getirilerinden yararlanarak vadeli işlem sözleşmelerinin fiyatlarını tahmin etmeye çalışmıştır. Modelinde uyguladığı yaklaşım, dayanak varlığın spot fiyatının oynaklığına, vadeli işlem fiyatının oynaklığına ve vadeli işlem sözleşmesinin vadeye kalan süresi değişkenlerine bağlıdır.

Bu çalışmada Heaney'in yaklaşımı benimserek, 2000-2011 yılları arasındaki çeyrek sonu verileri kullanılarak endüstriyel metaller (alüminyum, bakır, çinko) ile kıymetli metallerin (altın, gümüş, platinyum) vadeli işlem fiyatları modellenmiştir. Uygunluk getirisi tanımı itibariyle vadeli işlem sözleşmeleri fiyatlamasında kullanılan model yaklaşımının endüstriyel ve değerli metaller için farklı sonuçlar vermesi beklenmektedir. Modelde etkin parametreler spot ve vadeli fiyatlar ile vadedir. Bu anlamda oynaklığın modellenmesi de önem kazanmaktadır. Bu çalışmada 20 günlük durağan varyans hesaplaması ile finansal literatürde en çok tercih edilen Garch(1,1) varyans modellemesi kullanılacaktır. Bu sayede varyans modellemesinin kullandığımız vadeli işlem fiyat modelinde anlamlı bir farklılığa yol açıp açmadığı incelenecektir.

Bu çalışmanın bir diğer önemli noktası ise, 2000-2011 yılları arasında finansal piyasaların yakınsaması, sermaye hareketlerinin sınırlarla karşılaşmadan bir piyasadan başka bir piyasaya transferinin en kolay olduğu dönem olmasıdır. 2000 yılından,başlayarak 2008 yılına kadar alınan spekülative pozisyonlardan dolayı emtia fiyatları düzenli bir artış trendine girmiştir. Ancak 2008 yılında başlayan küresel krizin etkileri emtia fiyatlarını da etkilemiştir. Krizin başlamasıyla emtialardaki fiyat hareketlerinde yeni bir dönem başlamıştır.(Tokat, Tokat ve Mutafoğlu:2012). Bu dönem içerisinde yaşanan küresel kriz, ülke ekonomilerini resesyona veya çok düşük büyüme oranlarına sürüklemiştir. Buna karşılık başta FED (Amerika Merkez Bankası), ECB (Avrupa Merkez Bankası) ve BOJ (Japonya Merkez Bankası) gibi para politikası uygulayıcı kurumların, genişlemeci politikalar izlemeleri ve gerçekleştirilen tahvil alım paketleri sonucu piyasaya likidite enjekte edilmiştir. Bu likidite emtia fiyatlarının üzerinde tekrar spekülative hareketlere yol açmıştır. Özellikle değerli metallerde korunma amaçlı (hedge) alınan pozisyonların yanında

spekülatif pozisyonlarda artmıştır (Ekin Tokat: Forecasting Precious Metal Price Movements Using Trader Positions:2012).

Bu yüksek lisans tezinin, hem incelediği dönem hem de incelediği emtialar bakımından vadeli işlem sözleşmesi fiyatlandırmasıyla ilgili literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## İKİNCİ BÖLÜM

### LİTERATÜR ANALİZİ

#### 2.1.Emtia Piyasaları ve Fiyatlandırma

Bu bölümün amacı emtia piyasalarını tanıtmak ve temel özelliklerinden bahsetmektir. İlk olarak emtia piyasalarında işlem gören dayanak varlıklar sınıflandırılacaktır ve tanımlar verilecektir. İkinci aşamada piyasanın bileşenlerinden bahsedilecektir. Son olarak emtia piyasalarının diğer finansal piyasalardan farklılıklarına vurgu yapılacaktır. Bu bilgiler ışığında uygunluk getirisi kavramına bir geçiş yapılacaktır.

#### 2.1.1 Dayanak Varlıkların Sınıflandırılması ve Varlıkların Özellikleri

Emtialar, spot piyasada veya bir finansal enstrüman kullanılarak alım satımı yapılan fiziksel ürünlerdir. Emtiaları genel özelliklerine göre aşağıdaki şekilde sınıflandırabiliriz:

- a) Tarım ürünleri (buğday, pamuk, mısır, soya fasulyesi, kakao, kahve gibi)
- b) Enerji ürünleri (elektrik, doğalgaz, petrol gibi)



c) Metaller

- Değerli metaller (altın, gümüş, platinyum gibi)
- Endüstriyel metaller (alüminyum, bakır, çinko gibi)

d) Çiftlik hayvanları (öküz eti, domuz eti gibi).

Finansal piyasalar ile emtia piyasaları aynı şekilde işlem görmesine rağmen tamamen farklı piyasalardır. Finansal piyasalarda alım satım yapan yatırımcılar dünyanın herhangi bir yerinden internet veya telefon aracılığıyla transfer ücreti ödmeden, taşıma sırasındaki olası aksaklıklarla karşılaşmadan ve depolama maliyeti olmadan işlemlerini gerçekleştirebilirler. Ancak emtia piyasalarında alım satım yapmanın kendine özgü koşulları vardır. Emtia piyasasında işlem yapan yatırımcılar aşağıdaki koşulları dikkate alarak işlem yaparlar.

1. Depolama maliyeti ve kapasitesi
2. Transfer ve sigorta maliyetleri
3. Envanter seviyesi

Bu koşullar emtiaların doğal özelliklerinden kaynaklandığı için çok önemlidir, örneğin tarımsal ürünlerin tazeliklerini korumaları için belirli sıcaklıklarda depolanması gerekir. Transfer ve sigorta maliyetleri koşullarına bakılacak olursa, örneğin enerji emtialarının transferi patlayıcı özellikler taşıdıklarından çok özel araçlarda gerçekleştirilmektedir. Envanter seviyesi ise firmaların kendi arz ve taleplerini belirler. Envanter seviyesi bir çok emtia için mevsimsel olarak dalgalanmaktadır. Tarımsal ürünler için arz seviyesi mevsimsel olarak artıp azalırken, enerji ürünlerinde kış aylarında talep seviyesi yaz aylarına göre daha fazladır. Hangi sebeple olursa olsun emtia piyasalarında işlem yapan yatırımcılar bu konuları dikkate almak zorundadır.

### 2.1.2. Piyasa Koşulları

Emtia piyasası yatırımcıları, spot piyasanın risklerinden ve piyasanın doğasından kaynaklanan zorunlu maliyetlerden kaçınmak için türev araçları tercih ederler. Yatırımcılar bu türev araçları üç amaçla kullanır; bunlar spekülasyondan getiri elde etmek, fiyat değişimlerine karşılık korunmak (hedge etmek) ve arbitraj fırsatlarını kullanarak risksiz getiriye sahip olmak. Bahsedilen türev araçları forward (alivre), future (vadeli işlem sözleşmesi) ve opsiyonlar olarak değerlendirmek mümkündür. Bu enstrümanlar bir veya birden çok emtiayı dayanak varlık olarak kabul eden enstrümanlardır. Emtia piyasasında doğru pozisyon almak için yatırımcılar piyasanın o anki koşullarını çok iyi belirlemelidir. Bu amaçla uygulamada baz riski genellikle kullanılan bir değerdir.

$$B_T = S_t - F_{t,T} \quad (2.1)$$

$S_t$  bir varlığın t anındaki spot piyasada oluşan değeridir,  $F_{t,T}$  T vadeli aynı dayanak varlığın t anındaki, işlem gören vadeli işlem sözleşmesinin değeridir. Baz değeri vadeli işlem sözleşmesinin vadesi boyunca pozitif veya negatif değerler alabilir. Eğer baz pozitif değer alıyorsa dayanak varlığın spot piyasadaki fiyatı vadeli işlem fiyatından daha yüksek demektir. Bu duruma backwardation denilmektedir. Kısa vadede talebin çok, arzın az olduğunun göstergesidir. Bu tarz piyasalarda tüketimin ertelendiği söylenebilir. Kriz dönemlerinde (talebin aşırı yükseldiği) üretici yeterli miktarda ürünü piyasaya arz edemediği durumlarda spot piyasadaki fiyat vadeli işlem fiyatının üzerine çıkar. Baz değerinin negatif olduğu durumlarda ise dayanak varlığın fiyatı spot piyasada vadeli işlem piyasasındakinden daha düşüktür. Bu

durum Contango olarak adlandırılır. Bu senaryoda yatırımcılar uzun vadede fiyatlarda yükseliş beklentisindedir. Yatırımcılar, spot piyasadan ürünlerini alıp depolama ve sigortalama gibi maliyetlere katlanarak vade tarihinde vadeli işlem fiyatından satarak kar elde etmeye çalışırlar.

### **2.1.3. Emtia Piyasası Yatırımcıları**

Mabro (1986), emtia piyasasında işlem yapan yatırımcı grubunu iki ana başlıkta incelemiştir. İlk grup fiziki ürünün alım satımıyla ilgilenen ve buradaki risklerden korunmak için türev enstrümanlar aracılığıyla korunma amaçlı pozisyon alanlardır. Üreticiler için fiyatların aşağı yönlü hareketi riski oluştururken, tüketiciler için fiyatların yukarı yönlü hareketi risk oluşturur. Bu risklerden korunmak isteyen yatırımcı vadeli işlem piyasasında riski doğrudan pozisyon alır. Örneğin, üreticiler vadeli işlem piyasasında kısa (short) pozisyon alarak fiyatların düşüşüne karşı korunurken, tüketiciler uzun (long) pozisyon alarak risklerini bertaraf etmek isterler. İkinci grup ise spekülâtorlerdir. Bu tarz yatırımcılar fiziksel ürünü almak yerine, dayanak varlığın piyasadaki aşağı veya yukarı yönlü hareketlerinden vadeli işlem sözleşmeleri vasıtasıyla kar elde etmeye çalışırlar. Hem korunma amaçlı pozisyon alanlar hem de spekülâtorler fiyat riskine maruz kalırlar çünkü, dayanak varlığın fiyatı vade tarihine kadar bilinmemektedir. Türev araçlar aynı diğer finansal araçlar gibi iki farklı düşüncedeki yatırımcıyı bir araya getirir, piyasada oluşan fiyatlar sonucunda bir taraf kar ederken diğer taraf zarar etmektedir.

Bir diğer yatırımcı grubu ise arbitrajcılardır. Arbitraj, aynı ve eşit miktardaki bir dayanak varlığın eş zamanlı olarak bir piyasadan alınıp başka bir piyasada avantajlı fiyattan satılıp riske girmeden, fiyat farklılıklarından dolayı kar elde

edilmesi işlemidir. Arbitrajcılar, yanlış fiyatlanmış varlıkların alım satımını yaparak kar elde etmeye çalışırlar. Fiziksel ürüne ihtiyaç duymamaları sebebiyle spekülörlere benzerler, arbitrajcıların spekülörlere farkları ise risk almaksızın kar garantisi sağlamalarıdır. Teknoloji ve telekomünikasyondaki gelişmeler, piyasaları elektronik ortama taşımıştır. Yatırımcılar bu sayede düşük maliyet, hızlı bilgi ve kolay alım satım fırsatlarına kavuşmuşlardır. Bu değişimler risk almadan sıfır maliyetle kazanç elde etmek isteyen arbitrajcılarının artmasına sebep olmuştur.

## **2.2. Emtia Vadeli İşlem Sözleşmesi Fiyatlandırma ve Uygunluk Getirisi**

Bu bölümde ilk olarak vadeli işlem sözleşmelerinden bahsedilecek, daha sonra ise spot fiyatlar ile vadeli fiyatlar arasındaki ilişkiyi gösteren modeller ve bu modellerin bileşenleri incelenecektir.

### **2.2.1. Forward ve Vadeli İşlem Sözleşmeleri**

Forward ve vadeli işlem sözleşmeleri, genellikle döviz, emtia ve tahvil piyasalarındaki fiyat hareketlerinden korunmak için kullanılan araçlardır. Hedge eden kimse fiyat hareketlerindeki riskini fiyatların ters yönde hareket edeceğini düşünen spekülöre devreder. Ayrıca bu sözleşmeler arbitraj fırsatlarından yararlanmak ve portföy çeşitlendirmesi için de kullanılmaktadır.

Forward sözleşme, satıcının belirli bir ürünü ileri bir tarihte, baştan anlaşılacak bir fiyat üzerinden alıcıya teslim etmesini öngören sözleşmelerdir. Sözleşmenin şartları (fiyat, miktar, kalite, zaman, yer) alıcı ve satıcı tarafından karşılıklı olarak

belirlenmektedir. Forward sözleşmeler, tarafların gelecekte almak veya satmak istedikleri ürünlerin fiyat değişimleri nedeniyle oluşan riskten korunma ihtiyacı karşısında çözüm olarak gördükleri sözleşmelerdir. Bu yönüyle forward sözleşmeler vadeli işlem sözleşmelerinin temelini oluşturmaktadır.

Forward sözleşmeler taraflar arasında serbestçe yapıldığı için karşılıklı bir güven gerektirir. Diğer bir ifadeyle forward sözleşmelerde kredi riski vardır. Bu sözleşmeler genellikle iki finansal kurum arasında ya da finansal kurumların müşterileri arasında tezgah üstü piyasalarda gerçekleşir.

Vadeli işlem sözleşmeleri forward sözleşmelere yapı olarak çok benzer, aralarındaki en büyük fark, vadeli işlem sözleşmelerinin standartlaştırılmış olmasıdır. Vadeli işlem sözleşmelerindeki tek değişken, alım satım sırasında oluşan fiyattır. Vadeli işlem sözleşmeleri, borsalarda işlem görür ve borsa takas kurumunun garantisi altındadır. İşlemlerin borsa takas kurumu tarafından garanti altına alınması, uygulanan teminat sistemi ile mümkün olmaktadır. Bu nedenle vadeli işlem sözleşmelerinde kredi riski bulunmamaktadır. Vadeli işlem sözleşmeleri ile forward sözleşmeler arasındaki farklılıkları aşağıdaki gibidir

**Tablo 1 Forward ve Vadeli İşlem Sözleşmeleri Arasındaki Farklılıklar**

<b>Forward Sözleşmeleri</b>	<b>Vadeli İşlem Sözleşmeleri</b>
İki taraf arasında yapılır.	Borsada yapılır.
Sözleşme unsurları standart değildir.	Sözleşme unsurları borsa tarafından standartlaştırılmıştır.
Vade sonunda teslimat ile sonuçlandırılır.	Nakdi uzlaşısı veya teslimat ile sonuçlandırılır.
Devredilemez.	Vade sonuna kadar tekrar alınıp satılabilir.
Kredi riski vardır.	Kredi riskini borsa takas kurumu üstlenir.
Kar veya zarar vade sonunda ortaya çıkar.	Kar veya zarar günlük olarak hesaplanır.
Başlangıçta teminat zorunluluğu yoktur.	İşlem yapabilmek için belirli bir teminat yatırılması zorunludur.

$$F_{t,T} = S_t \exp [r_f(T - t)] \quad (2.2)$$

$S_t$  bir finansal varlığın  $t$  anındaki gözlenen (spot piyasadaki) fiyatı iken formülün ikinci kısmı risksiz varlıkların  $t$  süresinden  $T$  süresine kadar elde tutulmasıyla oluşacak birleşik faizi göstermektedir.

### **2.2.2. Taşıma Maliyeti Modeli**

Vadeli işlem fiyatlama modeli, temelde piyasada arbitraj imkânının olmadığı varsayımı üzerine dayandırılır. Arbitraj, yatırımcılara risk almadan, maliyetlere katlanmadan getiri imkanı sağlamaktadır. Bu yüzden yatırımcılar arbitraj fırsatlarını kovalamaktadır. Ancak anlık oluşan arbitraj fırsatları borsalardaki arz ve talep

dengesine göre elimine edildiğinden, piyasada oluşan işlem hacimlerinin artması arbitraj fırsatlarını ortadan kaldırmaktadır. Vadeli işlem fiyatları spot piyasadaki ürünün fiyatı ile risksiz enstrümanların faiz oranı ile ilişkilendirilerek bulunur.

Taşıma maliyeti modeli, arbitraj fırsatının olmadığı piyasa koşullarında emtia vadeli fiyatlarını belirlemede en temel modeldir. Bu modeldeki teorik vadeli fiyat, spot fiyatlara taşıma maliyetlerinin dâhil edilmesiyle bulunur. Taşıma maliyetlerinin unsurları genel olarak; malın depolanmasından kaynaklanan depolama, lojistik ve sigorta maliyetlerinden oluşur. Geleneksel vadeli işlem fiyatlama modellerine dayanak varlığın taşıma maliyetlerinin  $cc$  eklenmesiyle oluşturulmuş bir modeldir. Model aşağıdaki denklemlerle gösterilmektedir.

$$F_{t,T} = S_t \exp [(r_f + cc)(T - t)] \quad (2.3)$$

$F_{t,T}$  vadeli sözleşmenin  $t$  zamanındaki değerini gösterirken,  $S_t$  spot fiyatı,  $r_f$  risksiz faiz oranını,  $cc$  ise taşıma maliyetlerini göstermektedir. Arbitraj fırsatının olmadığı koşullarda taşıma maliyeti modeli, vadeli işlem fiyatlarını genellikle doğru tahmin edememektedir. Literatürde modelin bu hali ile yeterli olmadığı görüldüğü için, fiyatları açıklayıcı başka bir değişken olan uygunluk getiri (convenience yield) kavramının da eklenmesi gerektiği belirtilmiştir. Uygunluk getirisi, emtiayı fiziksel olarak elde bulundurmanın faydalarını göstermektedir.

### 2.2.3 Depolama ve uygunluk getirisi teorileri

Emtiaların envanter seviyesine bağlılığını, depolama teorisiyle açıklayan ilk makale Kaldor(1939) tarafından yazılmıştır. Kaldor bu makalesinde esas olarak spekülasyon ve ekonomik durgunluk üzerinde durmuştur. Kaldor'a göre her ürün

spekölasyona konu olamaz. Bir ürünün spekülasyona konu olması için, etkin piyasa, yarı etkin piyasa veya düşük taşıma maliyetleri olmalıdır. Eğer bu koşullar yerine getirilmezse alım satıma konu olan dayanak varlıkların likiditesi düşük olacağı için spekülasyona konu olamazlar. Kaldor depolanacak ürünlerin şu dört özelliği sağlaması gerektiğini söylemektedir; ürün tamamen standartlaştırılabilir olmalı, genel olarak talep gören bir ürün olmalı, dayanaklı bir ürün olmalı ve oranlanabilir değerlere sahip olmalı. Bu son iki özellik taşıma maliyetlerini doğurmaktadır. Ancak net taşıma maliyetleri için ürünlerin getirileri de üçüncü önemli faktördür. Ürünleri elde tutmak yatırımcılarına piyasanın koşullarına göre pozitif veya negatif bir getiri sağlayabilir.

Eğer beklentiler kesin ise, beklenen fiyat ile spot fiyat arasındaki fark faiz getirilerinden ve taşıma maliyetlerinden oluşacaktır. Eğer beklentiler kesin değil ise beklenen fiyat ile spot fiyat arasındaki fark belirli bir risk primini de içermelidir. Belirsizlik ne kadar yüksek ise risk primi de o ölçüde artacaktır.

Holbrook Working (1949) yılında yayınladığı makalesinde depolamanın fiyatlandırılması üzerinde durmuştur. Dayanak varlığın iki farklı vadedeki fiyatlarının farklılığını taşıma maliyetleri ile açıklamaya çalışmıştır. Örneğin, mayıs ayı vadeli buğdayın fiyatı ile aralık ayı vadeli buğdayın fiyatı arasında, buğdayı mayıs ayından aralık ayına kadar depolamanın maliyeti kadar fark olduğunu söylemektedir. Dayanak varlığın farklı iki vadedeki fiyatları arasında bilinen ilişki, risklerden korunmak isteyen yatırımcıya dayanak varlığı depolamanın mı yoksa vadeli piyasalarda alım satım yaparak mı hedge yapmanın daha karlı olduğu temeline dayanır. Working'in makalesi yalnızca vadesi daha ileri tarihli olan sözleşmenin fiyatının daha yüksek olacağı varsayımını gözetmektedir. Gelecekle ilgili beklentilerin değişmediği koşullar varsayılmaktadır. Ancak emtialarda en önemli



sorun arz talep dengesinin sürekli olarak değişmesidir. Bu sebeple vadesi farklı olan iki sözleşmenin fiyatlarını, kesin olarak vadesi daha ileri de olan daha yüksektir gibi kabul edilemez.

Michael J. Brennan, *The supply of storage* (1958) adlı makalesinde depolamanın maliyetlerini, depolamanın arz ve talep dengesini incelemiştir. Ayrıca uygunluk getirisi (convenience yield) kavramını makalesinde tartışmıştır. Brennan'a göre her ürünün hisse senedi sahibine getiri veya bir fayda sağlamaktadır. Vadeli fiyat ile spot fiyat arasında, depolama maliyeti, faiz getirisi ve komisyon ücretlerinden uygunluk getirisinin çıkartılarak bulunmasıyla oluşan maliyetler vardır. Uygunluk getirisi elde tutulan hisse senetlerinin azalan bir fonksiyonu olarak nitelendirilebilir. Hisse senetleri az olduğu zaman marjinal uygunluk getirisi, depolamanın marjinal maliyetlerinden fazla olabilir. Bu durumda vadeli fiyatlar spot fiyatların altına düşecektir. Depolamanın arz fonksiyonunda fiyatları hesaplamadaki değişkenler; depolama maliyetleri, uygunluk getirisi ve risk primidir.

Orjinal hipotezde uygunluk getirisinin, envanter seviyesinin bir fonksiyonu olduğu ve envanter seviyesi arttıkça azalan bir getiri olduğu kabul edilmektedir. Bu hipotezi gerçek anlamda test etmek çok zordur çünkü emtialarda toplam envanter seviyesi tanımlanamamıştır. 1950'li yıllarda teknolojinin seviyesi göz önünde bulundurulduğunda, küresel ölçekte bakıldığında dünyadaki tüm envanterlerin tahmin edilememesi, ayrıca yerel fiyatların global düzeydeki üretimden olumlu veya olumsuz gibi etkiler bu hipotezi test etmede karşılaşılan en önemli zorluklardır.

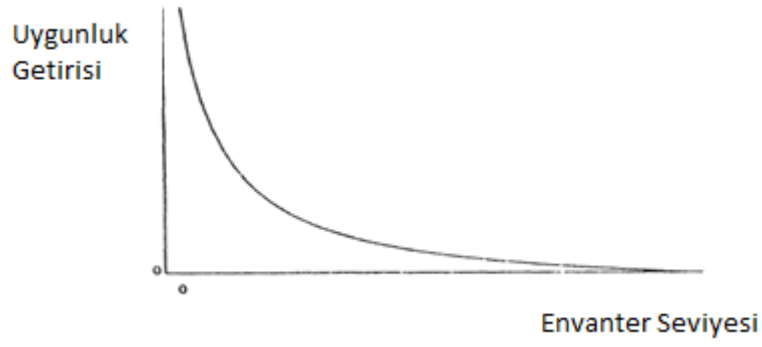
Eugene F. Fama ve Kenneth R. French *Business Cycles and the Behaviour of Metals Prices* (1988) isimli makalelerinde uygunluk getirisi hipotezinin çıkarımlarını test ettiler. Analiz sonuçlarına göre düşük envanter seviyesinde vadeli fiyatlar spot

fiyatlardan daha az volatilken (oynakken), envanter seviyesi yüksek olduğunda fiyatlar arasında volatillik bakımından fark bulunamamıştır.

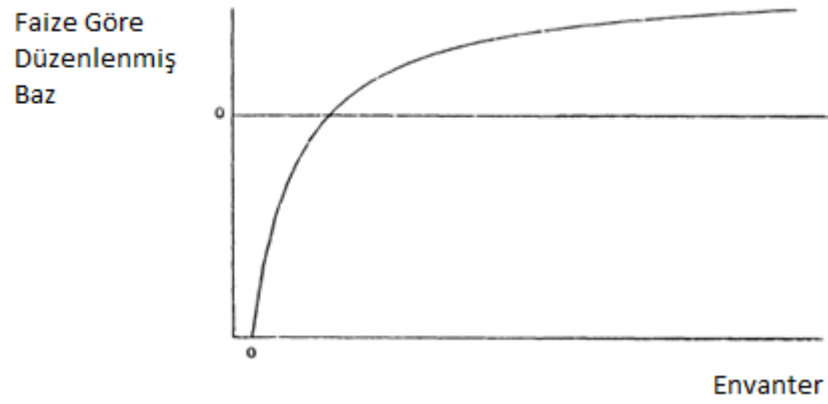
Faiz oranına göre düzenlenmiş baz riski, portföy sahiplerinin ekonomik aktivitelerden veya menkul kıymetlerin alım satımı sırasında karşılaştığı önemli risklerden birisidir. Faiz oranına duyarlı baz riski tanımı itibariyle, finansal kurumların piyasadaki faiz oranlarının değişimleri sonucunda portföylerinin değerinin azalmasıdır. Faiz oranları hisse senedi, tahvil ve emtia piyasalarındaki fiyat hareketlerini açıklamada çok önemli bir faktördür. Interest adjusted basis'e (faiz oranına göre düzenlenmiş baz) göre vadeli fiyatlar ile spot fiyatlar arasındaki ilişki aşağıdaki gibidir:

$$iab_{t,T} = cc - cy = \frac{1}{(T-t)} \ln \left( \frac{F_{t,T}}{S_t} \right) - r_f \quad (2.4)$$

Denklemin sağ tarafı, vadeli ve spot fiyat arasındaki fark ve risksiz faiz oranı 2.3 denkleminde elde edilmiştir. Denklemin sol tarafındaki  $cc$  ise vadeler arası taşıma maliyetlerini (cost of carry),  $cy$  ise vadeler arası uygunluk getirisini (convenience yield) göstermektedir. Uygunluk getirisi emtiaları depolamanın getirdiği faydaları açıklarken, faiz oranına göre düzenlenmiş bazın ( $iab$ 'nin) negatif değerleri için de açıklayıcı bir etkidir. Aşağıdaki figür envanter seviyesi ile uygunluk getirisi arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Envanter seviyesi arttıkça uygunluk getirisi azalmaktadır. İkinci figür ise envanter seviyesi ile faiz oranına göre düzenlenmiş baz arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Envanter seviyesi göreceli olarak daha az iken  $iab$  negatif değerler alırken, envanter seviyesi arttıkça  $iab$  pozitif değerlere ulaşmaktadır.



**Şekil 1 Envanter Seviyesi ile Göreceli Uygunluk Getirisi**



**Şekil 2 Envanter Seviyesi ile Faize Göre Düzenlenmiş Baz**

Sonuç olarak stok (envanter) seviyesi yüksekken; baz, emtianın depolama maliyetlerini de yansıtır. Stok seviyesi düşükken, emtia fiyatları gelecekte ulaşılacak ürünlerin teslimatının içerdiği risk primini de yansıtır.

Kıtlık, savaş gibi durumlarda spot fiyatlar vadeli fiyatlardan daha yüksek olmaktadır, çünkü emtiaların marjinal faydası bu gibi dönemlerde daha fazla olmaktadır. Burada spot fiyatlar ile uygunluk getirisi arasında pozitif bir korelasyon olduğu söylenebilir.

Arbitraj imkanının olmadığı basit emtia fiyatlandırma modelini yeniden düzenlendikten sonra, uygunluk getirisi spot fiyatın yüzdesi olarak açıklanabilir.

$$cy = \frac{-1}{T-t} \ln \left( \frac{F_{t,T}}{S_t} \right) + r_f + cc \quad (2.5)$$

### **2.3. Emtia Vadeli Fiyatlarının Hesaplanmasında Uygunluk Getirisi**

Bu bölümde uygunluk getirisinin vadeli işlem fiyatlarına etkisini inceleyen modeller tanıtılacaktır. Bu modelleri derinlemesine incelemek ve matematiksel modellerini detaylıca açıklamak yerine kısaca modellerin varsayımları ve modellerin temel sonuçları üzerinde durulacaktır.

#### **2.3.1. Emtia Vadeli İşlem Fiyatı modellerinin sınıflandırılması**

Modeller faktör sayısına göre sınıflandırıldığında tek faktörlü modellerden üç faktörlü modellere kadar çok fazla sayıda model geliştirilmiş ve test edilmiştir. En temel model olarak, emtia fiyatlarının ortalamaya yakınsama sürecine uygunluğuna dayandırılan modeller gözükmemektedir. Ortalamaya yakınsama genellikle hisse senetleri için kullanılsa da, bütün finansal varlıklara uygulamak mümkündür. Bu varsayım, finansal varlıkların düşük veya yüksek fiyatlarının geçici olduğu ve fiyat hareketlerinin zaman içerisinde averaj fiyata yakınsayacağı temeline dayanır. Bu modellerin sonucunda fiyat hareketlerinin tutarlılığının stokastik dinamik süreçlere uygunluğu incelendiğinde, arbitraj fırsatının olmadığı koşullarda fiyat hareketlerinin tutarlılığının yeterli olmadığı ortaya çıkmıştır. Uygunluk getirisi modelleri açısından tek faktörlü modellerin temeli olarak Gibson ve Schwarz (1990) kabul edilir. Model, tek faktörlü modellere dayanak oluştururken, emtia fiyatlarının logaritmasının

Ornstein-Uhlenbeck sürecine göre hareket ettiği belirtilmiştir. Schwarz ilerleyen yıllarda bu modele üçüncü stokastik değişken olan anlık ortalamaya yakınsama olasılıksal faizini eklemiştir.

Petrol fiyatlarındaki uygunluk getirisini tahmin edebilmek için Gibson ve Schwarz (1990) emtia fiyatlarının normal risk dinamiklerine (*risk neutral dynamics*) dayalı 2 faktörlü modellerini geliştirmişlerdir. Bu modele göre spot fiyat hareketleri Brownian motion'a göre ve büyüme oranı stokastik olarak düzeltilmiştir. Modelde faiz oranı  $r_f$ , normal risk düzeyindeki vadeli fiyatlarını tahmin etmede belirleyicidir. Test sonucunda 2 faktörlü model kısa vadeli sözleşmelerin fiyatlarını tahmin etmede oldukça başarılı olsa da uzun vadeli sözleşmelerde tahminler sapmalar gösterdiği için yanıltıcı olmaktadır.

Emtia vadelerini fiyatlamada Casassus ve Collin-Dufrense(2004) üç faktörlü Gaussian modelini geliştirmişlerdir. Bu modelde uygunluk getirisi spot fiyat ve faiz oranlarına bağımlı bir değişken olarak tanımlanmıştır. Faiz oranları bundan önce geliştirilen modellerde sıfır varsayılmaktaydı. Bu modelde ise üç faktörün birden emtianın fiyatını açıkladığı savı öne sürülmüştür. Modelin test sonuçları ise şu şekilde sıralanabilir:

- Ara mal olarak kullanılan emtialarda, nihai ürün olarak kullanılacak emtialara kıyasla uygunluk getirisi spot fiyata daha bağımlıdır.
- Modeldeki ortalama hata sonuçları fiyatı daha oynak olan emtialar için daha fazla olmaktadır.
- Emtialara dayalı portföyler 5 yıldan daha uzun süre elde tutulduğunda bu portföylerin VAR(Value at Risk)'ı, eski modellere göre %50 daha azdır.

- Asli değerli opsiyon fiyatlamada uygunluk getirisini hesaplarırken hata yapma olasılığı geleneksel modellere göre %30 daha fazla olmaktadır.

Hilliard ve Reis (1998)'in modeli, spot fiyat sürecini ve faiz oranı vade modelini kullanarak piyasada oluşun faiz riskini ortadan kaldırmıştır.

### 2.3.2. Vade Yapısal Uygunluk Getirisi

Emtiaların yapısal özelliklerinden en önemlisi mevsimsellik göstermeleridir. Mevsimsellik etkisini gözlemek, emtiaların vadeli işlem fiyatları spot fiyatlara kıyasla daha fazla bilgi içerdiklerinden daha zordur. Mevsimsellik spot fiyatlarda daha rahat gözlenebilmektedir. Vade yapısal modelleri Heath, Jarrow ve Morton'ın (1992) modeline dayandırılır. En önemli vade yapısal modellerinden olan Sorenson(2002) modelinde mevsimsellik parametrelerini zaman serileri analizleri ve kesitsel veri analizleri ile tahmin etmiştir.

Sorenson modelinde emtia fiyatlarının dinamiklerini üç ana başlığa ayırmıştır:

- Deterministik mevsim bileşeni (mevsimsel frekansların trigonometric fonksiyonları ile modellendirilmiştir.)
- Durağan olmayan durum değişkeni (Black&Scholes(1973) opsiyon fiyatlama modeline göre modellenmiştir.)
- Durağan durum değişkeni (Ornstein-Uhlenbeck süreci mean reversion'ı tahmin edebilmek için kullanılmıştır.)

Yukarıda açıklanan modeller olasılıksal süreçlere dayandırılan, matematiksel modellerle fiyat hareketlerini incelemeye ve gelecekte oluşacak fiyatları tahmin etmeye çalışmıştır. Modellerin sonuçları fiyatların vade yapısının tahmin edilmesi

konusunda oldukça başarılı olmuştur, ancak uygunluk getirisinin esas düşüncesi olan fiziksel varlığı elde tutmayı ve ekonomik faktörleri göz ardı etmiştir.

### 2.3.3. Opsiyon Değeri Olarak Uygunluk Getirisi

Emtia fiyatları üzerindeki ekonomik faktörleri gözetenek, opsiyon fiyatlamaya dayandırılan modeller ise; Heinkel, How, Hughes(1990), Milonas ve Thomadakis(1990), Litzenberger ve Rabinowitz(1995)'in modelleridir. Uygunluk getirisinin, bir opsiyonu elde tutarak veya elde çıkarılması düşüncesi üzerine geliştirilmiş modellerdir.

Uygunluk getirisinin tahmin edilmesinde Heaney(2002) opsiyon fiyatlama modellerine benzer bir yaklaşımı benimseyerek modelini geliştirmiştir. Opsiyon fiyatlamayı temel alan modellerde bazı kısıtlamalar olsa da yatırımcı, emtiayı hem fiziksel olarak hem de sözleşme olarak elinde bulundurma ve satma hakkına sahiptir.

Bu model mevsimsellik gösteren emtialardaki negatif baz etkisini açıklamak için geliştirilmiştir. Heinkel, Howe ve Hughes(1990)'ın bu modelinde üç farklı tarih (iki periyotlu model) vardır.

Periyot 1:  $t \Rightarrow \tau$ , Periyot 2 :  $\tau \Rightarrow T$

İlk periyotta yatırımcı piyasayı inceler,  $\tau$  anında kişisel görüşlerini, piyasa izlenimleriyle birleştirerek piyasanın bir sonraki periyotta nasıl hareket göstereceğini tahmin etmeye çalışır. Emtia bütün zaman aralıklarında alınıp satılabilir durumdadır ve stok (envanter) seviyesi tatmin edici seviyelerdedir. Vadeli işlem sözleşmesi ise  $t$  anında  $T$  vadeli olarak işlem görmektedir. Yatırımcı, kararlarını karını maksimum yapabilmek üzere verir ve vadeli işlem sözleşmesinde uzun pozisyon alır ayrıca fiziksel emtiayı da stoklamaya başlar.  $t$  tarihinden itibaren  $\tau$  vadesine kadar envanteri

elinde bulunduran yatırımcı, opsiyon piyasasında long put pozisyonu alır.  $t$  anında opsiyonun fiyatı,  $\tau$  anına kadar fiziksel emtiayı depolamanın maliyeti kadardır. Kalan vadenin ortanca günü gerçekleşen spot fiyat  $S_\tau$ , emtia piyasasının davranışlarını, ekonomik gelişmeleri, arz ve talep dengesinin  $t \Rightarrow \tau$  zamanına kadar ki etkilerini gösterir.  $E[S_T]$ , T günündeki normal risk düzeyindeki beklenen spot fiyatı gösterir.  $\tau$  anında yatırımcı şu opsiyona sahiptir;  $S_\tau$  seviyesinde emtiayı elinde tutmayı sürdürebilir, ya da  $S_\tau$  fiyatından satabilir. Bu opsiyonun ödemesi ve uygunluk getirisi aşağıdaki gibi olacaktır:

$$Uygunluk\ Getirisi = MAX(0, S_\tau - E[S_T])$$

Eğer ödeme pozitif ise yatırımcı emtiayı,  $\tau$  anında  $S_\tau$  fiyatından elinden çıkartacaktır. Diğer yandan, ödeme 0 veya negatif ise yatırımcı emtiayı satmayacaktır. Negatif bir değer, piyasada beklenmeyen bir talebin öncü göstergesidir. Beklentiler gerçekleşirse yatırımcı envanteri vade sonunda elinden çıkartır ve kar elde eder. Eğer talepte bir artış meydana gelmezse,  $t$  anında satın aldığı sözleşmeyi T anında satar. Yatırımcı için bu alım satım stratejisi, fiziksel emtiayı elde tutup, aynı zamanda vadeli işlem sözleşmesinde uzun pozisyon olarak yapay call opsiyon elde etmesine denk gelir.

Bu modelde, risksiz faiz oranı ve taşıma maliyetleri 0 olarak kabul edilmiştir. Bu nedenle model bağımlı değişkeni açıklamakta yetersiz kalmıştır.



## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### AMPİRİK ÇALIŞMA

#### 3.1. Çalışmanın Amacı

Önceki bölümlerde emtia vadeli işlem fiyatlarının modellenmesi alanında yapılmış çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda, modellerin bazı varsayımlar altında çalıştığı, ancak yanlış tahminlerde buldukları ve vadeli işlem fiyatını açıklamada yetersiz kaldıkları belirtilmiştir.

Emtia vadeli fiyatlarının modellenmesi hem akademisyenleri hem de piyasa profesyonellerini ilgilendiren bir konudur. Emtia vadelilerini diğer finansal varlıklardan ayıran en önemli özellik içerdiği uygunluk getirisi kavramıdır.

Emtia fiyatları özellikle üreticiler açısından hayati bir önem taşımaktadır. Üretim girdisi olarak kullanılan emtiaların fiyatlarının dalgalanması ve fiyatların önceden öngörülememesi firmaların planlamalarını ve karlılıklarını olumsuz yönde etkilemektedir. Üretim maliyetlerini doğru planlamak irili ufaklı bütün firmalar için bir zorunluluk haline gelmiştir.

Bu çalışmada üreticilerin ve yatırımcıların karar aşamasında, emtiaların vadeli işlem fiyatlarını, hem ekonomik koşulları göz önünde bulundurarak hem de emtiaların içsel özelliklerini dikkate alarak, diğer modellere kıyasla yansız ve tutarlı tahminler yapabilmesi bu çalışmanın amacını kapsamaktadır.

Bu çalışmanın, aynı modele dayandırılan önceki çalışmalardan en önemli farkı, 2000 sonrası başta FED ve diğer büyük merkez bankalarının parasal genişlemeye gittikleri dönemdeki emtia fiyatlarının tahmin edilecek olmasıdır. Parasal genişleme dönemlerinde faiz oranlarının aşağı yönlü hareketi sonucunda emtialar yatırımcılar için çok önemli enstrümanlar haline gelmiştir. Ayrıca modelin, iki farklı varyans modeline göre incelenecek olması modele yeni bir bakış açısı getirmektedir.

### **3.2. Model**

Çalışmada, Heaney'nin "Emtia vadeli işlem fiyatlamada uygunluk getirisi yaklaşımı" baz alınarak bir model oluşturulmuştur. Model oluşturulurken Heaney'in modelinde kullandığı spot ve vadeli fiyatların 20 günlük getirilerinden oluşturulmuş varyans serilerinin yanında emtiaların spot ve vadeli fiyat getirileri için ayrı ayrı GARCH modelleri kurulmuştur. Bu kapsamda Heaney'in modeli uygulanırken kullanılan varyans modelinin anlamlılığı da test edilmiş olacaktır.

Test edilecek modelde Heaney alım satım stratejisi uygulanmaktadır. Bu model Heinkel, Howe ve Hughes(1990) ve Milonas ve Thomadakis(1997a, 1997b) modellerinin farklılaştırılmasıyla oluşturulmuş bir modeldir.

Bu iki makalede de üretimci, emtiayı alıp vade sonuna kadar depolama ve vadeli işlem sözleşmesi alıp vade sonuna kadar elinde tutma seçeneklerine sahiptir. Bu modellerdeki katı varsayımlara karşılık Heaney'nin modelinde emtia alıcısı karını yeterli gördüğü noktada elindeki envanteri satma hakkına sahiptir. Bu iki modele benzer bir durumu, Litzenberger ve Rabinowitz iki periyotlu modellerinde tartışmışlardır.

Heaney'in modeli yatırımcıların kusursuz bir öngörü yaptığını varsayar. Gerçek hayatta kusursuz öngörü yapmak imkansız ancak, elde edilecek kar sınırlar içerisinde maksimum yapmak mümkündür. Olası maksimum kar sadece üç değişkene bağlıdır; dayanak varlığın spot fiyatının oynaklığı (volatilitesi), vadeli fiyatının oynaklığı, ve vadeli işlem sözleşmesinin vadesinin dolmasına kalan süredir.

Heaney'in uygunluk getirisi değerlemesi modeli esas olarak, Longstaff (1995) tarafından geliştirilen modele dayanmaktadır. Longstaff'ın modelinde yatırımcı iki ay süreyle sahip olduğu varlığı elinde tutmak zorundadır. Bu zaman dilimi içerisinde dayanak varlığın fiyatı maksimum seviyesinden aşağı yönlü hareket edebileceği gibi minimum seviyesinden de yukarıya çıkabileceği için yatırımcının özgürlük alanı daralmaktadır. Yatırımcının piyasaya dair öngöruları kuvvetli ise karını maksimum edeceğine inandığı seviyede alım satımını gerçekleştirerek pozisyonunu kapatabilir. Vade sonuna kadar ise, nakit olarak bulunan parayı risksiz varlıklarda değerlendirebilir. Bu alım satım stratejisi öngörüsü kusursuz yatırımcılara ekstra bir değer atfetmektedir.

### **3.2.1 Alım Satım Stratejisi İçin Üst Sınır**

Herhangi bir dayanak varlık için  $V$  spot fiyat veya 0 zamanındaki fiyat olarak varsayılmaktadır.  $V$ , geometric Brownian Motion ve risk neutral dinamikleri aşağıdaki gibi içeren bir stokastik olduğu varsayılmaktadır:

$$dV = MVdt + \sigma VdZ \quad (3.1.1)$$

$M$ ,  $\sigma$  ve  $Z$  standart Wiener Process(süreç) için o dönem içerisinde geçerli olan sabitlerdir. Ayrıca risksiz faiz oranı  $r$  sabit kabul edilmiştir.

$t=0$  anından  $T$  anına kadar varlığı portföyünde bulundurmak zorunda olan yatırımcı için bu varlığın değeri,  $V_T$ 'nin nakit akışlarının bugünkü değeridir. Piyasa öngörüsü kusursuz olan bir yatırımcı ise portföyünü vade sonuna kadar taşımak yerine, karını maksimize edebileceğine inandığı anda pozisyonunu kapatacaktır.  $M_T$  yatırımcının portföyünü sattığı zamanki (pozisyonlarını kapattığında) değeri olarak kabul edilirse

$$M_T = \max_{0 \leq \tau \leq T} (e^{r(T-\tau)} V_F) \quad (3.1.2)$$

olacaktır. Bu varsayım elbette dayanak varlığın ikincil piyasasının etkin olmasıyla gerçekleşecektir. İkincil piyasasının olması yatırımcıya, karını maksimize edebileceği noktada pozisyonunu kapatıp kalan sürede risksiz varlıklardan gelir elde etmesini sağlayacaktır.

Yatırımcının maksimum kazancı ve zararı, kendisinin piyasa öngörüsünden  $\text{MAX}(0, M_T - V_T)$  kaynaklanacaktır. Çünkü,  $M_T > V_T$  alım satım stratejisi TS her zaman asli değerli (in the money) opsiyon ödemesi olacaktır.

$$TS_{V_t, (T-t)} = \exp[-r_f(T-t)] E(M_T) - \exp[-r_f(T-t)] E(V_T) \quad (3.1.3)$$

Bu alım satım stratejisi  $TS_{V_t, (T-t)}$ , emtianın o anki  $V_t$  ve vadeye kalan süresinin  $(T-t)$ , beklenen değerleri  $E(M_T)$ 'nin bugünkü değeri ve spot fiyatın vade günündeki değerinin bugünkü değerinden farkını göstermektedir. Beklenen değerler, dayanak varlık olan emtianın  $V$  fiyatının risk neutral dinamikler gözetilerek Brownian processe göre fonksiyonudur (Harrison(1985)).

Bu bilgiler ışığında modeli yeniden düzenlenirse alım satım stratejisi (TS);

$$TS_{V_t,(T-t)} = V_t \left( 2 + \frac{\sigma_{V_t}^2(T-t)}{2} \right) N \left( \frac{\sqrt{\sigma_{V_t}^2(T-t)}}{2} \right) + V_t \sqrt{\frac{\sigma_{V_t}^2(T-t)}{2\pi}} \exp \left( -\frac{\sigma_{V_t}^2(T-t)}{8} \right) - V_t \quad (3.1.4)$$

$N(\cdot)$  kümülatif normal dağılımı gösterirken,  $\sigma^2$  emtia fiyatlarının getirilerinin oynaklığını göstermektedir. Denklemin iki tarafı birden  $V_t$  ile bölünüp, logaritmaları alındığında tahminin üst sınırı olan  $ts_{V_t,(T-t)}$ 'ye ulaşılır.

$$ts_{V_t,(T-t)} = \ln \left[ 1 + \frac{TS_{V_t,(T-t)}}{V_t} \right] = \ln \left\{ \left[ 2 + \frac{\sigma_{V_t}^2(T-t)}{2} \right] N \left[ \frac{\sqrt{\sigma_{V_t}^2(T-t)}}{2} \right] + \sqrt{\frac{\sigma_{V_t}^2(T-t)}{2\pi}} \exp \left[ -\frac{\sigma_{V_t}^2(T-t)}{8} \right] \right\} \quad (3.1.5)$$

3.1.5 numaralı denklem, fiyat oynaklığı bilinen ve fiyat hareketleri geometrik Brownian Motion stokastik sürece uygun olan bütün varlıkları/emtiaların alım satım stratejisini değerlemede kullanılabilir. İki farklı stratejinin üst sınırları kıyaslanarak, hangisinin daha karlı olduğu belirlenebilir. Heaney fiziksel emtiayı  $ts_{S_t,(T-t)}$  ( $S_t$  emtianın spot fiyatı) (T-t) süresince elde tutmanın potansiyel değerini aşağıdaki gibi formüle eder:

$$ts_{S_t,(T-t)} = \ln \left\{ \left[ 2 + \frac{\sigma_{S_t}^2(T-t)}{2} \right] N \left[ \frac{\sqrt{\sigma_{S_t}^2(T-t)}}{2} \right] + \sqrt{\frac{\sigma_{S_t}^2(T-t)}{2\pi}} \exp \left[ -\frac{\sigma_{S_t}^2(T-t)}{8} \right] \right\} \quad (3.2.1)$$

ve vadeli işlem sözleşmesini vade sonuna kadar (T)  $ts_{F_{t,T}(T-t)}$  ( $F_{t,T}$  vadeli işlem sözleşmesinin kullanım fiyatı)

$$ts_{F_{t,T}(T-t)} = \ln \left\{ \left[ 2 + \frac{\sigma_{F_{t,T}}^2(T-t)}{2} \right] N \left[ \frac{\sqrt{\sigma_{F_{t,T}}^2(T-t)}}{2} \right] + \sqrt{\frac{\sigma_{F_{t,T}}^2(T-t)}{2\pi}} \exp \left[ -\frac{\sigma_{F_{t,T}}^2(T-t)}{8} \right] \right\} \quad (3.2.2)$$

Bu kıyaslamamanın sonucu; fiziksel emtiayı taşımanın vadeli işlem sözleşmesini taşımadan farkını ortaya koymaktadır. Bu fark aynı zamanda uygunluk getirisi(cy) kavramını da ifade eder.

$$cy = tS_{St,(T-t)} - tS_{Ft,T(T-t)} \quad (3.2.3.)$$

### 3.3. Veriler

Bu bölümde Heaney'in uygunluk getirisi yaklaşımı metaller üzerinde test edilecektir. Bölüm endüstriyel ve değerli metaller olmak üzere iki farklı grupta incelenecektir. Bu metallerin spesifik özelliklerinin yanısıra, finansal piyasalardaki fiyat hareketlerinin genel yorumları ve fiyat hareketlerinin 2000-2012 yılları arasındaki görüntüleri finansal piyasadaki etkenlerle açıklanmaya çalışılacaktır.

Uygunluk getirisi yaklaşımı ile tahmin edilecek emtialar, mevsimselliğe diğer emtialara kıyasla daha az bağımlı olan endüstriyel ve kıymetli madenler arasından seçilecektir.

Heaney modelinde 1975-2000 yılları arasındaki endüstriyel metallerin spot ve vadeli fiyatlarını kullanmıştır. Ancak 2000'li yıllardan itibaren başta Amerika Merkez Bankası (FED) ve Japonya Merkez Bankası (BOJ) olmak üzere diğer büyük merkez bankaları küresel ekonomideki kırılganlıklar sebebiyle faiz oranlarını düşük seviyelerde tutup, yatırımcıları ve işletmeleri daha fazla yatırım yapmaya, tüketicileri ise tüketime teşvik etme çabalarında olmuştur. Merkez bankalarının bu yaklaşımı 2008 yılında başlayan küresel krizle birlikte parasal genişleme politikaları adı altında yürütülmüştür. Amerika Merkez Bankası 2009 yılında 300 milyar dolar, 2010 yılında 600 milyar dolar, 2012 yılında ise aylık 40 milyar dolarlık parasal genişleme yaptığını duyurmuştur. Bu politikalara Avrupa Merkez Bankası da Eurozone'da kullanılmak üzere katılmıştır.

Borçlanma maliyetlerinin çok düşük olması, emtia piyasası oyuncuları tarafından da değerlendirilmiştir. Bu dönem içerisinde emtialar, spekülâtif hareketlere de maruz kalmıştır. Bu nedenle verilerin inceleneceği dönem içerisinde emtiaların oynaklıkları çok yükselmiştir. Bundan dolayı çalışmayı benzer çalışmalardan ayıran en önemli özelliklerden birisi de veri setinin kapsadığı dönemin karakteristik özelliğidir.

Kıymetli metaller ile endüstriyel metaller bir anlamda küresel ekonominin öncü göstergeleri olarak nitelendirilebilir. Bu nedenle tarımsal emtialar veya canlı hayvan eti gibi emtialar yerine bu metallerin uygunluk getirisi incelenmiştir.

### **3.3.1. Dayanak Varlıklar**

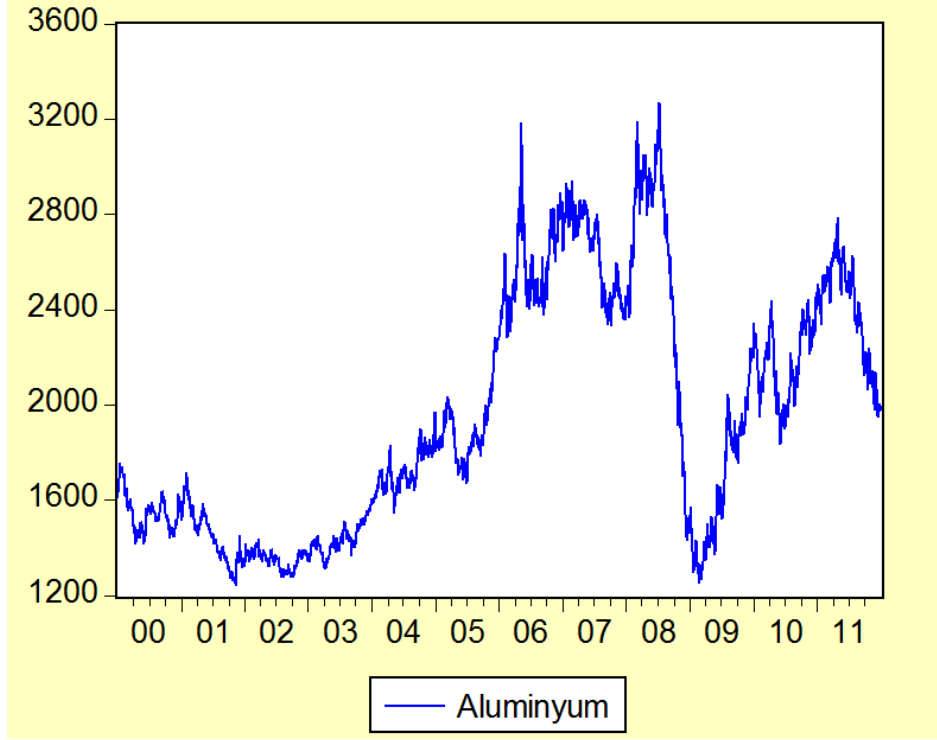
Gelişen ve küreselleşen dünyada sanayiler çok büyük bir önem taşıyor. Metaller sanayilerin üretimi için en önemli girdilerindendir. Küresel ekonominin büyüme dönemlerinde metallerin fiyatlarında yukarı yönlü bir hareket sergilenmekte iken, büyümenin yavaşladığı, durgunluğun olduğu dönemlerde ise küresel talep miktarı azaldığı için metallerin fiyatları aşağı yönlü olmaktadır. Bu gibi dönemlerde yatırımcılar metalleri stoklarında tutmayı tercih edebilmektedir. Bu nedenle metallerin vadeli işlem sözleşmelerini fiyatlandırma modellerinde uygunluk getirisini test etmek rasyonel bir davranış olacaktır. Metalleri genel olarak ikiye ayırabiliriz. Sanayide üretim amaçlı kullanılan endüstriyel metaller ve para birimi gibi gösterilen, kullanım alanları çok geniş olan kıymetli metaller.

### **3.3.1.1 Endüstriyel Metaller**

#### **Alüminyum**

Doğada genellikle boksit cevheri olarak bulunan alüminyum, oksidasyona karşı üstün direnci ile bilinen bir metaldir. Endüstrinin pek çok kolunda milyonlarca farklı ürünün yapımında kullanılmakta olan alüminyumun dünya ekonomisi içinde çok önemli bir yeri vardır. Alüminyumdan üretilmiş yapısal bileşenler uzay ve havacılık sanayii için vazgeçilmez yapıtaşlarıdır. Hafif ve yüksek dayanıklılık özellikleri gerektiren taşımacılık ve inşaat sektörlerinde geniş kullanım alanı bulur. Alüminyumun ticari olarak üretiminin üzerinden 100 yıldan biraz fazla geçmesine rağmen teknolojinin hızla ilerlemesi ile alüminyumun endüstrinin değişik kollarında çok önemli bir girdi olarak gözükmektedir. Alüminyum kolay soğuyup ısıyı emen bir metal olması sebebiyle soğutma sanayisinde kendisine geniş bir yer bulmaktadır. Bakırdan ucuz ve daha çok bulunması, işleminin daha kolay ve yumuşak olması kullanım alanlarını genişlemede önemli faktörlerdir. Dayanak varlığın vadeli işlem sözleşmesi fiyatları LME'den alınmıştır.

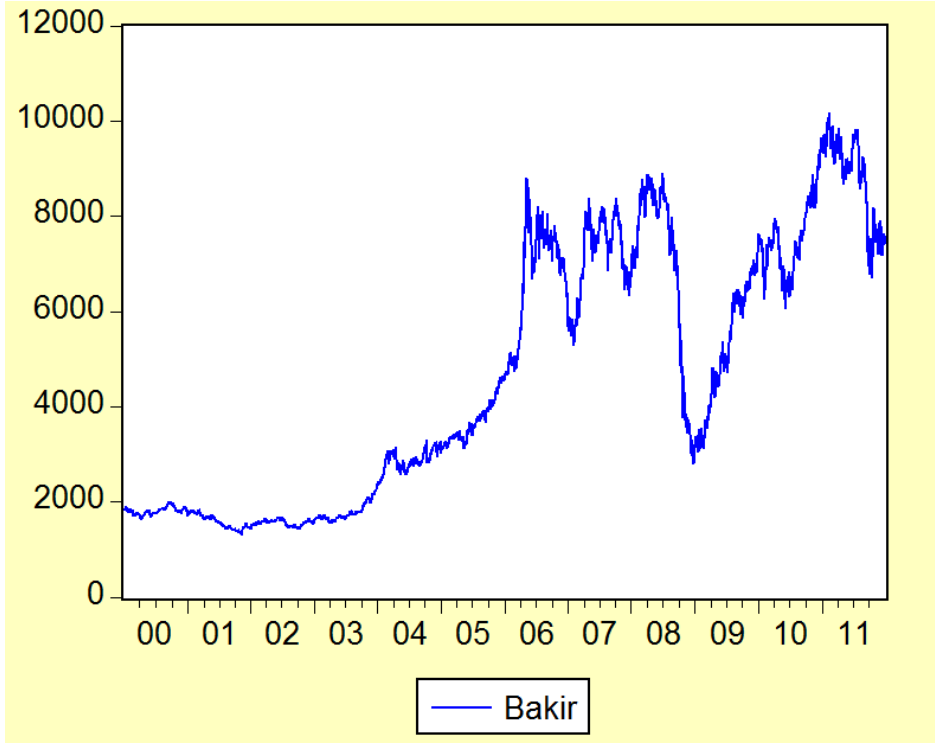




**Şekil 3 2000-2011 yılları arasındaki Alüminyum Spot Fiyatı**

### **Bakır**

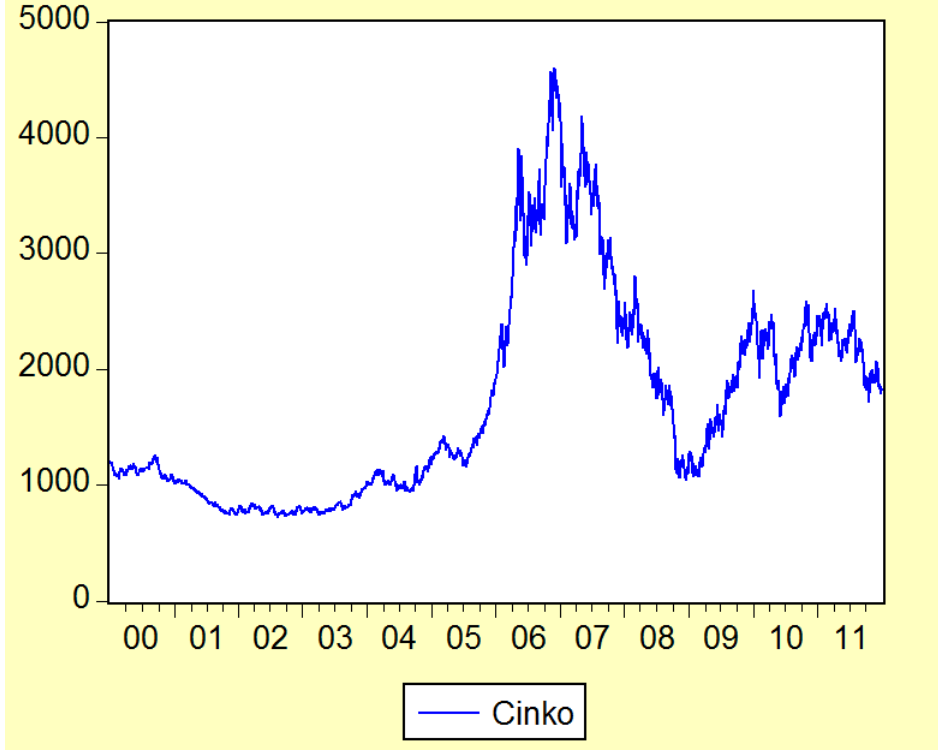
Bakır, endüstrinin en çok kullandığı metal türlerindedir. Bakırın en önemli özelliği, dünyanın bütün bölgelerinde bulunması sebebiyle çok geniş ölçüde üretiminin yapılabilmesi, elektriği diğer metallere göre çok daha iyi iletebilmesi ve endüstriyel önemi yüksek pirinç ve bronz gibi alaşımlar yapmasıdır. Bakır fiyatları bu sebeplerden dolayı küresel ekonomi için çok önemli bir öncü gösterge olarak yorumlanabilir. Bakırın başlıca kullanım alanları ise, termik, hidrolik ve nükleer enerji santrallerinde üretilen elektrik enerjisinin uzun mesafelere taşınmasında kullanılır. Bakırın inşaatlarda beton, kiriş ve yüzeylerin güçlendirilmesinde kullanılmasından dolayı inşaat sektörü için çok önemli bir yere sahiptir. Ayrıca bakır ulaşım, kimya ve kuyumculuk sektörlerinde de kullanımı yaygın bir elementtir. Dayanak varlığın vadeli işlem sözleşmesi fiyatları LME'den alınmıştır.



**Şekil 4 2000-2011 yılları arasındaki Bakır Spot Fiyatı**

## **Çinko**

Çinko dünyada kullanım açısından demir, alüminyum ve bakırdan sonra gelen çok önemli bir metaldir. Çinkonun en önemli özelliği düşük kaynama sıcaklığıdır. Çinkonun 120°C'de şekillendirilebilir olması çinkoya pirometalurjik metal üretiminde asli bir görev yüklemektedir. Çinko, korozyondan korunmak için çelik gibi metallerin galvanize edilmesinde, alaşımların oluşturulmasında ve otomotiv sektöründe döküm kalıplarının yapımında kullanılır. Dayanak varlığın vadeli işlem sözleşmesi fiyatları LME'den alınmıştır.



**Şekil 5 2000-2011 yılları arasındaki Çinko Spot Fiyatı**

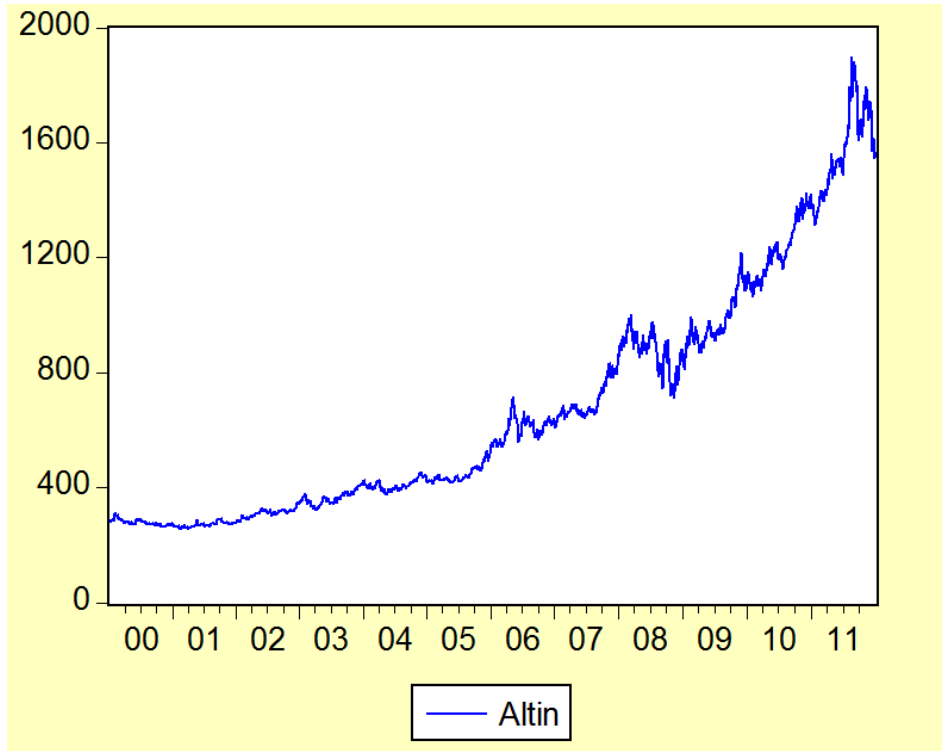
### 3.3.1.2 Değerli Metaller

#### Altın

Altın ilkçağlardan itibaren insanların dikkatini çeken, asitlere karşı dayanıklı, doğada serbest halde bulunabilen ve kolay işlenebilen bir metaldir. Kimyasal tepkimelere kolay kolay girmedeği için altın paslanmaz, kararmaz veya donuklaşmaz. Altın bütün bu özellikleriyle tarih boyunca en kıymetli madenlerden sayılmıştır. Altın değerli metal olarak kullanılmasının yanısıra tarih boyunca değişik dönemlerde para olarak da kabul edilmiştir. Altının en önemli kullanım alanı kuyumculuk sektörüdür, lüks kullanım için özellikle tercih edilen metallere dendir. Kuyumculuk sektöründe altının diğer bazı metallerle (gümüş, bakır, paladyum ve platin) olan alışmaları da kullanılmaktadır. Sanayilerde ise altının kullanım alanı, elektriğin iletimini

sağlamaktır. Altının en büyük talebi Hindistan'dan yaz dönemlerinde düşünlerde takı olarak takmak için gelmekteyken, bir diğer talep ise merkez bankalarından gelmektedir. Son yıllarda merkez bankaları doların fiyat oynaklığından(ABD Merkez Bankası FED'in para politikalarının etkilerinden) korunmak için rezervlerini çeşitlendirmeye başlamışlardır ve Amerikan dolarının yanısıra altın olarak da tutmaya başlamışlardır.

Altın için vadeli işlem sözleşmelerinden Generic 1st 'GC' Future tercih edilmiştir. Sözleşme Comex'te işlem görmektedir, kontrat büyüklüğü 100 troy oz'dur. Aşağıda altının spot fiyat hareketini gösteren grafik bulunmaktadır.

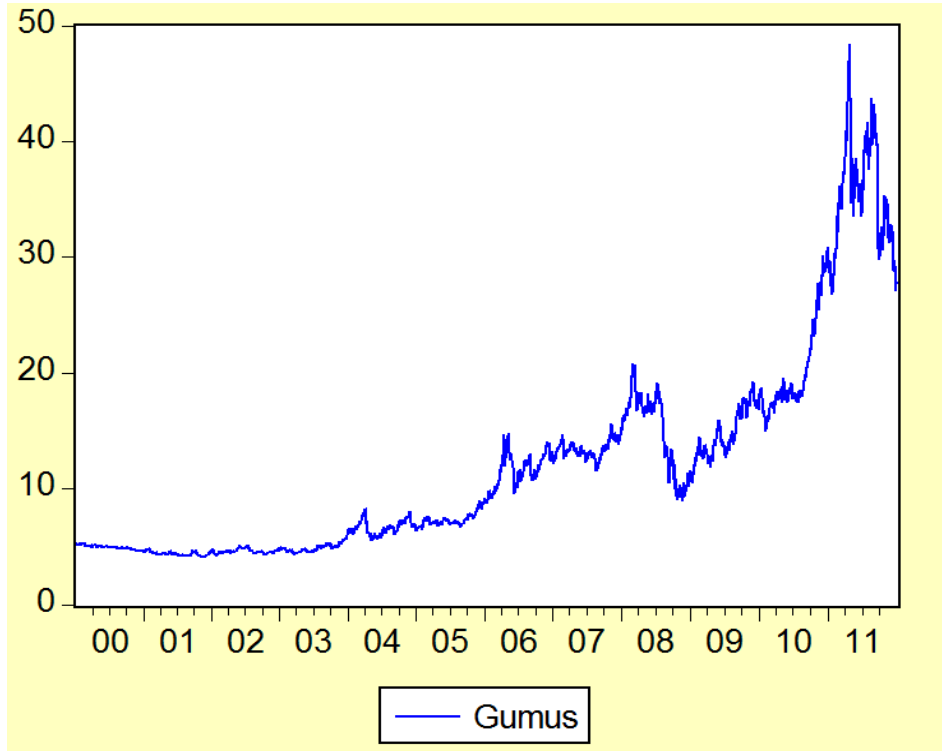


**Şekil 6 2000-2011 yılları arasındaki Altın Spot Fiyatı**

## Gümüş

Gümüş, ışığı yansıtan, kolay şekillendirilebilen bir metaldir. Son yıllarda altının fiyatının çok yüksek düzeylere çıkmasıyla birlikte yatırımcılar başka bir değerli metal olan gümüşe yönelmeye başlamışlardır. Gümüş, elektrik ve ısıyı çok iyi iletir, ancak artan gümüş fiyatları sanayide transfer işlemleri için gümüşün kullanımını sınırlandırmıştır. Gümüşün başlıca kullanım alanları fotoğraf sanayi, elektronik eşya, süs eşyası ve takı yapımında, ayrıca dişçilikte kullanılmaktadır.

Gümüş için vadeli işlem sözleşmelerinden Commodity Exchange Inc.'de işlem gören Generic 1st 'SI' Future tercih edilmiştir. Sözleşmenin kontrat büyüklüğü 5000 troy oz.dur. Aşağıda gümüşün spot fiyat hareketlerini gösteren bir grafik bulunmaktadır.

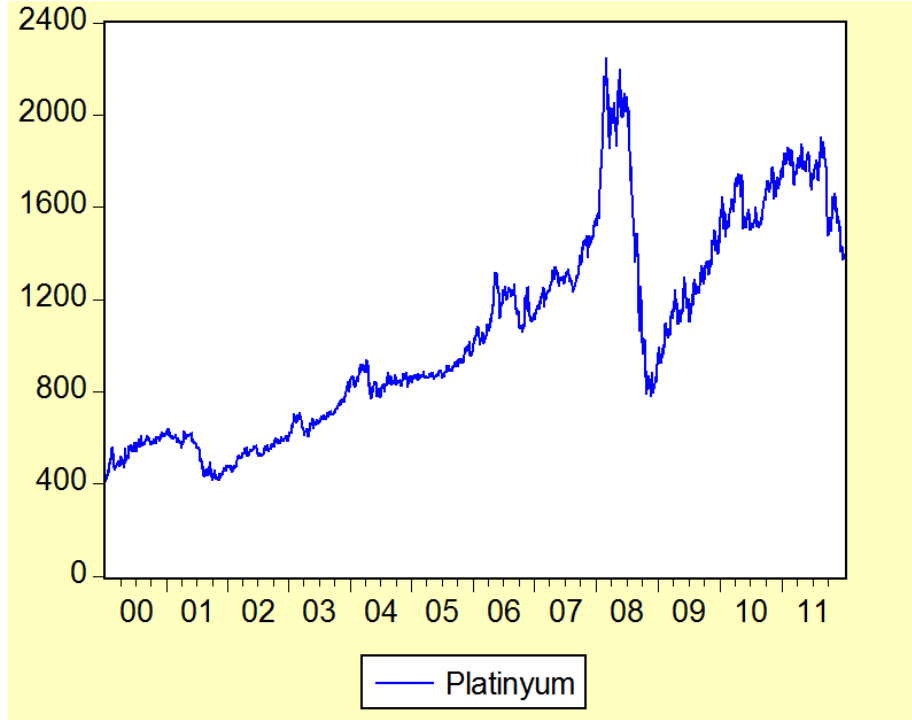


**Şekil 7 2000-2011 yılları arasındaki Alüminyum Spot Fiyatı**

## Platinyum

Platinyum, yüksek aşınma ve kararma direncinden ötürü ideal bir hassas kuyumculuk metalidir. Platin kimyasallara karşı yüksek direnç gösterirken, hiçbir sıcaklıkta paslanmaz. Dünyadaki en nadir bulunan elementlerden biri olduğu için platinin fiyatı çok yüksektir. Platin, laboratuvarlarda bozulmaya dayanıklı gereçlerin ve tellerin yapımında kullanılır, ayrıca kuyumculuk sektörünün önemli elementlerinden bir tanesidir. Diğer kullanım alanları ise dişçilik sanayi ve uçakların ve arabaların elektrik kontaklarıdır.

Platinyum için vadeli işlem sözleşmelerinden New York Mercantile Exchange'de işlem gören Generic 1st 'PL' Future sözleşmesi seçilmiştir. Bu sözleşmede kontrat büyüklüğü 50 troy oz.dur. Platinyumun spot fiyatının grafiği aşağıdadır.



Şekil 8 2000-2011 yılları arasındaki Platinyum Spot Fiyatı

### 3.4. Analiz

Çalışmada paket program olarak tek bir program kullanılmak yerine, Gretl ve E-views programları birlikte kullanılmıştır. İki paket programın birbirine karşı, kullanım ve güncel modelleri içermesi farklılıkları mevcuttur. Bu nedenle iki program üzerinde çalışılmıştır.

Yatırımcı  $t$  gününde karar verme aşamasındadır ve iki farklı stratejisi vardır. İlk stratejide, fiziksel emtiayı spot piyasadan alıp ve vade sonuna( $T$ ) kadar depolamaktır. İkinci stratejisinde ise vadeli işlem piyasasından  $T$  vadeli söz konusu emtia için uzun pozisyon almaktır.

İlk stratejide yatırımcının en önemli avantajı spot fiyatları arzu ettiği seviyeye geldiği anda elindeki fiziksel ürünü satabilmesidir. Ancak bu stratejide yatırımcı depolama, sigortalama ve lojistik maliyetlere katlanmak zorundadır. İkinci stratejinin avantajı ise taşıma maliyetlerine katlanılmaması ve vadeli işlem piyasalarının spot piyasalara göreceli olarak daha likit olmasından dolayı yatırımcının sahip olduğu pozisyonu daha rahat kapatılabilmesidir. Heaney'in modeli yatırımcılara dayanak varlığın sözleşmesini almaktansa fiziksel emtiayı depolamanın primini ortaya çıkaracaktır.

Heaney'in modeli üç ana faktöre dayanmaktadır. Bunlar emtianın spot fiyatının oynaklığı (volatilitesi), vadeli işlem fiyatının oynaklığı ve vadeye kalan gün sayısıdır. Heaney'in modeli, çeyreklik dönemlerin son günlerindeki spot ve vadeli fiyatları üzerinde test edilmiştir.

Heaney modelini 1975-2000 yılları arasında Londra Metal Borsasında işlem gören bakır, kurşun ve çinko verileri üzerinde test etmiştir. Faiz oranları için Euro-Interest rate'i kullanmıştır. Spot ve vadeli fiyatların getirilerinin varyansını ölçmek için kullandığı verilerin değişen varyanslılık göstermediği varsayımından yola

çıkarak, veri setini 20'şer günlük periyotlara ayırmış ve bu periyotlardaki günlük fiyat getirilerinin varyansını kullanmıştır.

Bu analizde iki farklı varyans modeli kullanılmıştır. Heaney modelinde 20 günlük periyotlar halinde hesaplanan varyansı kullanmıştır. Bu çalışmada model hem 20 günlük periyotlar halinde oluşturulan varyans ile hem de Garch varyans modeli ile çalıştırılacaktır. Varyans modellerinin model üzerindeki etkisi test edilecektir.

Daha önceden bahsedilen veriler kapsamında analizler, önce 20 günlük varyans modeli ile daha sonra Garch(1,1) varyans modeli ile test edilecektir. Her bölümde emtialar endüstriyel ve kıymetli metaller olmak üzere ayrı ayrı incelenecektir.

2008 yılında başlayan küresel krizin emtia fiyatları üzerindeki etkilerini test etmek amacıyla dünyanın en büyük yatırım bankalarından olan Lehman Brothers'ın iflas tarihi (Securities Industry and Financial Markets Association, SmartBrief, 2008) Chow testinde test edilecek tarih olarak belirlenmiştir. 2000 yılından iflas tarihine kadar olan dönem ile iflas tarihinden 2012 yılına kadarki dönemin veriler açısından istatistiksel olarak farklı olup olmadığının testi Chow testi ile yapılacaktır.

#### **3.4.1. Chow testleri**

Chow testi zaman serisi analizinde yapısal farklılık olup olmadığının araştırılmasında kullanılır. Yapısal değişiklik olduğu düşünülen dönemden bölünerek ayrı ayrı dönemler ve tüm gözlemler için modeller tahmin edilerek artıkların karelerinin toplamının karşılaştırılması esasına dayanır.



**Tablo 2 Endüstriyel ve Kıymetli Metaller için Chow Testi Sonuçları**

	<b>Alüminyum</b>	<b>Bakır</b>	<b>Çinko</b>	<b>Altın</b>	<b>Gümüş</b>	<b>Platinyum</b>
<b>Sabit</b>	-0.0194 (-5.232) ***	-0,0363 (-7.724) *	-0,0126 (-2.751) ***	0,0515 (13,95) ***	-0.0344 (-11.21) ***	-0,0325 (-9.990) ***
<b><math>c_{IT}</math></b>	-210.724 (-3.127) ***	-223.534 (-2.322) *	-253.964 (-4.140) ***	-0,2351 (-0,259)	-0.0967 (-0.1897)	-0,6405 (-1.254)
<b>Kukla Değişken</b>	0.0266 (3.128) ***	0,0427 (3.838) ***	0,0220 (2.265) **	-0,0171 (0,0206) **	0.0290 (4.611) ***	0,0242 (3.906) ***
<b>Sd_c</b>	230.638 (0.8237)	-576.200 (-1.016)	0,8501 (0,2972)	0,6811 (0,6835)	0.1107 (0.2033)	0,5309 (0,8532)
<b>R-kare</b>	0,5839	0,4363	0,4635	0,1797	0,3695	0,2932
<b>F(3, 44)</b>	2.0588	1.1357	1.2384	3.2138	8.5980	6.0857
<b>P-value(F)</b>	1.74e-08	0,0001	5.69e-06	0.0318	0,0001	0.0014
<b>Chow test istatistiği 2008:3 için yapısal farklılık</b>	F(2, 44) = 21.3456 p-değeri 0.0000***	F(2, 44) = 11.4265 p-değeri 0.0001***	F(2, 44) = 6.06645 p-değeri 0.0048***	F(2, 44) = 3.20783 p-değeri 0.0500**	F(2, 44) = 10.7403 p-değeri 0.0002***	F(2, 44) = 7.66978 p-değeri 0.0014***

\*%90 güven düzeyinde, \*\* %95 düzeyinde, \*\*\* %99 güven düzeyinde anlamlılığı göstermektedir. Parantez içerisindeki değerler t istatistikleridir.

Alüminyum, bakır ve çinko için yapılan chow testlerinde 2008 yılının üçüncü çeyreğinde veriler açısından yapısal bir farklılık olup olmadığı kontrol edilmiştir. Chow testinde dikkat edilmesi gereken analizler kukla değişkeni ile, modellerin f değerleridir. Tabloda ilk dört satır testin bağımsız değişkenlerini göstermektedir. Yukarıdaki tabloda alüminyum, bakır ve çinko için kukla değişkenleri sırasıyla 0.0266589, 0,0427955, 0,0220616 değerlerini almıştır. Katsayıların altındaki parantez içindeki değerler t değerlerini göstermektedir. Üç emtia için de kukla değişkenler %99 güven düzeyinde istatistiksel açıdan anlamlıdır. Tablonun en alt satırındaki p değerleri yapılan F testlerinin anlamlılığını ölçmektedir. P değerleri üç emtia içinde 0,05'ten küçük olduğu için, bu emtiaların verilerinde yapısal değişim olduğu %95 güven düzeyinde söylenebilmektedir.

Kıymetli metaller için yapılan chow testlerinde altın, gümüş ve platinyumun kukla değişkenlerinin katsayıları sırasıyla -0,0171866, 0,0290340, ve 0,0242175 çıkmıştır. Bu katsayıların t değerleri gümüş ve platinyumun için %99 güven düzeyinde anlamlı çıkmışken, altın için %95 güven düzeyinden söz etmek mümkündür. Modellerin f testi değerleri incelendiğinde gümüş ve platinyumun p değerleri 0,01'den küçük olduğu için %99 güven düzeyinde modellerin anlamlı olduğunu söylemek mümkünken, altın için p değeri 0,05 olduğu için %95 güven düzeyinde istatistiksel açıdan anlamlılıktan söz etmek mümkündür.

Chow testi sonuçlarına genel olarak bakıldığında 2008 yılının üçüncü çeyreğindeki Lehman Brothers'ın iflası endüstriyel veya değerli metal farkı gözetmeden emtiaların fiyat hareketlerinde önemli bir yapısal değişikliğe sebep olmuştur. Bu nedenle bu aşamadan sonra yapılacak analizlerde kukla değişken de bir bağımsız değişken olarak modellere katılacaktır.

## **20 günlük varyans modeli**

Varyans bir dağılımda, gözlem değerlerinin aritmetik ortalamalarından farklarının kareli bulunup, bunların aritmetik ortalamasının hesaplanmasıdır. Varyans istatistikte, dağılımın ortalamadan ne kadar saptığını gösterir.

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \mu)^2}{N} \quad (3.3.1)$$

Varyansın karekökü standart sapma olarak adlandırılır.

$$s = \sqrt{\sigma^2} \quad (3.3.2.)$$

### **Garch(1,1) Varyans Modeli**

Geleneksel zaman serisi modellerinde hata varyansının zaman içerisinde değişmediği varsayılmaktadır. Ancak finansal verilerde değişen varyans sorunu ile sıklıkla karşılaşmaktadır.

Klasik bir zaman serisi modelinde değişen varyans sorunu olması durumunda, EKK (en küçük kareler yöntemi) tahmin edicisinin sapmasızlık ve tutarlılık özelliklerini korumasına rağmen etkinlik özelliğini yitirmektedir. Söz konusu sorunu ortadan kaldırmaya yönelik yapılan modelleme çalışmalarında, ekonometride otoregresif koşullu değişen varyans modeli (ARCH) kullanılır. Bu modelde varyans modeli (Robert F. Engle), cari dönemdeki hata teriminin varyansının önceki dönemlerdeki hata terimlerinin varyansının bir fonksiyonu olduğunu varsayar.

$\mathcal{E}_t = \sigma_t z_t$ ,  $z_t \sim iid N(0,1)$  olduğunu varsayarsak,  $a_0 > 0$  ve  $a_i \geq 0, i > 0$  koşulları altında  $\sigma_t^2$  şu şekilde modellenir:

$$\sigma_t^2 = a_0 + a_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + a_p \varepsilon_{t-p}^2 \quad (3.3.3)$$

Eğer hata teriminin ayrıca otoregresif hareketli ortalama yapısı sergilediği öne sürülüyorsa o zaman genelleştirilmiş otoregresif koşullu değişen varyans modeli (GARCH) kullanılır.

$$\sigma_t^2 = a_0 + a_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + a_p \varepsilon_{t-p}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \dots + \beta_q \sigma_{t-q}^2 \quad (3.3.4)$$

#### **3.4.2. Uygulanan Alım Satım Stratejisi**

Uygulanan alım satım stratejisinde, aşağıdaki varsayımlar kabul edilmiştir.

- Hem spot fiyatların hemde vadeli fiyatların Wiener sürecine göre hareket ettikleri

- Trader bu stratejinin uygulanabileceği sürede emtianın ne zaman maksimum değerine ulaşacağını bildiği
- Trader'ın mükemmel zamanlama ve fiyat tahmini yaptığı varsayılır.

Bu stratejinin uygulanabileceği maksimum süre vadeli işlem sözleşmesinin vadesinin dolmuş günüdür.

$t$  zamanında emtiayı satın alan bir trader için, alıcı vadeli işlem sözleşmesinin vadesi dolmadan elindeki fiziksel emtiayı satabilir. Eğer ( $t < \tau < T$ ) zaman aralığında  $\tau$  anında, emtia maksimum değerine ulaşmışsa ( $S_\tau$ ),  $\tau$  anında satılan emtialardan elde edilen gelir,  $T$  vadesine kadar risksiz faiz oranından tekrar gelir elde etmek üzere kullanılır.  $t$  anından  $T$  zamanına kadarki süreçte, maksimum fiyat aşağıdaki denkleme eşittir.

$$M_{iT} = \max_{0 \leq \tau \leq T} \{ \exp[r(T - \tau)] S_{i\tau} \} \quad (3.4.1)$$

Fiziksel emtiayı alıp depolamanın maliyeti, yaklaşık olarak eğer fiyatlar ani bir yükseliş yaşarsa opsiyonun satılması ve kar elde ederek  $T$  zamanında geri alınmasıyla bu alım stratejisinin değeri yakındır. Bu alım satım stratejinin değeri aşağıdaki gibidir:

$$TS(S_{it}, T) = \exp[-r(T - t)] E(M_{iT}) - \exp[-r(T - t)] E(S_{iT}) \quad (3.4.2)$$

Longstaf(1995) bu probleme aşağıdaki çözümü getirmiştir.

$$TS(S_{it}, T) = S_{it}, T \left\{ \left[ 2 + \frac{\sigma^2(T-t)}{2} \right] N \left[ \frac{\sqrt{\sigma^2(T-t)}}{2} \right] + \sqrt{\frac{\sigma^2(T-t)}{2\pi}} \exp \left[ -\frac{\sigma^2(T-t)}{8} \right] - 1 \right\} \quad (3.4.3)$$

Denklemin iki tarafı da  $S_{it}$  ile bölünüp, iki tarafına da 1 ekleyip, logaritmalar alındığında, sürekli uygunluk getirisi tahminine ulaşılmaktadır.

$$\begin{aligned}
ts_{tT}(S_{it}, T) &= \ln \left[ 1 + \frac{TS(S_{it}, T)}{S_{it}} \right] \\
&= \ln \left\{ \left[ 2 + \frac{\sigma^2(T-t)}{2} \right] N \left[ \frac{\sqrt{\sigma^2(T-t)}}{2} \right] + \sqrt{\frac{\sigma^2(T-t)}{2\pi}} \exp \left[ -\frac{\sigma^2(T-t)}{8} \right] \right\}
\end{aligned} \tag{3.4.4}$$

Fiziksel emtiyanın alım satımının yanında, trader vadeli işlem sözleşmesi de alabilmektedir. Fiyatlar düştüğünde ve ardında tekrar yükselişe geçtiğinde, emtiayı açığa satan kişi ile vadeli işlem sözleşmesi satan kişi birbirlerine ters pozisyon alabilirler. Stratejinin değeri, dayanak varlığın spot fiyatının hareketiyle, vadeli işlem sözleşmesi fiyatının hareketine bağlı olarak ortaya çıkan uygunluk getirisi ( $c_{tT}$ ) ile oluşturulur.

$$c_{tT} = ts_{tT}(S_{it}, T) - ts_{tT}(F_{itT}, T) \tag{3.4.5}$$

Vadeli işlem sözleşmelerinde temel alınan

$$F_{itT} = S_{it} \exp(r_{tT} + w_{tT}) \tag{3.4.6}$$

denkleme uygunluk getirisi de eklenebilecek hale getirilir.

$$F_{itT} = S_{it} \exp(r_{tT} + w_{tT} - c_{tT}) \tag{3.4.7}$$

Logaritmalar alındıktan sonra gerekli düzenlemeler sonucunda aşağıdaki denklemlere ulaşılır.

$$\begin{aligned}
\ln(F_{itT}) &= \ln(S_{it}) + r_{tT} + w - c_{tT} \\
\ln\left(\frac{F_{itT}}{S_{it}}\right) - r_{tT} &= w - c_{tT} = iab_{tT}
\end{aligned} \tag{3.4.8}$$

$iab_{tT}$  faiz oranına göre düzenlenmiş bazı göstermektedir. Bu değişken taşıma maliyetleri ile uygunluk getirisinden oluşmaktadır. Aynı zamanda spot ve vadeli işlem fiyatların oynaklıklarından ve vadeye kalan süreden oluşan doğrusal olmayan bir fonksiyondur.

**Tablo 3 20 Günlük Varyans Modeline Göre Uygunluk Getirisi Tahminleri( $c_{T}$ )'nin Tanımlayıcı İstatistikleri**

	<b>Alüminyum</b>	<b>Bakır</b>	<b>Çinko</b>	<b>Altın</b>	<b>Platinyum</b>	<b>Gümüş</b>
<b>Ortalama</b>	0,003	0,002	0,004	-0,001	-0,002	-0,004
<b>Ortanca</b>	0,002	0,001	0,003	0	-0,001	-0,003
<b>Minimum</b>	-0,002	-0,002	-0,002	-0,049	-0,036	-0,092
<b>Maksimum</b>	0,017	0,018	0,037	0,013	0,025	0,023
<b>Std. Sapma</b>	0,003	0,003	0,005	0,009	0,01	0,016
<b>Çarpıklık</b>	2,146	3,298	4,562	-3,181	-0,459	-3,655
<b>Basıklık</b>	5,655	13,277	22,992	15,32	18,287	2,743

20 günlük varyans serisine göre hesaplanan  $c$  ve  $iab$  parametreleri tablo 3 ve tablo 4 gösterilmektedir. Tanımlayıcı istatistikler genel olarak değerlendirildiğinde, endüstriyel metallerin ortalama uygunluk getirileri hep pozitif değerler alırken, değerli metallerin ise hep negatif değerler aldıkları gözükmektedir. Değerli metallerin endüstriyel metallere kıyasla daha büyük varyansa sahip olması, değerli metallerin uygunluk getirilerinin daha oynak olduğunun bir göstergesi olarak yorumlanabilir.

Endüstriyel metaller bazında uygunluk getirileri tahminleri incelendiğinde, alüminyumun uygunluk getirisi tahminleri diğer metallere göre daha dar bir dağılımda yer almaktadır, en geniş dağılıma ise çinko sahiptir. Endüstriyel metallerin ortalama uygunluk getirileri kıyaslandığında bariz bir farklılık göze çarpmamaktadır. Alüminyum ile bakır 0,0037 ve 0,0032 standart sapma ile dağılırken çinko 0,0056 ile dağılım göstermektedir. Çarpıklık ve basıklık yönünden değerlendirme yapıldığında ise çinko en yüksek değerlere sahipken en düşük değerlere alüminyum sahiptir.

Değerli metaller bazında uygunluk getirileri tahminleri incelendiğinde, altın, gümüş ve platinyumun uygunluk getirileri tahminleri arasında gümüş diğer kıymetli metallere göre daha geniş bir dağılıma sahiptir. Uygunluk getirilerinin ortalama

değerlerinin ise negatif değerler olduğu göze çarpmaktadır. Gümüşün standart sapmasının diğer metallere daha fazla olduğu gözükmektedir. Altın ve gümüşün çarpıklığı birbirine yakın değerler alırken , altın ve platinyumun basıklığı birbirine yakın değerler almıştır.

**Tablo 4 20 Günlük Varyans Modeli İçin Faize Göre Ayarlanmış Baz ( $iab_{tT}$ ) Tahminlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri**

	Alüminyum	Bakır	Çinko	Altın	Platinyum	Gümüş
<b>Ortalama</b>	-0,017	-0,032	-0,016	0,046	-0,025	-0,026
<b>Ortanca</b>	-0,012	-0,032	-0,001	0,043	-0,019	-0,021
<b>Minimum</b>	-0,066	-0,100	-0,092	0,006	-0,069	-0,079
<b>Maksimum</b>	0,015	0,002	0,015	0,094	0,013	0,003
<b>Std. Sapma</b>	0,023	0,029	0,028	0,023	0,021	0,022
<b>Çarpıklık</b>	-0,347	-0,375	-0,780	0,324	-0,431	-0,580
<b>Basıklık</b>	-0,930	-1,194	-0,544	-0,694	-0,977	-0,731

20 Günlük varyans modeli için oluşturulan faize göre ayarlanmış baz tahminlerinde, ortalamalar incelediğinde altın dışında diğer bütün metaller negatif değerler almıştır. Emtiaların faize göre ayarlanmış bazlarının varyansları birbirine çok yakındır. Genel olarak değerlendirildiğinde emtiaların baz dağılımının, altın dışındaki diğer emtialar için benzer olduğu yorumu yapılabilir.

Endüstriyel metallerin faize göre ayarlanmış baz tahminlerinin tanımlayıcı istatistiklerinde, dağılımların benzer oldukları gözükmektedir. Dağılımların standart sapmaları birbirine çok yakın değerlerdir. Alüminyum ve çinkonun ortalamaları benzerken, bakırın ortalaması daha küçük bir değerdir. Üç metalin dağılımının da ortalamaları negatif değer almıştır. Çarpıklık katsayılarına bakıldığında ise alüminyum ve bakır yakın değerler almıştır, çinkonun çarpıklık katsayısı ise daha küçüktür.

Altın, platinyum ve gümüşe göre daha geniş bir dağılıma yayılmaktadır. Ortalama değerlere bakıldığında gümüş ve platinyum negatif değerler alırken altın pozitif değer almıştır. Üç dağılımında standart sapması birbirine çok yakın değerler almıştır. Çarpıklık katsayısı dikkate alındığında altın pozitif değer alırken gümüş ve platinyum negatif değer almışlardır. Basıklık katsayılarında platinyum en büyük negatif değeri alırken altın en düşük negatif değeri almıştır.

**Tablo 5 Garch(1,1) Varyans Modeline Göre Uygunluk Getirisi Tahminleri( $c_{TT}$ )'nin Tanımlayıcı İstatistikleri**

Değişkenler	Alüminyum	Bakır	Çinko	Altın	Gümüş	Platinyum
Minimum	0,000	-0,0023	-0,0022	-0,0347	-0,0772	-0,0229
Maksimum	0,012	0,014	0,113	0,008	0,015	0,014
Ortalama	0,004	0,002	0,034	-0,0013	-0,0041	-0,0048
Std. Sapma	0,003	0,003	0,030	0,006	0,022	0,008
Çarpıklık	1,511	1,635	0,447	-3,3075	-0,5798	-0,2439
Basıklık	1,672	4,115	-0,8729	15,812	-0,7312	0,555

Garch(1,1) varyans serisine göre hesaplanan c ve iab parametreleri tablo 5 ve tablo 6'da gösterilmektedir. Uygunluk getirileri incelendiğinde endüstriyel metallerin ortalama uygunluk getirileri pozitifken, kıymetli metallerin negatif olduğu gözlemlenmektedir. Dağılımların varyansları için endüstriyel, değerli metal ayrımı yapamazken, alüminyum, bakır, altın ve platinyum benzer bir varyansa sahipken, çinko ve gümüşün daha geniş bir varyans aralığına sahip olduğunu söylemek mümkündür.

Garch varyans modeline göre elde edilen verilerden oluşturulan uygunluk getirisi tahminlerinde çinkonun uygunluk getirisinin ortalaması 0,033 ile diğer endüstriyel metallere kıyasla daha fazladır. Çinkonun standart sapmasının alüminyum ve bakıra göre büyük olması dağılımının daha geniş bir alana yayıldığına göstergesidir. Çarpıklık katsayısı incelendiğinde ise çinkonun katsayısı



daha düşük çıkmıştır. Basıklık değerlerinde alüminyum ve bakır pozitif değerleri alırken çinko negatif değer almıştır.

Kıymetli metallerin uygunluk getirisi tahminleri ise negatif değerlere sahiptir. Standart sapmanın gümüşte daha fazla olması gümüşün uygunluk getirisinin daha geniş bir dağılıma sahip olduğunu gösterir. Çarpıklık katsayıları incelendiğinde bütün dağılımlar sola çarpıktır. Basıklık katsayısında ise gümüşün negatif değer alması gümüşün diğer metallerden farklıdır.

**Tablo 6 Garch(1,1) Varyans Modeline Göre Faize Göre Ayarlanmış Baz( $iab_{tT}$ ) Tahminlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri**

Değişkenler	Alüminyum	Bakır	Çinko	Altın	Gümüş	Platinyum
Minimum	-0,0663	-0,0996	-0,0920	0,0061	-0,0791	-0,0687
Maksimum	0,0152	0,0019	0,0148	0,094	0,0028	0,0131
Ortalama	-0,0172	-0,0315	-0,0159	0,0457	-0,0259	-0,0245
Std. Sapma	0,0231	0,0293	0,0278	0,0226	0,0218	0,0211
Çarpıklık	-0,3469	-0,3744	-0,7800	0,3236	-0,5798	-0,4309
Basıklık	-0,9302	-1,1940	-0,5444	-0,6943	-0,7312	-0,9772

Garch(1,1) varyans serisine ile düzenlenen faize göre düzenlenmiş baz tahminleri incelendiğinde altın dışında diğer bütün metaller negatif değer almıştır. Emtiaların faize göre ayarlanmış bazlarının varyansları birbirine çok yakındır. Genel olarak değerlendirildiğinde, emtiaların baz dağılımının altın dışındaki diğer emtialar için benzer olduğu yorumu yapılabilir.

Faize göre ayarlanmış baz etkisini görmek için oluşturulan verilerde bakırın ortalama değeri diğer metallere göre daha fazladır. Standart sapmalar incelendiğinde üç endüstriyel metalin de birbirine çok yakın değerler alması baz dağılımlarının çok fazla farklılık göstermediğini söylemektedir.

Kıymetli metaller için baz etkisi incelendiğinde altının ortalama değeri diğer metallerden farklı olarak pozitif değer almıştır. Gümüş ve platinyumun

baz etkisinin ortalaması, verilerin incelendiği dönem için negatif değerlerdir. Dağılımların sapmaları birbirlerine çok yakın değerlerdir. Altının sağa çarpık olması ise diğer metallere farklı olduğunu göstermektedir.

### 3.4.3. Modelin Uygulanması

3.4.8. Denklemden belirtildiği üzere faize göre düzenlenmiş baz uygunluk getirisi ve sabit değişkenin logaritmik doğrusal bir fonksiyonudur. Sabit katsayı ortalama depolama maliyetinin spot fiyata göre oranını gösterir. 8 numaralı denklem uygunluk getirisindeki bir birimlik değişimin faize göre duyarlı bazda bir birimlik değişime sebep olacaktır. Kurulacak regresyon denklemi aşağıdaki gibi olacaktır:

$$iab_{tT} = a_0 + a_1c_{tT} + \varepsilon_t$$

$a_0$  ve  $a_1$  modeldeki katsayıları gösterirken,  $\varepsilon_t$  hata terimini ifade eder.

**Tablo 7 20 Günlük Varyans Modeli için En Küçük Kareler Yöntemi Regresyon****Sonuçları**

Değişkenler	Alüminyum	Bakır	Çinko	Altın	Gümüş	Platinyum
Sabit	-0,0202 (-5,7625) ***	-0,037 (-7,5549) ***	-0,015 (-3,1546) ***	0,05119 -14,1612 ***	-0,0344 (-11,343) ***	-0,0321 (-10,151) ***
$C_{tT}$	-1,9098 (-3,1603) ***	-2,0941 (-1,9449) *	-1,9694 (-3,3589) ***	0,36412 -1,0231	-0,0433 (-0,2548)	-0,3123 (-1,1943)
Kukla	0,03253 -6,6115 ***	0,03487 -4,6281 ***	0,02494 -3,4791 ***	-0,0171 (-2,4105) **	0,02822 -4,6092 ***	0,02268 -3,8754 ***
R-kare	0,58382	0,39209	0,40777	0,17568	0,36989	0,289
F(2, 45)	31,5632	14,5122	15,4921	4,79537	13,2082	9,14571
P değeri(F)	2,72E-09	1,40E-05	7,60E-06	0,01295	3,10E-05	0,00047
Durbin-Watson	0,61966	0,33651	0,45314	0,80598	0,47368	0,50759

\*%90 güven düzeyinde, \*\* %95 düzeyinde, \*\*\* %99 güven düzeyinde anlamlılığı göstermektedir. Parantez içerisindeki değerler t istatistikleridir.

20 günlük varyans serisine göre düzenlenmiş en küçük kareler yöntemi ile yapılan regresyon sonuçlarına göre endüstriyel metallerin uygunluk getirisi değişkenleri alüminyum ve çinko için %99 güven düzeyinde anlamlı çıkarken, bakır ise %90 güven düzeyinde istatistiksel açıdan anlamlıdır. Değerli metallerde ise uygunluk getirisi değişkenleri anlamlı bulunamamıştır. Tablodaki p değerleri, modellerin istatistiksel açıdan anlamlı olup olmadığını test eder. Yukarıdaki tablodaki bütün metallerin p değerleri 0,05'ten küçük olduğu için bütün regresyon denklemlerinin anlamlı olduğu söylenebilmektedir. Modellerin bağımlı değişkeni açıklama oranını gösteren R-kare, endüstriyel metallerde %39 ile %58 arasında değişirken, bu oran kıymetli metaller için %17 ile % 36 arasında kalmıştır. İncelenen

emtiyalar açısından, bağımsız değişkenler bağımlı değişkeni açıklamada başarılı olamamıştır.

**Tablo 8 Garch(1,1) Varyans Modeli için En Küçük Kareler Yöntemi**

**Regresyon Sonuçları**

	Alüminyum	Bakır	Çinko	Altın	Gümüş	Platinyum
Sabit	-0,0167 (-3,4316) ***	-0,0387 (-7,4151) ***	0,0032 (0,5390)	0,0516 (14,3102) ***	-0,0344 (-11,3048) ***	-0,0329 (-9,4617) ***
$C_{tT}$	0,0287 (5,1927) ***	0,0346 (4,3493) ***	0,0063 (0,8517)	-0,0178 (-2,6077) **	0,0285 (4,7737) ***	0,0232 (3,9760) ***
Kukla	-2,4157 (-2,6577) **	-1,3737 (-1,1381)	-0,6247 (-5,5698) ***	0,5435 (1,0773)	-0,0353 (-0,1694)	-0,3287 (-0,9508)
R-kare	0,5604	0,3594	0,5615	0,1777	0,3693	0,2809
F(2, 45)	28,6883	12,6250	28,8169	4,8627	13,1794	8,7897
P değeri(F)	9,28e-09	0,0001	8,77e-09	0,0122	0,0001	0,0005
Durbin-Watson	0,5598	0,2635	0,6194	0,8193	0,4732	0,5109

\*%90 güven düzeyinde, \*\* %95 düzeyinde, \*\*\* %99 güven düzeyinde anlamlılığı

göstermektedir. Parantez içerisindeki değerler t istatistikleridir.

Garch(1,1) varyans serisine göre düzenlenmiş en küçük kareler yöntemi ile yapılan regresyon sonuçlarına göre, emtiyalarda endüstriyel veya değerli metal ayrımı yapılmaksızın, modellerin p değerlerinin 0,05'ten küçük olması, yapılan regresyon modellerin anlamlı olduğunu göstermektedir. Alüminyum ve çinkonun uygunluk getirileri değişkenlerinin sırasıyla %95 ve %99 güven düzeyinde anlamlı olduğu gözlemlenmektedir. Kıymetli metaller ve bakırın uygunluk getirileri ise anlamlı çıkmamıştır. Alüminyum ve çinko için bağımlı değişkeni açıklama oranı %56

seviyesinde iken bakırın r-kare istatistiği %35 seviyesinde kalmıştır. Kıymetli metallerde ise r-kare istatistiği %17 ile %36 arasında dağılım göstermiştir.

Durbin Watson test istatistiği bir regresyon modeli tahmin edildikten sonra artık terimlerin arasında korelasyon olup olmadığını test etmeye yarayan bir sayıdır. 0 ile 4 arasında değer alan bu istatistiğin, 2 civarında çıkması, artık kareler arasında otokorelasyon olmadığını gösterir. Yapılan en küçük kareler yöntemine göre yapılan hem 20 günlük varyansa göre düzenlenmiş regresyon modeli hem de garch(1,1) varyans serisine göre düzenlenmiş regresyon modelinde bütün emtialar için Durbin Watson istatistiği 2 seviyesinden uzaktır. 20 günlük varyans serisinde DW istatistiği 0,40 ile 0,80 arasında dağılım gösterirken, Garch(1,1)'e göre düzenlenmiş regresyon modellerinde DW istatistiği 0,26 ile 0,82 arasında dağılım göstermiştir. Bu nedenle modellerin otokorelasyondan kurtulmaları için, faize göre düzenlenmiş baz verileri zaman serileri analizlerinde çokça kullanılan Cochran Orcutt regresyon yöntemi ile modelleneyecektir.

Cochran Orcutt regresyon modeli ekonometrik verilerin analizinde kullanılan hata terimindeki otokorelasyonu yok etmek üzere oluşturulmuş doğrusal bir denkleme dayanmaktadır. Doğrusal regresyon modelinde;

$$Y_t = a + X_t\beta + \varepsilon_t,$$

$Y_t$  bağımlı değişkeni gösterirken,  $\beta$  katsayılar vektörünü,  $X_t$  açıklayıcı değişkenler matrisini ve  $\varepsilon_t$  hata terimi göstermektedir. Hata terimindeki otokorelasyon ise şu şekilde ifade edilebilir:

$$\varepsilon_t = \rho\varepsilon_{t-1} + e_t, |\rho| < 1$$

Cochran Orcutt yöntemi modeli aşağıdaki gibi dönüştürmektedir:

$$Y_t - \rho Y_{t-1} = \alpha(1 - \rho) + \beta(X_t - \rho X_{t-1}) + e_t$$

Aşağıdaki tablolarda öncelikli olarak 20 günlük varyans modelinin Cochran Orcutt regresyon çözümlemesinin analiz sonuçları, daha sonra ise Garch(1,1) serisine göre oluşturulan Cochran Orcutt çözümlemelerinin sonuçları verilecektir.

**Tablo 9 20 Günlük Varyans Modeli için Cochran-Orcutt Yöntemi Regresyon Sonuçları**

Değişkenler	Alüminyum	Bakır	Çinko	Altın	Gümüş	Platinyum
<i>rho</i>	0,921156	0,905778	0,921476	0,592608	0,783828	0,829349
<b>Sabit</b>	0,00217 -0,122	-0,0262 (-1,384)	0,00759 -0,3509	0,05055 -7,1544 ***	-0,0271 (-3,2164) ***	-0,0223 (-1,9967) *
<b>C<sub>1T</sub></b>	-1,0303 (-3,9477) ***	-0,8829 (-2,2604) **	-1,0968 (-4,7435) ***	0,2271 -0,8627	-0,0541 (-0,6512)	-0,1434 (-1,0284)
<b>Kukla</b>	-0,0047 (-0,5016)	0,01 -0,8595	-0,0146 (-1,2984)	-0,0195 (-1,749) *	0,0146 -1,4829	0,00259 -0,2307
<b>R-kare</b>	0,8456	0,85245	0,84571	0,46349	0,74249	0,70331
<b>F(2, 44)</b>	8,00176	2,76329	11,6319	2,03652	1,27512	0,52917
<b>P-değeri</b>	0,00109	0,07405	8,80E-05	0,1426	0,28952	0,59279
<b>Durbin-Watson</b>	1,72467	1,86303	1,85589	2,14848	2,70951	1,96495

\*%90 güven düzeyinde, \*\* %95 düzeyinde, \*\*\* %99 güven düzeyinde anlamlılığı göstermektedir. Parantez içerisindeki değerler t istatistikleridir.

Cochran Orcutt modeline göre oluşan analiz sonuçları, endüstriyel metallerin uygunluk getirilerinin anlamlı olduklarını; ancak değerli metallerde ise uygunluk getirilerinin modellerde anlamlı değişken olmadıklarını göstermektedir. Endüstriyel metaller için modellerin bağımlı değişken olan faize göre ayarlanmış bazı tahmin etmede gayet başarılı oldukları gözlemlenmektedir. Endüstriyel metal modelleri %84

seviyesinde arasında bağımlı deęiřkeni açıklamaktadır. Kıymetli metallerde ise bu oran altında %47 seviyesine kadar dūřerken, gūmūř ve platinyum için sırasıyla %74 ve %70 seviyelerindedir. Durbin Watson test istatistikleri incelendięinde būtūn emtiaların 2 seviyesine yakın deęerler alması modellerin hata terimlerinde otokorelasyon olmadıęını gōstermektedir.

Endūstriyel metaller için 20 gūnlūk ortalamaya gōre yapılan Cochran Orcutt regresyon modellerinde p deęerleri dikkate alındıęında alüminyum ve çinkonun 0,05'ten kūuk olduęu gōzūkmektedir. Modeller tek tek incelendięinde alūminyumun uygunluk getirisi deęiřkeninin %95 gūven dūzeyinde anlamlı olduęu ortaya çıkmıřtır. Modelin bağımlı deęiřkeni açıklama oranı ise %84 seviyesine yūkselmiřtir. Bakır için model incelendięinde bakırın uygunluk getirisinin anlamlı olduęu gōzūkmektedir. Çinkonun uygunluk getirisinin ise kendi modelinde anlamlı bir deęiřken olduęu gōzlemlenmektedir. Modelin faize gōre ayarlanmıř baz etkisini açıklamada bařarı oranı ise %84 olmuřtur.

Kıymetli metallerin 20 gūnlūk varyans modeline gōre oluşturulan Cochran Orcutt regresyon modeline bakıldığında modellerin p değerlerinin 0,05'ten būyuk çıkması modellerin istatistiksel açıdan bağımlı değişkeni açıklamada başarılı olamadığını gōstermektedir.

**Tablo 10 Garch(1,1) Varyans Modeli için Cochran-Orcutt Yöntemi Regresyon****Sonuçları**

	<b>Alüminyum</b>	<b>Bakır</b>	<b>Çinko</b>	<b>Altın</b>	<b>Gümüş</b>	<b>Platinyum</b>
<b>rho</b>	0,9043	0,9008	0,7969	0,5904	0,7796	0,8307
<b>Sabit</b>	-0,0011 (-0,0760)	-0,0278 (-1,5468)	-0,0002 (-0,0217)	0,0509 (7,2140) ***	-0,0276 (-3,3310) ***	-0,0217 (-1,9240) *
<b>Kukla</b>	-0,0034 (-0,3576)	0,0125 (1,0733)	-0,0023 (-0,1988)	-0,0203 (-1,8396) *	0,0155 (1,5827)	0,0014 (0,1330)
<b>C<sub>IT</sub></b>	-1,3954 (-2,9385) ***	-1,0891 (-2,3304) **	-0,3302 (-2,3864) **	0,2902 (0,8291)	-0,0831 (-0,8158)	-0,1510 (-0,8074)
<b>R-kare</b>	0,8256	0,8534	0,7911	0,4628	0,7438	0,7004
<b>F(2, 44)</b>	4,4296	2,9461	2,8647	2,0142	1,4468	0,3260
<b>P değeri</b>	0,0176	0,0629	0,0676	0,1455	0,2462	0,7234
<b>Durbin-Watson</b>	1,7884	1,9068	2,2080	2,1569	2,6916	2,0111

\*%90 güven düzeyinde, \*\* %95 düzeyinde, \*\*\* %99 güven düzeyinde anlamlılığı göstermektedir. Parantez içerisindeki değerler t istatistikleridir.

Garch(1,1) varyans modeli baz alınarak oluşturulan Cochran Orcutt regresyon çözümlenmeleri sonucunda yine endüstriyel metallerin uygunluk getiri değişkenleri anlamlı çıkarken, kıymetli metallerin uygunluk getirileri anlamlı bulunamamıştır. Modellerin bağımlı değişkeni açıklama oranı endüstriyel metallerde %80’li seviyelerde iken, kıymetli metallerde bu oran %46 ile %74 arasında dağılım göstermektedir. Durbin Watson test istatistiği incelendiğinde 2 değerinin yakınlarında sonuçlar alması nedeniyle güçlü bir otokorelasyondan söz edilemez.

Garch varyans modeli baz alınarak oluşturulan Cochran Orcutt regresyon modelleri sonucunda alüminyumun %5 yanılma düzeyinde bakır ve çinkonun ise %10 yanılma düzeyinde modeller anlamlı bulunmuştur. Modeller tek tek incelendiğinde alüminyum uygunluk getirisi değişkeninin %95 güven düzeyinde



anlamli olduğunu ve modelin faize göre ayarlanmış baz etkisini açıklamada %82,5 oranında başarılı olduğunu söylemek mümkündür. Bakırın uygunluk getirisinin %95 güven düzeyinde olduğu söylenebilirken, modelin  $r^2$  si %85 olarak bulunmuştur. Çinkonun uygunluk getirisinin p değeri 0,021 olduğu için %95 güven düzeyinde anlamli olduğu söylenebilirken, modelin bağımlı değişkeni açıklama başarısı %79'dur.

Cochran Orcutt modeline göre oluşturulan regresyon modellerinde p değerleri 0,05'den büyük oldukları için modellerin başarılı olduklarını söylemek zordur.

Uygunluk getirisinin ekonomik olarak önemini göstermek için gözlemlenen vadeli fiyatlar ile model çerçevesinde bulunan vadeli işlem fiyatlarının karşılaştırılması yapılacaktır. Modelimize ek olarak basit taşıma maliyeti modeline göre hesaplanan vadeli fiyatlarında, gözlemlenen fiyatlarla karşılaştırılması yapılacaktır..

Aşağıdaki tablolarda vadeli fiyat farklarının ve vadeli fiyat farkı yüzdelerinin ortalamaları ve standart sapmaları hem endüstriyel hem değerli metaller için birlikte verilecektir. Bu bölümde de öncelikli olarak 20 günlük varyans modeline göre oluşturulan Cochran Orcutt regresyon zmlemesi sonucunda ortaya çıkan analizler tablo 11'da gösterilirken, Garch(1,1) varyans serisine göre oluşturulan Cochran Orcutt regresyon modeli zmlemesi sonucunda ortaya çıkan analizler ise tablo 13'de gösterilmektedir.

Yapılan analizler sonucunda tahmin edilen vadeli işlem fiyatların, gerçekleşen vadeli işlem fiyatlarından farkları incelenecektir. Modelin başarısı basit taşıma maliyetine göre kıyaslanacaktır.

**Tablo 11 20 Günlük Varyans Modeli için Cochran-Orcutt Sonuçlarına Göre Vadeli Fiyat Tahminleri**

	Alüminyum	Bakır	Çinko	Altın	Gümüş	Platinyum
	<i>Vadeli Fiyat Farkı</i>					
<b>Basit Taşıma Maliyetleri Modeli</b>						
Ortalama	33,766	1,864	26,42	4,222	0,084	8,89
Standart Sapma	23,614	64,553	12,36	3,595	0,098	9,843
<b>Uygunluk Getirisine Göre Düzenlenmiş Taşıma Maliyetleri</b>						
Ortalama	-0,574	-2,073	-1,456	-44,136	0,007	0,474
Standart Sapma	17,087	48,537	18,843	23,114	0,125	12,705
	<i>Vadeli Fiyat Farkı Yüzdesi</i>					
<b>Basit Taşıma Maliyetleri Modeli</b>						
Ortalama	0,017	0	0,015	0,006	0,007	0,008
Standart Sapma	0,045	0,024	0,014	0,009	0,011	0,022
<b>Uygunluk Getirisine Göre Düzenlenmiş Taşıma Maliyetleri</b>						
Ortalama	0	0	-0,001	-0,064	0,001	0
Standart Sapma	0,033	0,093	0,022	0,058	0	0,029

20 günlük varyans serisi ile oluşturulmuş Cochran Orcutt regresyon analizleri sonucuna göre alüminyum, çinko,gümüş ve platinyumun vadeli işlem fiyatları basit taşıma maliyetleri modeline göre daha başarılı bir biçimde tahmin edilmiştir. Bakır ve altında ise uygunluk getirisi yaklaşımı basit taşıma maliyetleri modelinden başarısız olmuştur. Modelimizde alüminyumun, bakırın ve platinyumun fark yüzdesi %0 olarak gözükmemektedir. Çinko ve altında tahminler gerçekleşen değerlerin % 0,1 ve % 6,4 aşağısında kalmıştır. Gümüşte ise %0,1 gerçekleşen fiyatlardan fazla tahminde bulunulmuştur. Tahminlerin sapmaları incelendiğinde alüminyum ve bakırın sapmaları basit taşıma maliyetleri modeline göre azalırken, diğer metallerin sapmaları artmıştır.

Tablo 12 ve Tablo 14’de sırasıyla 20 günlük varyans serisi ve Garch (1,1) varyans serisine göre bulunan vadeli işlem fiyatlarının gerçekleşen fiyatlar ile

arasında farklılık olup olmadığı istatistiksel olarak test edilecektir. Bu analizler için tek örneklem t testi uygulanacaktır.

**Tablo 12 20 günlük varyans serisine göre tahmin edilen ile gerçekleşen fiyatlar arasındaki ilişki**

Test değeri = 0					
	t	Sig (2-tailed)	Ortalama Farkı	Ortalama Farklarının %95 Düzeyinde Güven Aralığı	
				En düşük	En yüksek
Alüminyum	-0,230	0,819	-0,574	-5,591	4,442
Bakır	-0,293	0,771	-2,072	-16,323	12,178
Çinko	-0,524	0,603	-1,456	-7,052	4,139
Altın	-13,091	0,000	-44,136	-50,922	-37,34
Gümüş	-0,362	0,719	0,006	0,030	0,0043
Platinyum	-0,256	0,799	0,474	-3,255	4,20

Tek örneklem t testinde, ortalama farklarının %95 düzeyinde güven aralığının 0 değerini kapsamaması, incelenen serinin ortalamasının 0 olduğunun kabul edilebileceğini söylemektedir. Tablo bu şekilde incelendiğinde, altın ve gümüş için tahminlerin gerçekleşen fiyatlar ile arasındaki farkın ortalaması 0'dan farklı olduğu gözükmemektedir. Diğer emtiaların tahminleri ile gerçekleşen vadeli işlem fiyatları arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

**Tablo 13 Garch(1,1) Varyans Modeli için Cochran-Orcutt Sonuçlarına Göre****Vadeli Fiyat Tahminler**

	Aluminyum	Bakır	Çinko	Altın	Gümüş	Platinyum
	<i>Vadeli Fiyat Farkı</i>					
<b>Basit Taşıma Maliyetleri Modeli</b>						
Ortalama	33,766	1,864	26,42	4,222	0,084	8,89
Standart Sapma	23,614	64,553	12,36	3,595	0,098	9,843
<b>Uygunluk Getirisine Göre Düzenlenmiş Taşıma Maliyetleri</b>						
Ortalama	-0,626	-2,599	-2,975	-44,093	0,006	0,411
Standart Sapma	18,148	49,636	25,273	23,145	0,127	13,005
	<i>Vadeli Fiyat Farkı Yüzdesi</i>					
<b>Basit Taşıma Maliyetleri Modeli</b>						
Ortalama	0,017	0	0,015	0,006	0,007	0,008
Standart Sapma	0,045	0,023	0,014	0,009	0,011	0,022
<b>Uygunluk Getirisine Göre Düzenlenmiş Taşıma Maliyetleri</b>						
Ortalama	0	-0,001	-0,002	-0,064	0,001	0
Standart Sapma	0,034	0,018	0,029	0,057	0,015	0,029

Garch(1,1) varyans serisi ile oluşturulmuş Cochran Orcutt regresyon analizleri sonucuna göre alüminyum, çinko,gümüş ve platinyumun vadeli işlem fiyatları taşıma maliyetleri modeline göre daha başarılı bir biçimde tahmin edilmiştir. Bakır ve altında ise uygunluk getirisi yaklaşımı basit taşıma maliyetleri modelinden başarısız olmuştur. Vadeli işlem fiyatları tahminlerinde alüminyum ve platinyumun fark yüzdesi %0 olarak gözükmemektedir. Bakır, çinko ve altında tahminler gerçekleşen değerlerin % 0,1, %0,2 ve % 6,4 aşağısında kalmıştır. Gümüşte ise %0,1 gerçekleşen fiyatlardan fazla tahminde bulunulmuştur. Tahminlerin sapmaları incelendiğinde alüminyum ve bakırın sapmaları taşıma maliyetleri modeline göre azalırken, diğer metallerin sapmaları artmıştır.

**Tablo 14 Garch(1,1) varyans serisine göre tahmin edilen ile gerçekleşen fiyatlar arasındaki ilişki**

Test değeri = 0					
	t	Sig(2 tailed)	Ortalama Farkı	Ortalama Farklarının %95 Düzeyinde Güven Aralığı	
				En düşük	En yüksek
Alüminyum	-0,236	0,814	-0,626	-5,954	4,702
Bakır	-0,359	0,721	-2,598	-17,172	11,974
Çinko	-0,798	0,429	-2,975	-10,480	4,529
Altın	-13,060	0,000	-44,092	-50,888	-37,296
Gümüş	0,330	0,743	0,006	-0,0312	0,043
Platinyum	0,217	0,829	0,411	-3,407	4,229

Garch(1,1) serisine göre tahmin edilen vadeli işlem fiyatları ile gerçekleşen fiyatlar arasındaki ilişkiyi gösteren tablo 14'te sadece altının güven aralığı 0 değerini kapsamamaktadır. Bu nedenle altın dışındaki emtialar için tahmin edilen vadeli işlem fiyatları ile gerçekleşen vadeli işlem fiyatları arasında istatistiksel açıdan farklılık olmadığı söylenebilmektedir.

Yapılan zaman serileri analizleri sonucunda, 20 günlük varyans serisine (Model 1) dayalı tahmin sonuçları ile, Garch (1,1) varyans serisine (Model 2) dayalı tahmin sonuçları basit taşıma maliyetleri modeli ile karşılaştırılmıştır. Tahmin performansları hata terimleri karelerinin ortalama karekökü ( Root Mean Squared Error (RMSE)) ve Theil Eşitsizlik Katsayısı (TIC) ile aşağıdaki tablolarda kıyaslanmıştır.

$$RMSE = \sqrt{\sum_{t=T+1}^{T+h} (\hat{y}_t - y_t)^2 / h}$$

$$TIC = \frac{\sqrt{\sum_{t=T+1}^{T+h} (\hat{y}_t - y_t)^2 / h}}{\sqrt{\sum_{t=T+1}^{T+h} \hat{y}_t^2 / h + \sum_{t=T+1}^{T+h} y_t^2 / h}}$$

RSME istatistiği bağımlı değişken ölçeğine bağlı bir değişkendir ve farklı modelleri kıyaslamada kullanılır, değer küçüldükçe modelin tahmin performansı artmaktadır. TIC değeri ise sıfır ile bir arasında değer alan bir istatistiktir. Değer sıfıra yaklaştıkça modelin kusursuz uyum sağladığı söylenebilmektedir. TIC değeri yanlılık oranı, varyans oranı ve kovaryans oranı bileşenlerinden oluşmaktadır. Yanlılık ve varyans oranının küçük olması, tahmin serisinin gerçek serinin ortalama ve varyans değerini takip ettiğini göstermektedir.

**Tablo 15 Endüstriyel metallerin tahmin parametreleri**

	Alüminyum			Bakır			Çinko		
	Basit	Model 1	Model 2	Basit	Model 1	Model 2	Basit	Model 1	Model 2
<b>Root Mean Squared Error</b>	23,36	16,90	17,95	63,86	48,01	49,10	12,12	18,50	24,73
<b>Mean Absolute Error</b>	17,49	12,71	13,36	49,33	33,98	36,92	8,88	12,97	16,76
<b>Mean Absolute Percent Error</b>	0,88	0,66	0,69	1,43	0,82	0,87	0,57	0,79	1,00
<b>Theil Inequality Coefficient</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Bias</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Variance</b>	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,08	0,16
<b>Covariance</b>	0,69	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,93	0,91	0,83

RMSE değerleri kıyaslandığında, alüminyum ve bakırın için oluşturulan modellerin tahmin performansı basit taşma maliyetleri modeline göre daha başarılıdır. Model 1'in model 2'ye göre daha küçük değer alması 20 günlük varyans modelinin performansının yüksek olduğunu gösterir. TIC değerleri bütün emtialar için sıfır değeri alırken, yanlılık ve varyans oranlarının baya küçük değerler alması gerçekleşen değerlerle arasında ortalama ve varyans açısından farklılık olmadığını göstermektedir

**Tablo 16 Değerli Metallerin tahmin parametreleri**

	Altın			Gümüş			Platinyum		
	Basit	Model 1	Model 2	Basit	Model 1	Model 2	Basit	Model 1	Model 2
<b>Root Mean Squared Error</b>	3,55	22,86	22,89	0,09	0,12	0,12	9,73	12,56	12,86
<b>Mean Absolute Error</b>	2,96	19,07	19,09	0,07	0,08	0,86	7,30	8,56	8,78
<b>Mean Absolute Percent Error</b>	0,53	3,95	3,95	0,79	0,80	0,80	0,69	0,86	0,87
<b>Theil Inequality Coefficient</b>	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Bias</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Variance</b>	0,00	0,15	0,15	0,10	0,05	0,05	0,04	0,03	0,02
<b>Covariance</b>	0,99	0,84	0,84	0,89	0,94	0,94	0,95	0,96	0,97

Değerli metaller için RMSE istatistiği kıyaslandığında, modellerin tahmin performanslarının taşıma maliyetleri modeline göre başarısız kaldıkları gözükmektedir. TIC değeri bütün emtialar için sıfır değerine yakındır, yanlılık ve varyans bileşenleri ise kovaryans serisine göre küçük değerler almıştır.

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### SONUÇ

Bu yüksek lisans tezinin amacı, emtia piyasalarındaki uygunluk getirisi yaklaşımının, emtia vadeli işlem fiyatlarındaki etkisini göstermektir. Bu sebeple endüstriyel ve değerli metallerin vadeli işlem fiyatları Heaney (2002)'in modelindeki alım satım stratejisine göre tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Emtia piyasalarının finansal piyasalardan en önemli farkı, fiziksel varlığın stoklama zorunluluğudur. Emtia piyasalarında, fiziksel varlığın stoklamak için depolama, transfer ve sigorta maliyetlerine katlanılmaktadır, öte yandan finansal piyasalarda yatırımcılar dayanak varlığı emtia olan vadeli işlem sözleşmeleri ile benzer pozisyon alabilmektedirler. Kıtık, savaş veya doğal afet yaşanan dönemlerde, emtia arzındaki azalma ve talebin artmasıyla birlikte, fiziksel varlığa sahip olmanın avantajları artmaktadır. Böyle dönemlerde fiziksel varlığın fiyatı vadeli işlem fiyatından daha yüksek olabilmektedir. Bu fiyat farklılığı uygunluk getirisi kavramı ile açıklanmaktadır. Uygunluk getirisi ilk defa 2. Dünya savaşından önce fark edilmiş ve tanımlanmıştır. İlerleyen dönemlerde bu konuyla ilgili çok sayıda modelleme çalışmasıyla uygunluk getirisinin tahmin edilmesine çalışılmıştır.

Literatürde uygunluk getirisi üç farklı yaklaşım ile açıklanmaya çalışılmıştır. İlk yöntem, emtia fiyat hareketlerinin Wiener Sürecine göre hareket ettiğini kabul eden ve uygunluk getirisini stokastik ortalama değişkeni ile açıklamaya çalışan modellerdir. İkinci yöntem, Heath, Jarrow ve Morton (1992)'un modeline dayanmaktadır. Bu model ile vadeli işlem fiyatları, vade yapısal uygunluk getirisi



yaklaşımı ile tahmin edilmeye çalışılmıştır. Üçüncü yöntem ise uygunluk getirisini opsiyon değeri olarak kabul eden yaklaşımdır.

Literatürde test edilen modellerin hiç birisi emtia vadeli işlem fiyatlarını %100 açıklayamamaktadır, çünkü modellerin bir çoğu katı varsayımlara dayanmakta ve emtia piyasasının beklenmeyen fiyat hareketlerini ölçmede yetersiz kalmaktadır. Ancak bu üç yaklaşımdan en çok, uygunluk getirisini opsiyon değeri olarak kabul eden yaklaşım ekonomik faktörleri gözetmektedir.

Heaney'in modelinde uyguladığı uygunluk getirisi yaklaşımı opsiyon değerlendirme yöntemine dayanmaktadır. Model fiziksel varlığı stoklamanın, vadeli işlem sözleşmesi almaktan potansiyel farkını test etmektedir. Model spot fiyat oynaklığı, vadeli işlem fiyat oynaklığı ve vadeye kalan süre değişkenlerine bağlıdır.

Bu yüksek lisans tezinde endüstriyel metaller (alüminyum, bakır ve çinko) ile değerli metaller'in (altın, gümüş ve platinyum), 2000-2011 yılları arasındaki uygunluk getirilerini tahmin ederek bu emtiaların vadeli işlem fiyatlarına ulaşılmıştır. On iki yıllık periyotta, küresel krizin modelde yapısal farklılıklara sebep olduğu yapılan Chow testleri ile gözlemlenmiştir.

Modelde kullanılan spot ve vadeli işlem fiyatlarının oynaklığı çok önemli iki değişkendir. Bu değişkenlerin tahminlerinde 20 günlük varyans serisi ile Garch (1,1) varyans serisinin modelde değişiklik yaratıp yaratmadığı test edilmiştir. Bu testin sonucunda varyans modelinin incelenen emtialar üzerinde istatistiksel açıdan anlamlı bir değişim yaratmadığı gözlemlenmiştir.

Uygunluk getirisi, emtiaların fiziksel olarak elde bulundurulmasının yatırımcısına sağladığı getiridir. Bu getiri emtialar üretimde girdi olarak kullanıldığı için, emtiaların arzında karşılaşılan ani düşüşlerde ve ya talebindeki ani artışlarda daha rahat görülebilmektedir. Bu yaklaşımla, regresyon analizleri incelendiğinde,

endüstriyel metallerin vadeli işlem sözleşmeleri uygunluk getirisi kavramı ile başarılı bir şekilde tahmin edilebilirken, değerli metallerin vadeli işlem sözleşmelerinin fiyatları tahmin edilememiştir. Bu istatistiksel sonuçların ekonomik yorumu ise; endüstriyel metaller ile değerli metallerin kullanım alanları birbirine yakınsamasına rağmen, bu iki metal grubunun yatırımcıları, endüstriyel metalleri üretimde girdi olarak kabul ederken, değerli metalleri hem üretimde girdi olarak hem de spekülasyona açık varlıklar olarak kabul ettiğinden, vadeli işlem sözleşme fiyatlarının tahmin methodları farklılaşmaktadır. Uygunluk getirisi tanımı gereği üretimde kullanılan, fiziksel olarak saklanan emtiaların fiyatlarını tahmin etmede daha başarılı olmuştur.

Gerçekleşen vadeli işlem fiyatları ile tahmin edilen fiyatlar arasındaki farklılık basit taşıma modeli ile kıyaslanmıştır. Kıyaslama sonucunda endüstriyel metallerden alüminyum ve çinkoda, değerli metallerde gümüş ve platinyumda uygunluk getirisi yaklaşımının daha başarılı olduğunu gözlemlenmiştir. Bakır ve altında ise tahminlerin gerçekleşen vadeli işlem fiyatı ile farkının ortalaması basit taşıma maliyetine göre daha yüksek bulunmuştur.

## KAYNAKÇA

- Brennan, M. J. (1958). The supply of storage. *The American Economic Review*, 48, 50–72.
- Casassus and Collin-Dufresne (2004), Stochastic convenience yield implied from commodity futures and interest rates. *Carnegie Mellon University, Pittsburgh*
- Eugene F. Fama and Kenneth R. French (1983), Business cycles and the behaviour of metals price, “*The Journal of Finance*” 1988, vol.43, p. 1075-1094
- F. Black, M. Scholes (1973), The pricing of options and corporate liabilities, “*The Journal of Political Economy*”, vol.81, p.637-654
- French, K. R. (1983). A comparison of futures and futures prices. *Journal of Financial Economics*, 12, 311–342.
- Gibson, R., & Schwartz, E. S. (1990). Stochastic convenience yield and the pricing of oil contingent claims. *The Journal of Finance*, 45, 959–976.
- Harrison, J. M. (1985). *Brownian motion and stochastic flow systems*. New York: Wiley.
- Heaney, R. (2002). *Journal of Futures Markets*, Vol. 22, No. 10, pp. 1005-1017.
- Heath, Jarrow and Morton (1992), Bond pricing and the term structure of interest rates: a methodology for contingent claims valuations. “*Econometrica*” , vol.60, p.77-105
- Heinkel, R., Howe, M. E., & Hughes, J. S. (1990). Commodity: The convenience yield as an option profit. *The Journal of Futures Markets*, 10, 519–533.
- Hilliard and Reis (1998), Valuation of commodity futures and options under stochastic convenience yields, interest rates, and jump diffusions in the spot, “*Journal of Finance and Quantitative Analysis*”, vol.33, p.61-68
- Kaldor, N. (1939). Speculation and economic stability. *Review of Economic Studies*, 7, 1–27.
- Litzenberger, R. H., & Rabinowitz, N. (1995). Backwardation in oil futures markets: Theory and empirical evidence. *The Journal of Finance*, 50, 1517–1545.
- Longstaff, F. A. (1995). How much can marketability affect security values? *The Journal of Finance*, 50, 1767–1774.
- Mabro (1986), "Financial Intermediation and Price Level Control," *Journal of Monetary Economics*
- Milonas, N. T., & Thomadakis, S. B. (1997a). Convenience yield and the option to liquidate for commodities with a crop cycle. *European Review of*
- Milonas, N. T., & Thomadakis, S. B. (1997b). The convenience yield as call options: An empirical analysis. *The Journal of Futures Markets*, 17, 1–15.
- Securities Industry and Financial Markets Association, SmartBrief, <http://alquemie.smartbrief.com>, 11 December, 2008
- Schwartz, E. S. (1997). The stochastic behaviour of commodity prices: Implications for valuation and hedging. *The Journal of Finance*, 52, 923–973.

- Sorenson (2002), Modeling seasonality in agricultural commodity futures, "The Journal of Futures Markets", vol.22, p. 393-426
- Tokat, Tokat and Mutafoğlu (2012), Forecasting precious metal price movements using trader positions, "Resources Policy", vol.37, p. 273-280
- Working, H. (1949). The theory of the price of storage. The American Economic Review, 34, 1254–1262.

## EKLER

### Garch Modelleri

- Alüminyum

- Vadeli Fiyat Getirisi Garch Modeli

Değişken	Katsayı	Std. Sapma	Z İstatistiği	P değeri
C	9,60E-07	2,66E-07	3614336	0.0003
RESID(-1)^2	0,040212	0,004106	9,792856	0.0000
GARCH(-1)	0,956098	0,004046	2,363069	0.0000
R-kare	0,000031	Durbin-Watson		2,090391

- Spot Fiyat Getirisi Garch Modeli

Değişken	Katsayı	Std. Sapma	Z İstatistiği	P değeri
C	1,34E-06	3,52E-07	3,804563	0,0001
RESID(-1)^2	0,041591	0,004293	9,688394	0,0000
GARCH(-1)	0,953273	0,004383	2,175174	0,0000
R-kare	0,00003	Durbin-Watson		2,090375

- Bakır

- Vadeli Fiyat Getirisi Garch Modeli

Değişken	Katsayı	Std. Sapma	Z İstatistiği	P değeri
C	1,82E-06	4.46E-07	4,0700 73	0,0000
RESID(-1)^2	0,056210	0,004908	1,145203	0,0000
GARCH(-1)	0,939490	0,004861	1,932907	0,0000
R-kare	0,000657	Durbin-Watson		2,120527

○ Spot Fiyat Getirisi Garch Modeli

Değişken	Katsayı	Std. Sapma	Z İstatistiği	P değeri
C	2,46E-06	5,66E-07	4,343236	0,0000
RESID(-1)^2	0,062184	0,005377	1,156419	0,0000
GARCH(-1)	0,931892	0,005565	1,674701	0,0000
R-kare	0,000641	Durbin-Watson		2,111977

• Çinko

○ Vadeli Fiyat Getirisi Garch Modeli

Değişken	Katsayı	Std. Sapma	Z İstatistiği	P değeri
C	2,46E-06	5,66E-07	4,343236	0,0000
RESID(-1)^2	0,062184	0,005377	1,156419	0,0000
GARCH(-1)	0,931892	0,005565	1,674701	0,0000
R-kare	0,000641	Durbin-Watson		2,111977

○ Spot Fiyat Getirisi Garch Modeli

Değişken	Katsayı	Std. Sapma	Z İstatistiği	P değeri
C	9,60E-07	2,64E-07	3,635090	0,0003
RESID(-1)^2	0,039849	0,004124	9,663142	0,0000
GARCH(-1)	0,958875	0,004035	2,376281	0,0000
R-kare	0,000046	Durbin-Watson		2,049126

• Altın

○ Vadeli Fiyat Getirisi Garch Modeli

Değişken	Katsayı	Std. Sapma	Z İstatistiği	P değeri
C	3,45E-06	2,41E-07	1,435787	0,0000
RESID(-1)^2	0,056378	0,005399	1,044279	0,0000
GARCH(-1)	0,918763	0,006071	1,513341	0,0000
R-kare	0,002325	Durbin-Watson		1,976903

○ Spot Fiyat Getirisi Garch Modeli

Değişken	Katsayı	Std. Sapma	Z İstatistiği	P değeri
C	2,73E-06	2,30E-07	1,186942	0,0000
RESID(-1)^2	0,055827	0,005115	1,091359	0,0000
GARCH(-1)	0,924410	0,005985	1,544632	0,0000
R-kare	0,002369	Durbin-Watson		2,039807

• Gümüş

○ Vadeli Fiyat Getirisi Garch Modeli

Değişken	Katsayı	Std. Sapma	Z İstatistiği	P değeri
C	1,14E-06	3,60E-07	3,151746	0,0016
RESID(-1)^2	0,061837	0,003738	1,654241	0,0000
GARCH(-1)	0,939749	0,003683	2,551791	0,0000
R-kare	-0,000745	Durbin Watson		1,983155

○ Spot Fiyat Getirisi Garch Modeli

Değişken	Katsayı	Std. Sapma	Z İstatistiği	P değeri
C	1,16E-06	3,64E-07	3,176010	0,0015
RESID(-1)^2	0,072986	0,003990	1,829024	0,0000
GARCH(-1)	0,929972	0,003987	2,332716	0,0000
R-kare	-0,000800	Durbin-Watson		2,027769

- **Platinyum**

- **Vadeli Fiyat Getirisi Garch Modeli**

<b>Değişken</b>	<b>Katsayı</b>	<b>Std. Sapma</b>	<b>Z İstatistiği</b>	<b>P değeri</b>
<b>C</b>	4,74E-06	6,89E-07	6,874525	0,0000
<b>RESID(-1)^2</b>	0,095516	0,005087	1,877806	0,0000
<b>GARCH(-1)</b>	0,889171	0,006397	1,389910	0,0000
<b>R-kare</b>	-0,000583	<b>Durbin-Watson</b>		1,920091

- **Spot Fiyat Getirisi Garch Modeli**

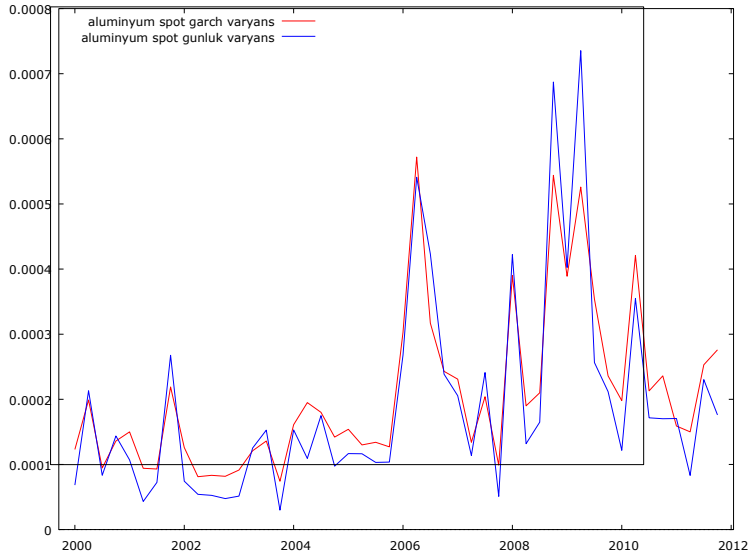
<b>Değişken</b>	<b>Katsayı</b>	<b>Std. Sapma</b>	<b>Z İstatistiği</b>	<b>P değeri</b>
<b>C</b>	3,34E-06	5,85E-07	5,715247	0,0000
<b>RESID(-1)^2</b>	0,084350	0,007153	1,179250	0,0000
<b>GARCH(-1)</b>	0,901863	0,007940	1,135877	0,0000
<b>R-kare</b>	-0,000645	<b>Durbin-Watson</b>		1,896936



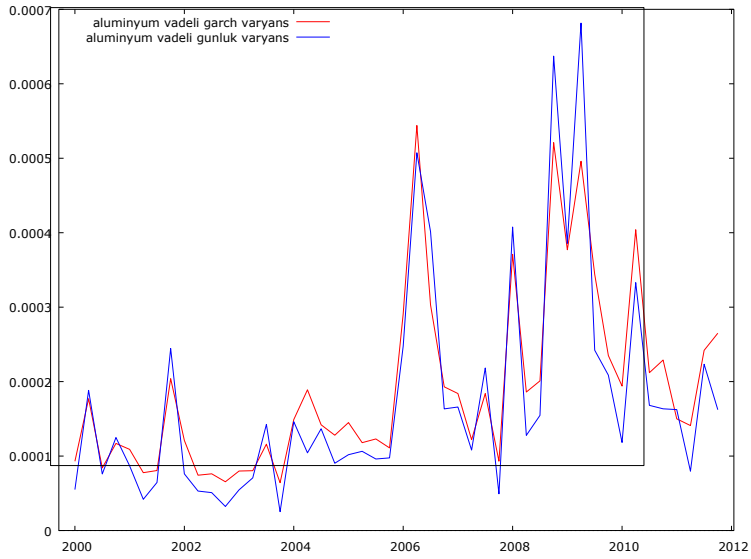
# Varyans Serilerinin Grafiksel Karşılaştırılması

- **Aluminyum**

- **Spot**

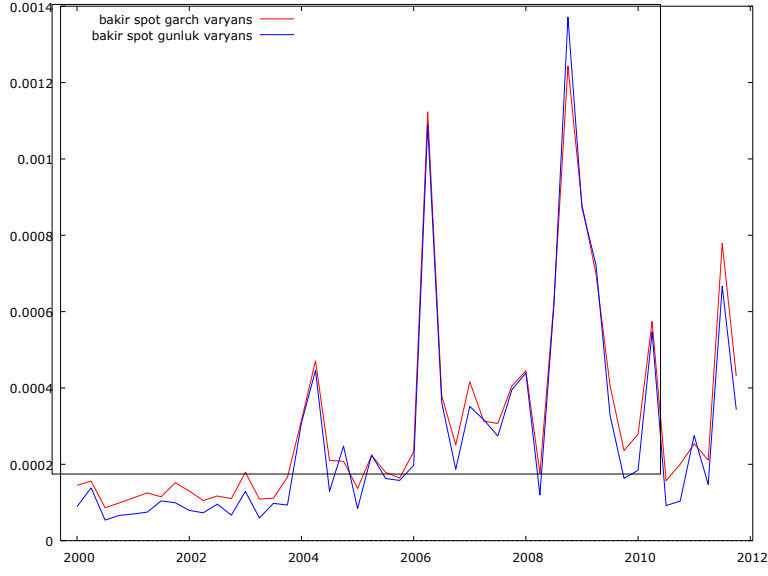


- **Vadeli**

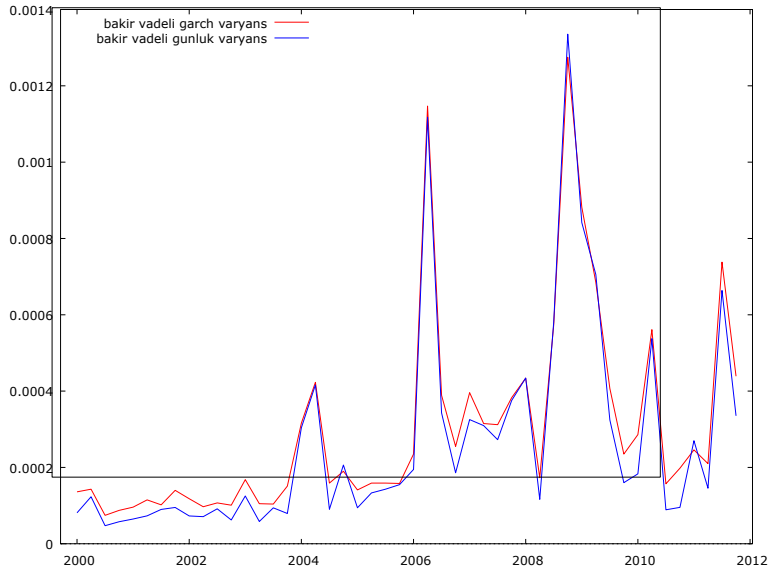


- **Bakır**

- **Spot**

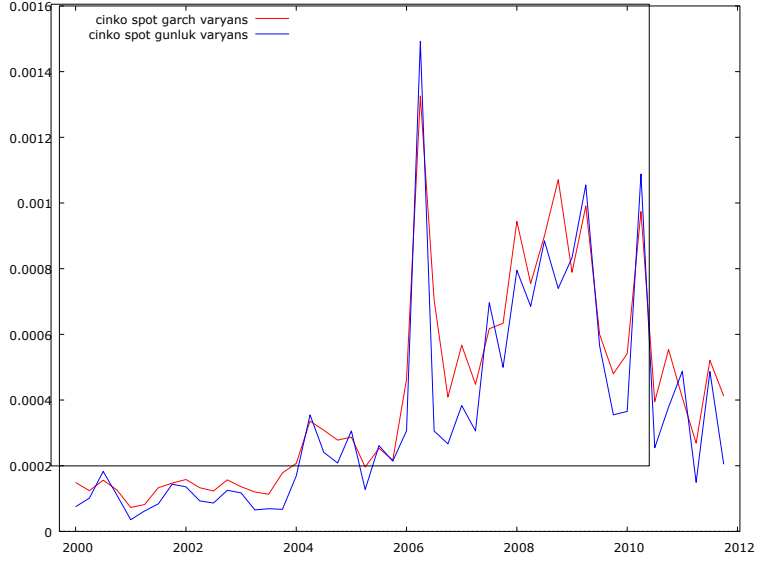


- **Vadeli**

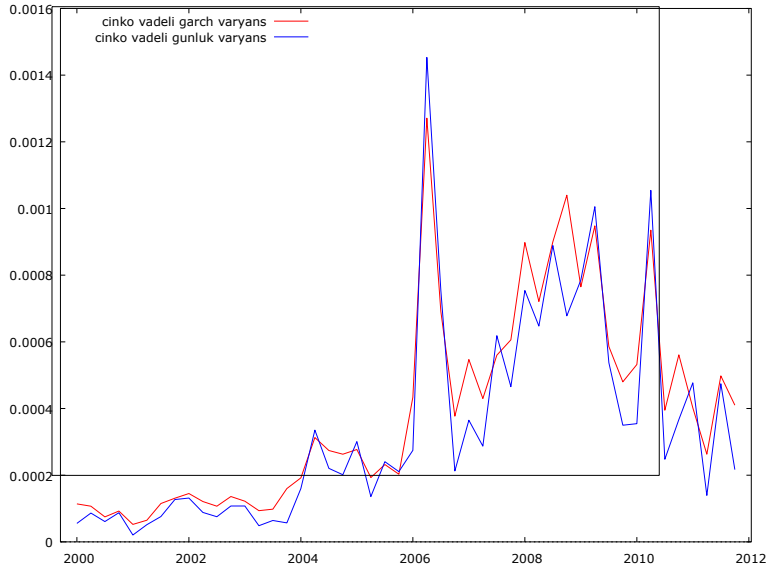


- **Çinko**

- **Spot**

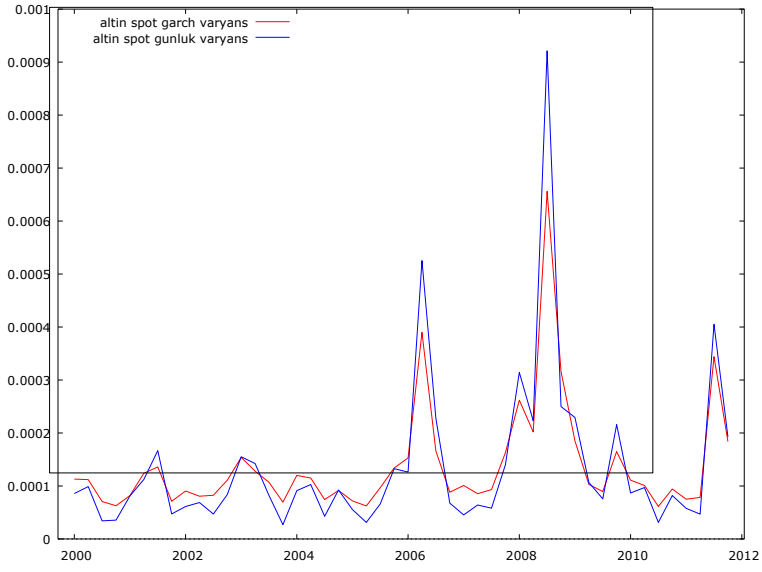


- **Vadeli**

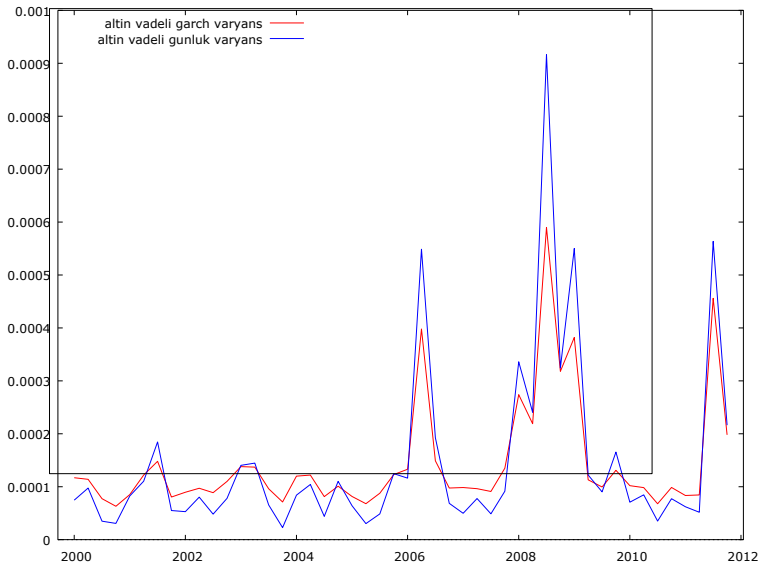


- **Altın**

- **Spot**

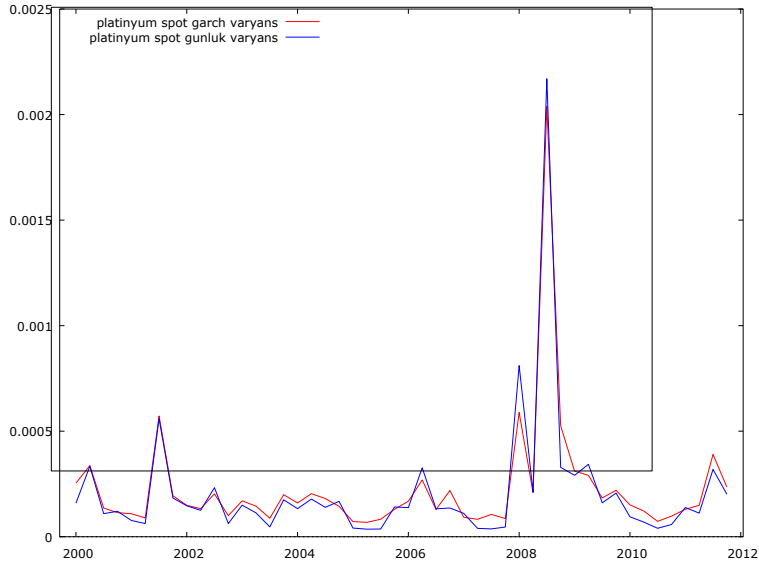


- **Vadeli**

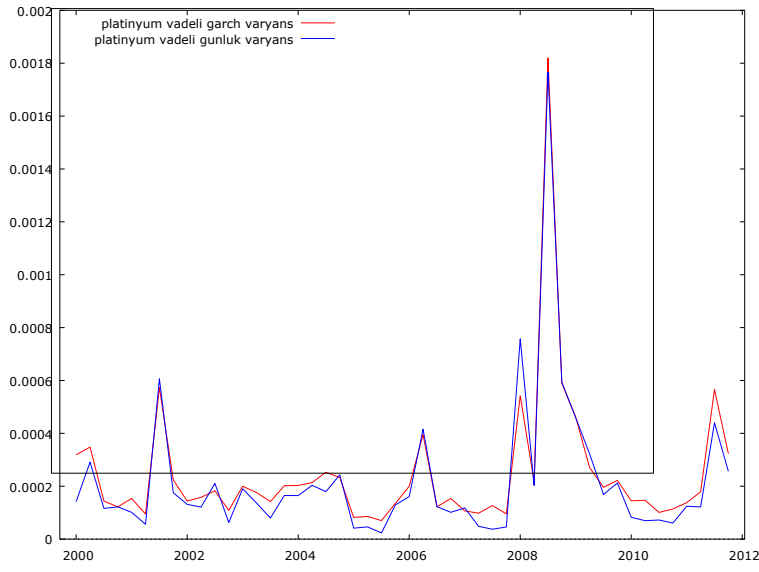


- **Platinyum**

- **Spot**

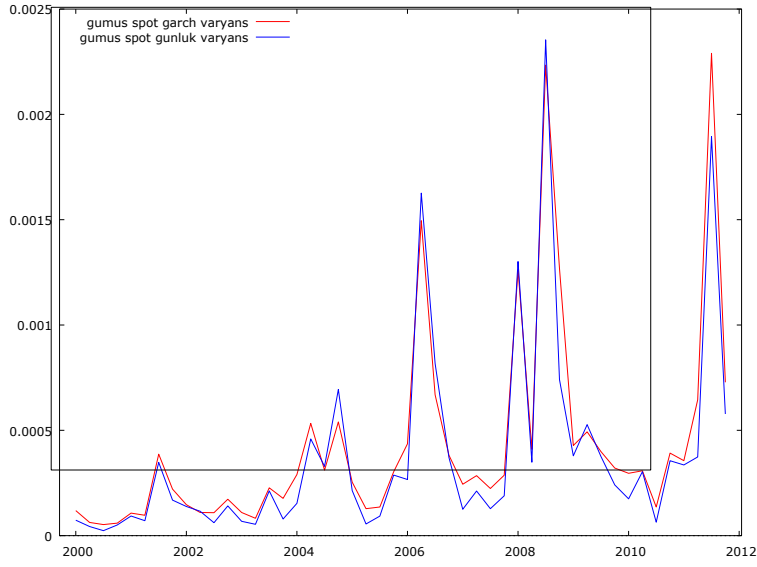


- **Vadeli**



• **Gümüş**

○ **Spot**



○ **Vadeli**

