

DÜNYA HAM PETROL FİYATLARININ ANALİZİ ve TAHMİNİ: “ÜRETİMLE BİRLİKTE FİYATLARDA ARTMAKTA MI?”

Hakan YILDIRIM

Marmara Üniversitesi, İ.İ.B.F., İşletme Bölümü, Yardımcı Doçent Dr.

ANALYSIS AND FORECAST OF WORLD CRUDE OIL PRICES: "DO PRICES INCREASE WITH THE INCREASE IN PRODUCTION?"

Abstract: In almost all studies made on estimation of world crude oil prices till now, production quantities are taken as reference. Therefore, it is assumed that there is a strong negative relation between crude oil production and oil prices. World crude oil prices are highly sensitive to the stability of economical and political factors, and to expectations on the production and demand levels that these economical and political factors influence. Suspensions about demand decrease which may be caused by a possible depression and shrinkage in economies, causes drastically price reductions. Also political and martial crisis that may take place in oil producer regions and countries causes price fluctuations, resulted by the concerns on oil supply shortage. In this study, with the aim of examining oil prices, characteristics of series are analyzed based on data between 1975 and 2004, and the appropriate estimation model was defined.

Keywords: Forecasting Techniques, Time Series, Auto-Correlation

DÜNYA HAM PETROL FİYATLARININ ANALİZİ ve TAHMİNİ: “ÜRETİMLE BİRLİKTE FİYATLARDA ARTMAKTA MI?”

Özet: Dünya ham petrol fiyatlarının tahmin edilmesine yönelik günümüze dek yapılan çalışmaların hemen hepsinde üretim miktarları referans olarak kullanılmakta ve ham petrolün üretimi ile petrol fiyatları arasında kuvvetli bir negatif yönlü ilişki olduğu varsayılmaktadır. Tahmin senaryolarındaki fiyat öngörülleri, makro ekonomik dengelerdeki değişimler ve bunlara bağlı hesaplanan talep seviyesi ile ham petrol rezervleri göz önünde bulundurularak hazırlanmış olsa da, petrole olan talebin büyük oranda petrol fiyatlarına bağlı olarak belirlendiği ve petrol rezervlerinin, petrol fiyatlarının yükselmesiyle arama faaliyetlerinin cazip hale geldiği bir ortamda seviye değiştirdiği düşünüldüğünde, fiyatlarının belirleyicisi olarak tespit edilen asıl açıklayıcı değişkenin üretim miktarı olarak kabul edildiği göze çarpmaktadır. Söz konusu çalışmalarda, bölgeler bazında petrol rezervlerinin durumu, arama faaliyetlerine yapılan yatırım tutarları ve teknolojiye yaşanacak gelişmelerin de değerlendirildiği ancak bunların sadece üretim seviyesini etkileyen faktörler olarak tanımlandığı görülmektedir. Bu çalışmada 1975 – 2004 yılları arasındaki yıllık petrol fiyatları baz alınarak farklı tahmin teknikleri 2005 yılı tahmini yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tahmin Teknikleri, Zaman Serisi, Otokorelasyon

I. GİRİŞ

Dünya ham petrol fiyatları ekonomik ve siyasi dengelere ve bunlara bağlı olarak şekillenen üretim ve talep seviyelerindeki beklentilere duyarlı olmaktadır. Ekonomide yaşanabilecek bir daralma sebebiyle ham petrole olan talebin azalacağı endişeleri fiyatları kısa vadede büyük bir hızla aşağıya çekerken petrol üretiminin üst seviyelerde olduğu bölgelerde yaşanabilecek siyasi veya askeri krizler, petrol arzında sıkıntı yaşanacağı yönündeki beklentilerin oluşması sebebiyle fiyatların dalgalanmasına yol açmaktadır.

Dünya ham petrol fiyatlarının tahmin edilmesine yönelik günümüze dek yapılan çalışmaların hemen hepsinde üretim miktarları referans olarak kullanılmakta ve ham petrolün üretimi ile petrol fiyatları arasında kuvvetli bir negatif yönlü ilişki olduğu varsayılmaktadır. Tahmin senaryolarındaki fiyat öngörülleri, makro ekonomik dengelerdeki değişimler ve bunlara bağlı

hesaplanan talep seviyesi ile ham petrol rezervleri göz önünde bulundurularak hazırlanmış olsa da, petrole olan talebin büyük oranda petrol fiyatlarına bağlı olarak belirlendiği ve petrol rezervlerinin, petrol fiyatlarının yükselmesiyle arama faaliyetlerinin cazip hale geldiği bir ortamda seviye değiştirdiği düşünüldüğünde, fiyatlarının belirleyicisi olarak tespit edilen asıl açıklayıcı değişkenin üretim miktarı olarak kabul edildiği göze çarpmaktadır. Söz konusu çalışmalarda, bölgeler bazında petrol rezervlerinin durumu, arama faaliyetlerine yapılan yatırım tutarları ve teknolojiye yaşanacak gelişmelerin de değerlendirildiği ancak bunların sadece üretim seviyesini etkileyen faktörler olarak tanımlandığı görülmektedir.

Dünya ham petrol fiyatlarının tahmin edilmesine yönelik birçok çalışma yapılmakta ancak çalışmaların büyük bir kısmı ham petrol fiyatlarının öngörülmesinde serinin kendi özelliklerini ve tarihsel izlerini dikkate almamaktadır. Günümüze dek yapılan çalışmaların bu özelliği düşünüldüğünde bu çalışma, dünya ham petrol

fiyatlarının analizine ve tahmin edilmesine yönelik farklı bir bakış açısı ortaya koymakta ve geleceğe yönelik değerlerin tahmin edilmesinde ham petrol fiyatlarının kendi özelliklerine odaklı alternatif tekniklerin performanslarını değerlendirmektedir.

II. TAHMİN TEKNİKLERİNE GENEL BİR BAKIŞ

Yönetimin temel fonksiyonlarından biri gelecek için planlamadır, gelecekle ilgili sayısal değerleri hesaplayabilmede ve planlama yapabilmeye en önemli unsur ise tahmindir [1]. Tahmin, sıklıkla kestirim kelimesi ile aynı anlamda kullanılmakta olsa da esas itibarı ile kestirim ve tahmin arasında önemli bir fark vardır. Kestirim var olan bir şeye değer biçme, var olanı değerlendirme olurken, tahmin var olacak olanı belirlemedir [1]. Tahmin biliminin en geniş anlamda yüz binlerce yıllık bir geçmişi olduğundan söz etmek mümkünse de matematiksel anlamda ifadesi yirmi bin yıl civarındadır [2]. Bu kadar eskilere dayanan bir tarihsel geçmişe rağmen günümüzde kullanılan tahmin tekniklerinin birçoğu 19.yy ve sonrasında geliştirilmiştir [3]. Elektronik bilgisayarların icadı ile birlikte, daha sofistike tahmin tekniklerinin geliştirilmesi, tahmin konusuna olan ilginin her geçen gün artmasına yol açmış, artan bu ilgi sürdürülen çalışmaların hızına ivme katmıştır. Son çeyrek asırda büyük ilerlemeler kaydedilmesiyle, sadece İngilizce olmak üzere tahmin konusunda iki yüzün üzerinde kitap yazılmıştır [4].

II.1. Tahmin Hatasının Ölçülmesi

Tahmin sürecindeki hataların ölçümü için çeşitli hesaplamalar yapılmakta bu hesaplamalar, geçmişteki zaman dilimleri için tahmin edilen değerlerle, gerçekleşen değerlerin karşılaştırılması prensibine dayanmaktadır. Tahmin değerleri ile gerçekleşen değerler arasındaki bu fark genellikle 'artık' olarak adlandırılmaktadır [3]. Matematiksel anlamda ifadesi T periyodu için gerçekleşmiş değer y_t , tahmini değer F_t , tahmin hatası e_t olmak üzere,

$$e_t = y_t - F_t$$

şeklinde dir.

Tahmin hatasının ölçülmesinde kullanılan yöntemlerden ilki, Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error) yöntemidir. Ortalama Mutlak Hata,

$$MAE = \frac{\sum |e_t|}{n}$$

şeklinde hesaplanmakta, her hatanın mutlak değerinin ortalamasını kullanarak tahmin tekniğinin doğruluk derecesini belirlemektedir. Aynı seri içindeki terimlerin

tahmin hatası ölçülmek istendiğinde ortalama mutlak sapma oldukça kullanışlı olmaktadır.

Tahmin hatasının ölçülmesinde ikinci hesaplama yöntemi, Hata Kareleri Ortalaması (Mean Squared Error) dir. Hata Kareleri Ortalaması,

$$MSE = \frac{\sum e_t^2}{n}$$

şeklinde hesaplanır. Bu yaklaşım, sapmaların kareleri alındığından büyük sapmaların olması durumunda abartılı sonuç verir [1]. Hata değerlerinin yüksek olduğu hallerde MSE yönteminin bu yönü hatırlanmalıdır.

Bazı durumlarda tahmin hatalarının değerleri yerine oranlarının hesaplanması daha faydalı olabilir [3]. Böyle durumlarda, Mutlak Sapma Oranları Ortalaması (Mean Absolute Percentage Error) tercih edilmekte,

$$MAPE = \frac{\sum \frac{|e_t|}{Y_t}}{n}$$

şeklinde ifade edilmektedir. Bu yöntemde her dönem için mutlak sapmanın gerçekleşen değere oranı hesaplanarak bunların aritmetik ortalaması bulunur [1]. MAPE, tahmin hatalarının gerçekleşen değerler ile karşılaştırıldığında ne kadar büyük olduğunun ortaya konmasında ve farklı serileri için birden fazla tahmin tekniğinin doğruluğunun karşılaştırılmasında hassas bir gösterge olarak kabul edilmektedir [3].

Bazen, tahmin tekniğinin belli bir amaca yönelik olup olmadığını yani tarafsızlığını belirlemek gerekmektedir [5]. Modelin hesapladığı değerler, gerçekleşen değerlerin sürekli olarak altında yahut üstünde kalıyorsa modelin tarafsız olduğunu söylemek mümkün olmamaktadır. Tarafsızlığın belirlenmesinde Hata Oranları Ortalaması (Mean Percentage Error) yöntemi hata değerlerinin negatif ve pozitif değerlerini ortaya koyması sebebiyle uygun görülmektedir. MPE, MAPE' nin pay kısmında yapılan küçük bir değişiklik ile

$$MPE = \frac{\sum \frac{e_t}{Y_t}}{n}$$

şeklinde hesaplanmaktadır.

MAE, MSE, MAPE ve MPE yöntemleri tahmin hatasının ölçülmesine uzun yıllardan beri kullanılmakta ve birçok karar verici, modelin başarı ya başarısızlığını böylelikle ölçmektedir.

Son yıllarda, tahmin hatasının ölçülmesinde sıklıkla kullanılan yöntemlerin yeterliliğine yönelik araştırmalar, hata ölçümüne yeni bir boyut getirmiş ve alternatif hata ölçüm yöntemlerinin geliştirilmesine yol açmıştır. Hesaplama kolaylığı ve istatistiksel kavramlar ile bütünleşmesi sebebiyle uzun yıllardan beri istatistikçiler tarafından öncelikli olarak tercih edilen Hata Kareleri Ortalaması yönteminin, yürütülen Ampirik çalışmaların ardından (MSE yönteminin, Chatfield 1988, Armstrong and Collapy 1992 ve Fildes 1992 tarafından yürütülen ampirik çalışmalar sonucunda, modellerin karşılaştırılmasında uygun olmadığı sonucuna varılmıştır), yeterince güvenilir olmaması sebebiyle tahmin modellerinin kıyaslanmasında pek de uygun olmadığı anlaşılmıştır [6]. Tahmin Modellerin karşılaştırılmasında, tahmin hatasının ölçülmesine yönelik diğer yöntemler daha uygun görünse de günümüze dek yürütülen çalışmalar en uygun yöntemin hangisi olduğu konusunda ortak bir sonuca varamamaktadır.

Bu durumun aksine, Göreceli Hata yöntemlerinin tahmin hatasının ölçülmesinde daha uygun olduğu yönünde bir konsensüs gelişmektedir [6]. Göreceli ölçüm yöntemlerinin kökleri Ohlin ve Duncan'ın 1949 yılında yaptıkları çalışmalara kadar uzanmaktadır. Ohlin ve Duncan yarattıkları Tahmin Etkinliği Endeksi (Index of Predictive Efficiency) ile tahmin tekniklerinin karşılaştırılmasına yeni bir boyut getirmişlerdir (Tahmin Etkinliği Endeksi, iki farklı tahmin metodunun hata farklarının alınarak, bu farkın metotlardan birinin hatasına bölünmesi ile oluşturulan bir endekstir) [7]. 1966 yılında Theil tarafından geliştirilen U2 yöntemi de, tahmin modelinin hata kareleri ortalamasının, rasgeleliğin (random walk) hata kareleri ortalamasına bölünmesiyle tahmin hatasının ölçülmesine yönelik bir başka yaklaşımı ortaya koymuştur.

Armstrong ve Collapy, bütün bu çalışmaların üzerine kendi araştırma sonuçlarını da ekleyerek Göreceli Mutlak Hata (Relative Absolute Error) yöntemini geliştirmiş, tahmin modelinin mutlak hatasını, rasgeleliğin mutlak hatasına bölerek köklü bir geleneğinin son temsilcisi olan RAE tahmin ölçüm yöntemini ortaya koymuşlardır.

Tahmin teknikleri konusunda, uzun yıllardan beri çalışmakta olan Yunanlı matematikçi Spyros Makridakis ise, 1993 yılında yazdığı kitabında RAE yönteminin modelin seçilmesi dışındaki karar verme süreçlerinde yetersiz olduğu fikrini ortaya koymuş ve RAE yöntemi yerine MAPE' nin bir modifikasyonu olan UAPE (Unbiased Absolute Percentage Error) yöntemini geliştirerek bu yöntemin daha kullanışlı olduğu fikrini savunmuştur. UAPE yönteminde, APE'nin paydasında yapılan küçük bir değişiklik tahmin ve gerçekleşen değerlerin yerine bu değerlerin ortalamasını kullanılmış ve Makridakis'in kendisinin de söylediği gibi hatanın büyüklüğüne bağlı kalan tarafsız bir model haline

gelmiştir. Ancak UAPE yönteminin de ,yöneticiler tarafından zor anlaşılacağı ve bazı durumlarda yetersiz kalabileceği konusunda karşı eleştiriler getirilmiştir.

II.2. Başlıca Tahmin Teknikleri

Tahmin teknikleri başlıca üç gruba ayrılmaktadır [8]. Bunlar,

1. Yargısal teknikler: Birçok tahmin durumunda, tahmin değerlerinin elde edilmesinde tarihsel verilerin analizi yöntemi kullanılmakta, analizcinin kişisel görüş ve yargıları karar verme sürecine dahil edilmemektedir [3]. Bir başka deyişle, yeterli miktarda güvenilir sayısal verilerin bulunmadığı veya elde bulunan verilerin geleceğe yönelik tahmini istenen olguları aydınlatıcı niteliği olmadığına karar verildiği durumlarda yargısal teknikler yaygın olarak kullanılmaktadır [8]. Yargısal müdahaleler, tahmin sürecini ve tahminin sonuçlarını analizcinin geçmiş verileri anlama, değerlendirme ve geleceği tahmin etme yeteneklerine göre farklı derecelerde etkilemektedir. İlginçtir, yapılan araştırmalar tarihsel verilerin kullanıldığı tahmin durumlarında, yargısal müdahalelerin yapılmasının tahminin doğruluk derecesini düşürdüğünü göstermektedir [9].

2. Yapısal tahmin teknikleri: Yapısal tahmin modellerinde, tahmini değeri bulunacak değişkenin birçok faktörden etkilendiği düşünülerek, modelin oluşturulmasında bağımlı değişkenin etkilendiği ya da bağlı olabileceği diğer değişkenlerin tespitine çalışılmakta ve bu etkilerin formüle edilmesi amaçlanmaktadır. Yapısal modellerde bir değişkenin gelecekte değerini tahmin etmekten çok iki yada daha fazla değişken arasındaki ilişkinin açıklanmasına çalışılmaktadır [2].

Yapısal tahmin tekniklerinden ilk akla gelenler, regresyon ve ekonometrik modeller olabilir. Regresyon modelleri, tahminden ziyade bağımlı değişken ve açıklayıcı değişkenler arasındaki ilişkinin tanımlanması için kullanılmaktadır. Bu modellerin tahmin yapımında kullanılabilmesi için açıklayıcı değişkenlerle bağımlı değişken arasında gecikmeli ilişkinin de bulunması gerekir [10]. Ekonometrik modeller, ekonomi biliminin temel kanunları doğrultusunda değişkenler arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak açıklayan modeller olarak tanımlanabilir [4]. Ekonometrik modelleme, ulusal ekonomi veya dünya ekonomisindeki değişimleri matematiksel bir model ile açıklarken genellikle yargısal teknikler ve çoklu regresyon analizi ile bütünleşme içindedir [3]. Bir ekonometrik model birbirine bağımlı birden fazla regresyon denklemini içerebilir [11].

3. Zaman serisi modelleriyle tahmin teknikleri: Zaman serisi modelleri, tahmin değişkeninin geçmiş değerleri kullanılarak oluşturulan modellerdir [8]. Bu modellerde tahmin edilecek değişkenin geçmişte aldığı değerlerin tahmin için gerekli bilgiyi içerdiği

varsayımından hareket edilmekte ve geçmişte veriler üzerinde etkili olan faktörlerin, gelecekte de verileri aynı şekilde etkilemesi beklenmektedir. Zaman serisinin geçmişteki tabiatının gelecekte de devam etmesi değişkenin durağan (stationary) olduğunu gösterir [8].

Tahmin tekniklerinin hemen hepsinin temel hareket noktası, verilerde belirleyici bir iz bulunuyorsa, bunun düzeltme teknikleri kullanılarak rasgelelikten ayrılabilmesi konusudur [12]. Böyle bir düzeltme, serideki izin gelecekteki değerlerinin projeksiyonuna imkan verecek ve tahminler yapılan bu projeksiyonlar üzerine oturtulabilecektir. Birçok durumda, seride bulunan belirgin iz ya da karakter çözümlenerek, zaman serilerinin bileşenlerini ortaya koyan alt karakterlere ayrılabilir. Böyle bir ayrıştırma süreci, serinin davranışının daha iyi anlaşılabilir, tahminin doğruluk derecesinin yükseltilmesini sağlamaktadır.

II.3. Hareketli Ortalamalar ve Üstel Düzeltme Teknikleri

Hareketli ortalama ve üstel düzeltme teknikleri, geleceğe yönelik tahminler yapılmasında geçmiş değerlerin ağırlıklı ortalamalarının yada geçmişe gidildikçe üstel olarak azalan ağırlıklı ortalamalarının kullanılması anlamına gelmektedir. Zaman serilerinin hareketli ortalama modellerinde, serinin geçmiş değerlerinin aritmetik ortalaması ve ağırlıklı ortalaması kullanılarak tahminde bulunmaktadır. Bu tekniklere hareketli ortalama denmesinin sebebi seriye eklenen her yeni değer ile birlikte yeni bir ortalamanın hesaplanabileceği olmasıdır [4]. Başlıca hareketli ortalama modelleri şöyle sıralanmaktadır;

- Basit hareketli ortalama modeli,
- Ağırlıklı hareketli ortalama modeli,
- Çift hareketli ortalama modeli.

Üstel düzeltme tekniklerinin doğasında, tahmini yapılacak değişkenin aldığı değerlerin birtakım izler taşıdığı ve arızı dalgalanmalar da dahil olmak üzere geçmiş değerler incelenerek bu izlerin tespit edilebileceği beklentisi vardır. Üstel düzeltme tekniklerinin amacı geçmiş değerleri 'düzelterek' arızı dalgalanmaları ve verideki genel eğilimi birbirinden ayırmaktır [4]. Hareketli ortalama yönteminde kaç periyodun hesaplamaya dahil edileceğinin net olarak söylenmemesi ve ancak deneme yanılma yöntemi ile belirlenmesi, ayrıca basit hareketli ortalama tekniğinde, hesaplamaya dahil edilen son m dönemin değerleri eşit ağırlıkta olması gibi sakıncalı olabilecek iki durumu ortadan kaldırmak için üstel düzeltme teknikleri önerilmektedir [1].

Üstel düzeltme tekniğinde geçmiş dönem değerlerinin ağırlıklı ortalaması hesaplanarak, gelecek

dönemin tahmini değeri olarak alınmaktadır. Buradaki ağırlıklar geçmişe gidildikçe üstel olarak azalma göstermekte ancak ağırlıkların üstel olarak azalması sebebiyle ne kadar geçmişe gidilirse gidilsin asla sıfır olmamaktadır. Üstel düzeltme yöntemleri Box – Jenkins yönteminin geliştirilmesinde bir basamak teşkil etmekte ve regresyon analiziyle birlikte de kullanılabilir [13].

Başlıca üstel düzeltme teknikleri şöyle sıralanabilir;

- Basit Üstel Düzeltme Tekniği,
- Brown'ın Üstel Düzeltme Tekniği,
- Üçlü Üstel Düzeltme Tekniği,
- Yanıt – Oranı – Uyarlamalı Üstel Düzeltme Tekniği,
- Holt'un İki Parametrelili Üstel Düzeltme Tekniği,
- Winters'ın Mevsimsel Üstel Düzeltme Tekniği,

III. DÜNYA HAM PETROL FİYATLARININ ANALİZİ

Dünya ham petrol fiyatları, diğer tüm ürünlere benzer şekilde, arzın talebe göre yetersiz yada fazla olduğu durumlarda, makro ekonomik dengelerdeki değişimlere de bağlı olarak dalgalanmalar göstermekte, bu dalgalanmalarla birlikte ham petrol fiyatlarının konjonktürü her birkaç yıllık dönemin ardından genişlemektedir [14]. Ham petrol fiyatları genel olarak uluslararası piyasalar, OPEC ile OPEC üyesi olmayan ülkelerdeki üretim seviyelerine ve ham petrole olan talebe bağlı olarak belirleniyor olsa da ekonomik ve siyasi dengelerde oldukça sık yaşanan değişimler, ham petrol fiyatlarının gelecekteki değeri konusunda bu değişkenlere bağlı uzun vadeli bir tahmin yapılmasını zorlaştırmaktadır [15].

Yirminci yüzyılın başlarından itibaren, ham petrol üretimi ve fiyatlarının kontrol altına alınmasına yönelik çalışmalarla birlikte, özellikle Amerika Birleşik Devletleri'ndeki sanayi fiyatlarının düzenlenmeye başlaması, dönemin ham petrol fiyatlarının 1996 yılı doları ile ifade edildiğinde ortalama 19.27\$ seviyelerinde gerçekleşmesine yol açmıştır. Aynı dönem için medyan fiyatın 1996 yılına göre düzeltilmiş kurla, 15.27\$ olduğu düşünülürse, 1947 ve 1997 yılları arasındaki elli yıllık dönemde fiyatların ancak yüzde ellisinin 15.26\$ seviyesini geçtiği anlaşılmakta ve sadece Ortadoğu'daki çelişki ve anlaşmazlıkların yaşandığı kriz dönemlerinde

ham petrolün varil fiyatının 22.00\$ seviyesinin üzerine çıkabildiği görülmektedir.

Daha geniş bir zaman periyodu incelendiğinde ise, 1869-1997 yılları arasında ham petrol fiyatlarının enflasyona göre düzeltilmiş değerlerinin, varil başına ortalama 18.63\$ seviyesinde gerçekleştiği ve geçen bu zamanın yüzde ellisinde de fiyatların 14.91\$'in altında olduğu gözlenmektedir [14].

1999 yılının Ocak ayından, 2000 yılının Eylül ayına dek dünya ham petrol talebindeki artışa ve OPEC' in üretim miktarında kesinti uygulamasına geri dönmesiyle ham petrolün varil fiyatı büyük bir sıçrama ile 12\$'dan 27\$ seviyesine ulaşmıştır. Bu dönemden sonra Amerikan ekonomisinde yaşanan krize ve OPEC' in üretim fazlası açıklamasına bağlı olarak petrolün fiyatı aşağıya doğru hareketlenmiş ve 11 Eylül 2001 tarihinde Amerika Birleşik Devletlerine karşı yapılan terörist saldırı ile birlikte keskin bir düşüşe geçmiştir. Bu düşüşün sebebi, terörist saldırı sonrası dünya ekonomisinin daha kötüye gideceği ve petrole olan talebin iyice daralacağı beklentisidir. 11 Eylül sonrası 2002 yılının hemen başlarında OPEC ve OPEC üyesi olmayan ülkelerin üretimi kısma kararları ile birlikte petrol fiyatları biraz toparlanmış Ortadoğu'da olayların durulmaması ve yeni bir savaş beklentisi ile tekrar yükselişe geçmiştir.

2002 yılının başlarında OPEC' in üretimde kesintilere devam etmesi, önemli bir petrol üreticisi olan Venezüella'daki siyasi ve ekonomik belirsizlikler ve Ortadoğu'da yükselen tansiyon Ocak - Haziran ayları arasında fiyatların ciddi şekilde yükselmesine yol açmıştır. Bu dönemi takip eden aylarda da, Venezüella'da yaşanan grev, Irak'ta savaş ihtimalinin güçlenmesi ve global soğuk hava koşullarının ortak sonucu olarak petrol rezervlerinde yaşanan keskin düşüş, petrol fiyatlarının yıl sonuna doğru 30\$ seviyesinin üzerine çıkmasına sebep olmuştur.

9 Şubat 2002'de Birleşmiş Milletler Güvenlik Konseyi'nde Irak'ın kitle imha silahlarından arındırılmasına yönelik 1441 Sayılı kararın alınmasından sonra varili 18 dolar düzeyine kadar düşen ham petrol fiyatları, bu tarihten sonra artarak 2002 yılı ortalarında 27 dolar düzeyine kadar yükselmiştir. Eylül 2002'de savaş olasılığının azalmasına paralel olarak 25 dolar düzeyinin altına inen fiyatlar, Kasım 2002'den itibaren ABD'nin savaş konusundaki kararlılığı ve bölgeye yaptığı askeri yığınakla beraber ham petrol fiyatları yeniden tırmanışa geçmiş, Mart 2003'te 35 dolara yükselmiştir [16].

2004 yılının Mayısına gelindiğinde, ham petrol fiyatları Ekim 1990'dan bu yana en yüksek düzeyine ulaşmıştır. Dünya petrol rezervinin üçte ikisini elinde bulunduran Orta Doğu'daki siyasi istikrarsızlık ve muhtemel sabotaj saldırıları ile ABD'deki petrol stoklarının azalmasının yarattığı endişeler bu yükselişe

neden olmuştur. International Petroleum Exchange'de (IPE) işlem gören Brent türü ham petrolün fiyatı mayıs sonunda 39 \$/varili geçmiş ve Haziran ayında ise 42,25 \$/varile erişen fiyatlar son 21 yılın rekor fiyatını bulmuştur. OPEC üyelerinin Haziran 2004'te Beyrut'ta gerçekleştirdikleri toplantının ardından günlük üretimlerini 23,5 milyon varilden, 25,5 milyon varile ve sonrada 26 milyon varile yükseltme kararı almalarının yanı sıra ABD'de petrol stoklarının son iki yılın en yüksek düzeyine ulaştığının açıklanmasına rağmen fiyatlarda önemli bir gevşeme olmamıştır. Bunun nedenleri arasında, OPEC'in karar öncesinde de günlük kotaların yaklaşık 2 milyon varil üzerinde üretim gerçekleştirmesi, kararlaştırılan üretim artışının beklentilerin kısmen altında kalması ve içinde bulunduğumuz dönemde petrol fiyatlarının büyük ölçüde jeopolitik risklerden etkilenmesi yer almaktadır [17].

III.1. Fiyat ve Üretim İlişkisinin Değerlendirilmesi

Günümüze dek yapılan çalışmaların hemen hepsinde ham petrol fiyatlarının tahmin edilmesinde, üretim miktarları referans olarak kullanılmakta ve ham petrolün üretimi ile petrol fiyatları arasında kuvvetli ilişki olduğu varsayılmaktadır. Belli dönemlerde petrolün üretim seviyelerine ve bu seviyelerdeki değişim beklentilerine bağlı olarak fiyatların aylık değerlerinde dalgalanmalar gözlemlendiği bir gerçektir ancak daha uzun vadeli bir analiz yapıldığında, örneğin ham petrol fiyatlarının yıllık değerleri ile üretim miktarının yıllık değerleri arasında gerçekten güçlü bir ilişkinin var olup olmadığı yada ham petrol fiyatlarının tahmin edilmesini amaçlayan bir basit regresyon modelinde yıllık üretim seviyesinin açıklayıcı değişken olarak kullanılmasının ne derece doğru olacağı konusunda tespit yapılmak istendiğinde, bu iki değişken arasındaki ilişkinin yönünü ve kuvvetini tekrar incelemek faydalı olacaktır. Tablo.1'de 1975-2004 yılları arasındaki dönem için ham petrol fiyatları ve üretim miktarlarının yıllara göre değerleri görülmektedir.

Tabloda bulunan yıllık değerleri kullanarak ham petrol üretimi ile fiyatlar arasındaki ilişkinin niteliğini belirlemek ve varsa doğrusal ilişkinin boyutunu görebilmek için regresyon analizi yapmak yerinde olacaktır. Sadece bir bağımsız değişken bulunması sebebiyle regresyon analizi sonucu bulunacak çoklu regresyon değeri, korelasyon katsayısı anlamına gelecek ve üretim ve fiyatlar arasındaki korelasyonu gösterecektir [1].

Tablo.2.'de, Tablo 1'deki veriler için Microsoft Excel programında araçlar mönüsünde bulunan veri çözümleme seçeneğindeki regresyon analizinin sonuçlarını bulunmaktadır. Regresyon analizinde $\alpha = 0,05$ kabul edilmiştir.

Tablo.1. Yıllara Göre Ham Petrol Üretim Miktarı ve Fiyatları (1975-2004)

Yıllar	Üretim*	Fiyat**	Yıllar	Üretim	Fiyat
1975	52828	13,88	1990	60566	23,12
1976	57344	12,38	1991	60207	19,57
1977	59707	13,68	1992	60213	19,17
1978	60158	13,81	1993	66006	16,95
1979	62674	28,92	1994	67052	16,01
1980	59600	36,87	1995	68008	17,20
1981	56076	35,63	1996	69803	20,63
1982	53481	32,93	1997	72024	19,32
1983	53256	29,54	1998	73400	12,99
1984	54489	28,78	1999	72063	18,13
1985	53982	27,70	2000	74669	28,37
1986	56227	14,23	2001	74487	24,35
1987	56666	18,22	2002	74065	24,99
1988	58737	14,78	2003	76777	28,83
1989	59869	17,96	2004	75409	39,45•

Kaynak: BP 2004 Statistical Review of World Energy

* Bin varil / gün

** Usd/varil (Dubai, Brent, Nijerya ve Teksas ortalaması)

• 2004 yılı ilk 6 ayın ortalaması

Tablo.2. Regresyon İstatistikleri

Çoklu R	0,076062612			
R Kare	0,005785521			
Ayarlı R kare	0,029722139			
Standart ata	7,896671202			
Gözlem	30			
ANOVA				
	Df	SS	MS	F
Regresyon	1	10,1603	10,16035	0,1629373
Fark	28	1746,01	62,35742	
Toplam	29	1756,17		

	Katsayılar	Standart. Hata	t Stat	P-değeri
Kesişim	17,568606	11,75725	1,4942	0,14628
X	0,0000743	0,000184	0,4036	0,68953

Regresyon analizinin sonuçlarına göre, üretim ile fiyatlar arasında pozitif yönlü bir korelasyon bulunmaktadır. Hatırlanacağı gibi, ham petrol fiyatlarının tahmin edilmesi konusunda yapılan çalışmaların temel varsayımlarından biri petrol fiyatları ile üretim miktarı arasında kuvvetli bir negatif yönlü ilişki olduğudur. Yıllık

değerler için hesaplanan korelasyon katsayısının pozitif yönlü olması, bu varsayımı en azından yıllık veriler için geçersiz kılmakta ve üretim miktarı ile fiyatlar arasında paralellik olduğuna işaret etmektedir. Diğer bir deyişle üretim miktarı arttıkça, fiyatlar da artmaktadır. Böyle bir durum, ham petrol fiyatlarının tahmin edilmesindeki temel prensiplere tamamen ters düşmekte ve bu iki değişken arasında negatif ilişki olduğu tezine göre hazırlanan yıllık tahminlerin doğruluk derecesi konusunda şüpheler uyandırmaktadır.

Üretim ve fiyatlar arasındaki bu pozitif ilişkinin kuvveti incelendiğinde ise +0.07'lik değer, korelasyon katsayısının -1 ve +1 arasında değer alabileceği ve korelasyon katsayısının mutlak değeri 0'dan uzaklaştıkça değişkenler arası ilişkinin sıkılaştığı düşünüldüğünde, zayıf bir ilişkiyi göstermektedir. Korelasyonu hesaplanan değerler arasında doğrusal bir ilişki olması, kullanılan veri sayısının yeterli olması ve serilerde korelasyon katsayısının güvenilirliğini azaltacak uç değerlerin bulunmaması, yapılan zayıf korelasyon tespitini kesinleştirmektedir.

Değişkenler arası ilişkinin, diğer bir deyişle doğrusal korelasyonun güçlü olduğu bir durumda, oluşturulan regresyon modeli de daha güvenilir olacaktır [12]. Bu perspektiften bakıldığında üretim ve fiyatlar arasındaki zayıf korelasyon nedeniyle üretim miktarının, fiyatın açıklayıcı değişkeni olarak kabul edildiği bir regresyon modelinin güvenilirliğinin de sınanması gerekmektedir.

Tablo.1'deki değerler için yapılan regresyon analizinde belirginli katsayısını ifade eden R^2 değeri, oluşturulan basit doğrusal model kullanılarak bağımlı değişkendeki varyasyonun bağımsız değişkence açıklanan kısmını ifade etmektedir. Üretim miktarının bağımsız değişken olarak kullanıldığı bu basit doğrusal regresyon modelinde, ham petrol fiyatlarındaki değişkenliğin ancak % 0,51' i model tarafından açıklanabilmekte ve bu durum güçlü bir doğrusal ilişkiyi ifade edememektedir.

Kestirimi yapılan bir basit doğrusal regresyonun güvenilirliğinin sınanmasında kullanılan yöntemlerden biri de varyans analizidir [1]. Basit doğrusal regresyonda bağımlı değişkendeki değişkenliğin, bağımsız değişken tarafından açıklanan kısmın geçerliliği ANOVA tablosunda yer alan F sınavasının sonucuna göre belirlenebilir ve F tablosundan bulunan değerin f 'den küçük olması durumunda modelin güvenilir olduğuna karar verilir [1].

Regresyon çıktısındaki F değeri 0,1629373 olarak hesaplanmakta ve f dağılımı tablosundan $\alpha = 0.05$ için $f_{0,05;1;30} = 4,17$ bulunmaktadır. Bu durumda hesaplanan F değerinin, 4,17'den küçük olması sebebiyle 0 hipotezi kabul edilmekte, diğer bir deyişle üretim ve fiyatlar

arasındaki doğrusal modelin güvenilir olmadığı görülmektedir.

Zaman serileri için regresyon yapıyorsa regresyon sonuçları ile gözlem değerlerinin farkı olan kalıntı değerleri arasında seri korelasyon olup olmadığı da sınımlanmalıdır. Seri korelasyon varsa, rastlantısallık diğer bir deyişle regresyonun temel varsayımlarından biri olan serinin rastlantısallığı ilkesi geçersiz olacaktır. Özellikle açıklayıcılığı yüksek bir ilişki kurulduğu durumlarda seri korelasyonun varolması kestirimin standart hatasının olduğundan çok küçük çıkması sebebiyle R^2 değeri çok büyük ve regresyon eşitliği olduğundan fazla güçlü görünür [1]. Bunların yanı sıra, t ve F sınamalarının tümünün rasgele örneklem varsayımı altında geçerli olması sebebiyle bu sınamalar yanıltıcı olabilir.

Her ne kadar ham petrol üretimi ve ham petrol fiyatları arasındaki korelasyon zayıf ve regresyon eşitliği yeterince açıklayıcı görünmese de zaman serileri için yapılan tüm regresyonlarda seri korelasyonun araştırılması prensibine bağlı kalmak amacı ve kalıntılar arasında otokorelasyon (seri korelasyon) varsa, bunun bir değişkenin göz ardı edildiği anlamına geleceği ya da yanlış bir matematiksel model ya da kalıbı ifade edeceği beklentisi ile Tablo.1' deki değerler için kalıntı analizi de yapılabilir.

III.2 Ham Petrol Fiyatları Serisinin Karakteristik Özellikleri

Bir zaman serisinin analizi sonucu gelecekle ilgili hassas tahminler yapmak oldukça önemlidir ancak daha tutarlı karar verilebilmesi için analiz sürecinin de incelenmesi gerekmektedir. Bir zaman serisi olarak incelenen vashın analizinde önemli ipuçları veren unsurlarda biri otokorelasyon analizidir [1]. Çok hassas bir yöntem olan otokorelasyon analizi, ileri düzey tahmin tekniklerinin uygulanmasından önce serinin rasgelelik, durağanlık gibi çok önemli özelliklerinin ortaya konmasında kullanılmaktadır.

Bir serinin çeşitli gecikmeler için otokorelasyon katsayıları hesaplandığında bir eksende otokorelasyonlar diğer eksende gecikme (k) değerleri yer alacak şekilde oluşturulan diyagrama korelogram denir [12]. Zaman serisinin bileşenlerini inceleyerek serinin karakteristik özellikleri hakkında fikir sahibi olmak mümkündür. Zaman serisinin noktalar bulutunun bu bileşenleri gösterdiği düşünüldüğünde, bunları otokorelasyon analizi sonucu oluşturulacak korelogram ile ilişkilendirmek de mümkün olabilmektedir. Bir zaman serisinde farklı gecikmeler için hesaplanan otokorelasyon katsayıları, zaman serisi ile ilgili önemli ipuçları vermekte ve aşağıdaki soruları yanıtlamaktadır;

- Veriler rasgele mi ?

- Verilerin trendi var mı? (durağan mı değil mi)
- Verilerde mevsimlik dalgalanma var mı?

Eğer zaman serisinde rasgelelik varsa, Y_t ile Y_{t-1} arasındaki korelasyon sıfır veya sıfıra yakın çıkmakta, ve bu durum zaman serisindeki ardışık değerler arasında ilişki olmadığını göstermektedir [3]. Y_t ile Y_{t-1} arasında korelasyonun yüksek olması ve böyle bir durumda ilk birkaç gecikme için hesaplanan otokorelasyon katsayılarının anlamlı olarak sıfırdan farklı olup gecikme sayısı arttıkça hızla sıfıra yaklaşmaları ise zaman serisinin trendi olduğunu düşündürmektedir. Eğer zaman serisinde mevsimlik dalgalanma varsa uygun gecikme sayıları için yüksek otokorelasyon katsayısı bulunmaktadır.

Bir zaman serisinin birinci sıradan otokorelasyon katsayısı;

$$r_1 = \frac{\sum_{t=1}^{n-1} (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-1} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2}$$

şeklinde hesaplanmakta, bu formülde n serideki gözlem sayısını göstermektedir. Genel olarak bir serinin k ' nıncı sıradan otokorelasyon katsayısı;

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2}$$

şeklinde ifade edilmektedir.

Ham petrol fiyatları serisinin yıllık değerleri arasındaki otokorelasyonu ve seride trend olup olmadığını daha iyi analiz etmek amacıyla tüm gecikmeler için otokorelasyon katsayılarının hesaplanmış ve Tablo.3.'de kaydedilmiştir.

Bir zaman serisini oluşturan değerler gerçekten rasgele ise aralarında ilişki bulunmaması gerekir [3]. Zaman serisini oluşturan değerlerin rasgele olup olmadığını anlaşılabilmesi için Quenouille'nin 1949 yılında yaptığı çalışma geçerliliğini korumaktadır [1].

Quenouille, tamamen rasgele gözlemlerden oluşan bir veri kümesinin otokorelasyon katsayısının örneklem dağılımının sıfır ortalamalı ve $1/\sqrt{n}$ standart sapmalı normal dağılımı olduğunu göstermiştir. Ana kütledeki k gecikmeli otokorelasyon katsayısı ρ_k ve buna karşılık n birimlik örnekteki k gecikmeli otokorelasyon katsayısı r_k

olma üzere serinin rastlantısal olup olmadığı konusundaki sınamaya hipotezleri aşağıdaki gibidir;

$$H_0 : \rho_k = 0 \quad \text{ve} \quad H_1 : \rho_k \neq 0$$

Tablo.3. Tüm Gecikmeler İçin Otokorelasyon Katsayıları

k	r _k	k	r _k
1	0,44266	16	-0,11411
2	0,31711	17	-0,05501
3	0,09365	18	-0,02917
4	-0,10335	19	0,15877
5	-0,28588	20	0,25069
6	-0,37008	21	0,26173
7	-0,29728	22	0,24176
8	-0,20877	23	0,22320
9	-0,16268	24	0,12968
10	-0,05634	25	-0,02073
11	-0,03541	26	-0,14006
12	-0,09036	27	-0,13395
13	-0,14585	28	-0,12810
14	-0,18840	29	-0,08212
15	-0,16517		

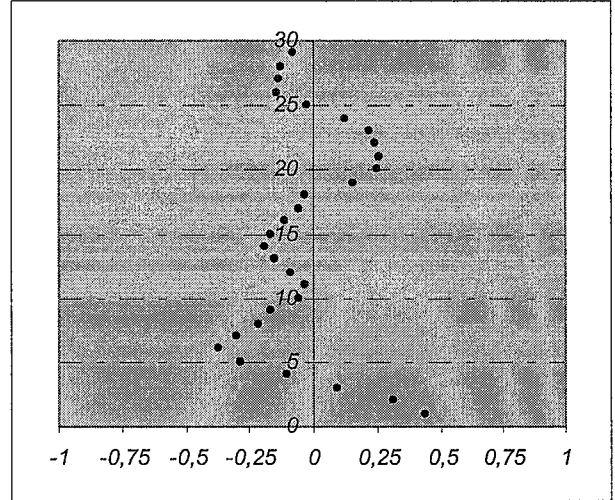
Örnekten hesaplanabilen r_k'nın örnekleme dağılımının $N(0,1/\sqrt{n})$ olduğu düşünülürse, H₀ hipotezinin kabul edilebilmesi için hesaplanan r_k değeri 1-α olasılıkla $0 \pm z_{\alpha/2}(1/\sqrt{n})$ aralığında olmalıdır [1]. Bu durumda rastlantısalılık kabul edilecektir. Bu durumda hesapladığımız aralık aşağıdaki gibi olacaktır;

$$\pm (1,96)(0,1826) \Leftrightarrow [-0,3578; +0,3578]$$

Yukarıdaki aralığa göre çizilen korelogram da Şekil.1'de görülmektedir.

Şekil.1'de görüldüğü gibi, otokorelasyonların 1nci ve 6ncı gecikmeler için hariç örnekten hesaplanan diğer tüm r_k değerleri, düşey eksene paralel çizilen, %95'lik güven sınırları arasındadır. Bu durumda k=1,2,3, ... ,29 için H₀ hipotezi kabul edilir. Bu sayılar rastlantısaldır ve hesaplanan r_k değerlerinin sıfırdan farklı çıkması, örnekleme rastsal hata payını ifade etmektedir.

Ham petrol fiyatları serisi için yapılan otokorelasyon analizinin sonuçlarına göre, serinin durağan olduğu görülmekte ve verilerin yıllık değerlerden oluşması sebebiyle mevsimlik dalgalanmalar içermediği bilinmektedir.



Şekil.1. Tüm Gecikmeler İçin Çizilen Korelogram

Ham petrol fiyatlarının yıllık değerlerinden oluşan zaman serisi için trend etkisini de hesaplayan bir tekniğin performansının diğer teknikler ile karşılaştırılmasının faydalı olacağı düşüncesiyle, Holt'un iki parametrelü üstel düzeltme tekniğiyle de bir tahmin modeli kurulacak ve oluşturulan modellerin performansının değerlendirilmesine çalışılacaktır.

IV. DÜNYA HAM PETROL FİYATLARININ TAHMİNİ

Otokorelasyon analizi ile karakterize edilen ve serinin özelliklerine en uygun tahmin tekniklerinin hareketli ortalama, basit üstel düzeltme ve yanıt-oranı-uyarlamalı üstel düzeltme teknikleri olduğu kanaatine varılmıştır. Ayrıca bu tekniklerin yanı sıra Holt'un iki parametrelü tekniğini de uygulanacaktır. Dolayısı ile ham petrol fiyatları serisinin karakterine uygun olarak belirlenen bu dört tekniğin uygulanması ve tahmin hatalarının ölçülmesi yoluyla tahmin performanslarının değerlendirilmesi sağlanabilir.

IV.1. Basit Hareketli Ortalama Modeli

Basit hareketli ortalama tekniği trendi olmayan seriler için oldukça kullanışlı olmaktadır [4]. Basit hareketli ortalama tekniğinde son m dönemin ortalaması tahmini değer olarak alınmakta, hesaplama için kaç dönemin kullanılacağı deneme yanılma yöntemi ile bulunmaktadır.

Tablo.4. 2005 Yılı Tahmini Fiyat

Hareketli Ortalama Miktarı	MSE (Hata Kareleri Ortalaması)	Tahmin (2005 Yılı Varil Fiyatı - \$)
n = 3	19,068	31,09
n = 5	40,536	29,20
n = 10	45,911	23,43

Yukarıdaki tabloya göre en uygun tahmin modeli üçlü hareketli ortalamaya göre bulunan sonuç olacaktır.

IV.2. Basit Üstel Düzeltme Modeli

Ham petrol fiyatları serisi için uygun olduğu tespit edilen ikinci teknik, basit üstel düzeltme tekniğidir. Basit üstel düzeltme tekniği bir önceki dönem için yapılan tahmin değerinin yine bir önceki dönem için gözlenen tahmin hatası ile belli oranda düzeltilerek bir sonraki dönemin tahmin değerinin elde edilmesi anlamına gelmektedir. Basit üstel düzeltme modelinin matematiksel ifadesi $0 \leq \alpha \leq 1$ olmak üzere ;

$$F_{t+1} = F_t + \alpha(Y_t - F_t)$$

şeklinde. Bu teknik ile oluşturulan bir modelin en hassas noktası α değerinin tespit edilmesidir. α değerinin büyüklüğü ya da küçüklüğü, geçmişteki verilerin ve gözlenen tahmin hatalarının, tahmin üzerindeki düzeltici etkisini belirlemektedir. Bu tespiti yapabilmek için en sık kullanılan yöntem çeşitli α değerleri için deneme yanılma yöntemi ile en az sapma elde edilen değer bulunması prensibine dayanmaktadır. Bu fikirden hareketle ham petrol fiyatları için bulunan α değeri ve ilgili tahminler Tablo.5’de görülmektedir.

Tablo.5. α Değeri ve 2005 Yılı Tahmini

α Değeri	MSE (Hata Kareleri Ortalaması)	Tahmin (2005 Yılı Varil Fiyatı - \$)
$\alpha = 0,05$	85,48	20,90
$\alpha = 0,50$	41,74	32,99
$\alpha = 0,99$	31,52	39,34

Yukarıdaki tabloya göre en uygun α değeri 0,99 için bulunan sonuç olacaktır.

IV.3. Yanıt – Oranı – Uyarlamalı Üstel Düzeltme Modeli

Yanıt oranı uyarlamalı üstel düzeltme tekniği, düzeltme katsayısı olan α değerinin değişken olması nedeniyle serideki değişimlere duyarlı olmakta ve bu özelliği ile basit üstel düzeltme tekniğinden ayrılmaktadır. Tekniğin en önemli üstünlüğü her türlü zaman serisinde kullanılabilmesidir [1]. Yanıt oranı uyarlamalı üstel düzeltme tekniğinde α ve β olmak üzere iki düzeltme katsayısı kullanılmakta ve bu katsayılar 0 ile 1 arasında olup hatayı minimize eden değerlerden iradi olarak seçilmektedir. Düzeltme katsayılarından β ’deki değişme sonucu çok fazla etkilememektedir [1]. Ham petrol fiyatları serisi için bulunan optimum α ve β değerleri

ile hesaplanan tahminleri ve tahmin hatalarını göstermektedir. MSE’ yi minimize eden optimum düzeltme katsayıları $\alpha = 0,10$ ve $\beta = 0,85$ olarak tespit edilerek α değeri ilk iki dönem için sabit tutulmuştur. Modelle ilgili kullanılan formüller aşağıdaki gibidir [1];

$$\begin{aligned} \hat{Y}_{t+1} &= A_t Y_t + (1 - A_t) \hat{Y}_t \\ e_t &= Y_t - \hat{Y}_t \\ E_t &= \beta e_t + (1 - \beta) E_{t-1} ; 0 < \beta < 1 \\ ME_t &= \beta |e_t| + (1 - \beta) ME_{t-1} \\ A_t &= \left| \frac{E_t}{ME_t} \right| \end{aligned}$$

Buradan hareketle 2005 yılı tahmini 39,45\$ olarak hesaplanır.

IV.4 Holt’un İki Parametrelili Üstel Düzeltme Modeli

Dünya ham petrol fiyatları serisinin trendi olmadığı, diğer bir deyişle durağan olduğu bilinmektedir. Yapılan otokorelasyon analizi sonucu bulunan katsayıların anlamlı olarak sıfırdan farklı olmadığı görülmekte ancak serinin ilk birkaç değeri için yüksek otokorelasyon hesaplanmaktadır.

Holt’un iki parametrelili üstel düzeltme tekniğinde temel eşitlikler [1];

$$\begin{aligned} S_t^h &= \alpha Y_t + (1 - \alpha)(S_{t-1}^h + c_{t-1}) \\ c_t &= \beta(S_t^h - S_{t-1}^h) + (1 - \beta)c_{t-1} \end{aligned}$$

şeklinde. Bu model de T dönem sonrası için tahmin ise;

$$\hat{Y}_{t+T} = S_t^h + c_t T$$

olacaktır. Düzeltme sabitleri $\alpha = 0,80$ ve $\beta = 0,20$ olarak alınmıştır. Buradan hareketle 2005 yılı tahmini 40,40\$ olarak hesaplanır.

IV.5 Tahmin Modellerinin Değerlendirilmesi

Birçok tahmin durumunda, hesaplanan tahmin değerlerinin doğruluk derecesi göz ardı edilmekte ve kesinlik kavramı uyumluluk kavramı ile karıştırılmaktadır [12]. İyi bir tahmin modeli, geçmişteki verileri tekrar üreten model olarak algılanmakta ve zaten bilinen verilerin tekrarı niteliğini taşıması hedeflenmektedir. Oysa tahmini kullanacak kişi ya da kurumlar için, geçmişteki değerlerin doğru şekilde yeniden üretilmesinden çok gelecekteki değerlerin doğru olarak tahmin edilmesi önemlidir [12]. Diğer bir deyişle

geçmişteki verilere uyumluluk yerine, gelecek değerleri tahmin etmedeki yeteneğin geliştirildiği bir tahmin modeli daha etkili olmaktadır.

Tahminin doğruluk derecesinin ölçülmesinde çeşitli standart istatistiksel ölçümler kullanılmakla birlikte, bu ölçümlerin tek başlarına ne ifade ettikleri konusunda çeşitli tartışmalar yapılmakta ve bir veri grubu için en uygun tekniğin belirlenmesinde, potansiyel teknikler için hesaplanan tahmin hatalarının karşılaştırılması ve alternatif hata ölçüm kriterlerinin kullanılması gibi prensipler de benimsenmektedir. Tahminin doğruluk derecesinin ölçülmesine bu perspektiften bakıldığında, verilere en uygun modelin belirlenmesinde birden fazla yöntemin izlenmesi gerektiği söylenebilir.

Geçtiğimiz iki yüzyıl boyunca, verilen bir zaman serisi için doğruluk derecesi en yüksek tahminleri hangi metodun sağlayacağı ve duruma en uygun tekniğin belirlenmesi konularına açıklık getirebilmek amacıyla birçok çalışma yapılmıştır. Böyle bir genelleme, hemen hemen tüm organizasyonların eldeki tüm veriler için tek bir tahmin tekniğini uygulama eğilimi düşünüldüğünde oldukça önemlidir [18]. Bu konuda son yıllarda yapılan çalışmalar tahmin durumuna en uygun ve doğruluk derecesi en yüksek tahmin tekniğinin belirlenmesinde öncelikli kriterin tahminin doğruluk derecesi olduğu konusunda uzmanlar arası bir konsensüs geliştiğini göstermektedir [19]. Ham petrol fiyatları serisi için seçilen modellerin uygulama, anlaşılma, maliyet gibi kriterlere göre değerlendirildiğinde birbirlerine belirli bir üstünlük sağlayamadıkları fikrinden hareketle, ham petrol fiyatları serisi için en uygun modelin belirlenmesinde tahminin doğruluk derecesi tek kriter olarak kabul edilecektir.

Standart istatistiksel hata ölçümlerinin MSE dışındakileri, tahmin hatalarının hepsine eşit ağırlık vermektedir. MSE ölçümü, hataların karesinin hesaplanması nedeniyle büyük hataların ağırlığını arttırırsa da, hem hataların büyüklüğüne göre ağırlıklandırma yapan hem de basit tahmin metoduna göre kıyaslama imkanı sunan bir hata ölçümünün kullanılması çok faydalı olacaktır [12]. Bu tür ölçümlerden bir tanesi de 1966 yılında Theil tarafından geliştirilen U istatistiğidir. Bu istatistik, ileri düzey tahmin metodlarını basit tahmin yaklaşımları ile göreceli olarak karşılaştırmakta ve hataların karesini alma yoluyla büyük tahmin hatalarına daha fazla ağırlık vererek, tahmin hatalarını ağırlıklandırmaktadır. Matematiksel ifadesi aşağıdaki gibidir;

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n-1} (FPE_{t+1} - APE_{t+1})^2}{\sum_{t=1}^{n-1} (APE_{t+1})^2}}$$

$$FPE_{t+1} = \frac{F_{t+1} - Y_t}{Y_t} \quad APE_{t+1} = \frac{Y_{t+1} - Y_t}{Y_t}$$

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n-1} \left(\frac{F_{t+1} - Y_t - Y_{t+1} + Y_t}{Y_t} \right)^2}{\sum_{t=1}^{n-1} \left(\frac{Y_{t+1} - Y_t}{Y_t} \right)^2}} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n-1} \left(\frac{F_{t+1} - Y_{t+1}}{Y_t} \right)^2}{\sum_{t=1}^{n-1} \left(\frac{Y_{t+1} - Y_t}{Y_t} \right)^2}}$$

Theil'in U istatistiğini daha iyi anlayabilmek için bu istatistiğin kavram düzeyinde tekrar ele alınması faydalı olmaktadır. U istatistiğinin değerinin sıfır olabilmesi ancak FPE_{t+1} değerinin APE_{t+1} değerine eşit olması durumunda mümkündür. Diğer bir deyişle tahmin değerleri sıfır hata ile gerçekleşmelidir. Alternatif olarak U istatistiği sadece FPE_{t+1} in sıfıra eşit olması durumunda 1 olabilmektedir. Bir başka ifadeyle, gerçekleşen değerlerde hiçbir değişiklik olmayacağını varsayan bir tahmin modeli söz konusu olmalı ve gerçekleşen değeri bir sonraki dönem için tahmin değeri olarak kabul eden bir *basit model* ile aynı sonuçlar elde edilmelidir. U istatistiğinin 1'den büyük olması ise ancak payın paydadandan büyük olması durumunda gerçekleşmektedir.

Bu açıklamalara göre Theil'in U istatistiğinin değerleri bir cetvel üzerinde gösterilir ise bu değerlerin anlamları aşağıdaki şekilde ifade edilebilmektedir [12].

- U = 1: Basit tahmin modeli, en az değerlendirilmesi yapılan tahmin modeli kadar iyi sonuçlar vermektedir.
- U < 1: Kullanılan tahmin modeli, basit modelden daha iyi sonuçlar vermektedir. U istatistiği küçüldükçe, göreceli olarak değerlendirilen modelin başarısı artar.
- U > 1: Değerlendirilen tahmin modelini kullanmanın anlamı yoktur. Basit model için hesaplanan tahmin değerleri daha başarılıdır.

Tablo.6. Tahmin Modellerinin Karşılaştırılması

	Hareketli Ortalama (n=3)	Basit Üstel Düzeltme	Yanıt-Oranı Uyarlama	Holt'un 2 Paramet-reli
MAE	3,0203	4,0736	4,0242	4,5603
MSE	19,0676	31,5233	31,848	36,7734
MAPE	0,1304	0,1886	0,1832	0,2045
MPE	0,0038	0,0020	0,0013	0,0069
U	0,7078	0,9994	0,9868	1,0594
2005 yılı Tahmini	31,09	39,34	39,45	40,40

V. SONUÇ

İnsanoğlu, son 150 yılda 950 milyar varil petrol üretti ve tüketti. Artan dünya nüfusu, bazı ülkelerdeki ekonomik dengelerin değişimi gibi unsurların etkisiyle gereksinimin artacağına kesin gözüyle bakılıyor. Yapılan araştırmalarda şimdi yılda 29 milyar varil olan petrol gereksiniminin 2020 yılında 42 milyar varile çıkacağını göstermektedir. Son dönemlerde petrol fiyatlarının artması ve kaynakların küresel gereksinim için yeterli olup olmadığı tartışmaları ise aklı "*Dünya yeni bir petrol krizinin eşiğinde mi?*" sorusunu getiriyor. Daha da önemlisi ihtiyacı karşılayacak kadar petrol rezervi olup olmadığı tartışıldığı bir ortamda var olan ve var olduğu söylenen kaynakların kriz bölgelerine olması işi farklı bir boyuta taşımaktadır [20].

Sürekli artış seviyesinde seyreden petrol fiyatlarının endüstri kollarına, borsaya, enflasyona ve dolayısıyla küresel ekonomiye etkisi oldukça fazladır. 1997 – 1998 yıllarında yaşanan Asya'daki ekonomik kriz sonrasında fiyatlar artmış ve bu artış 11 Eylül sonrasında da devam etmiştir. Yaklaşık iki yıl önce Irak'ın işgal edilmesi sonrasında ise beklenenlerin aksine fiyatlar düşmeyip, aksine – üretim miktarı artırılmasına rağmen – artış devam etmektedir.

Petrol fiyatlarının tahmin edilmesinde birkaç farklı görüş dışında genel kabul üretim seviyesini kontrol gücünün gelecekte kimde olacağı konusunda anlaşmazlıklar olsa da, üretim miktarı ile fiyatlar arasında yakın bir ilişkinin varlığı ve üretim seviyelerindeki değişimleri tahmin etmek yoluyla gelecekteki fiyat seviyelerini öngörmenin mümkün olduğudur. Üretim seviyelerinin tahmin edilmesinin pek de kolay olmadığı yönünde karşı eleştiriler getirilse de, üretim miktarı ve petrol fiyatlarının yıllık değerleri arasında ilişki olmadığı yönünde görüş belirtilmemektedir. Üretim miktarının açıklayıcı değişken olarak kabul edilmesine getirilen eleştiriler ise üretim ve fiyatlar arasındaki muhtemel zayıf korelasyondan ziyade, üretim miktarının petrol fiyatlarını belirleme gücünün azalacağı beklentisinden kaynaklanmaktadır.

Belli dönemlerde petrolün üretim seviyelerine ve bu seviyelerdeki değişim beklentilerine bağlı olarak fiyatların aylık değerlerinde dalgalanmalar gözlemlendiği bir gerçektir ancak daha uzun vadeli bir analiz yapıldığında, örneğin ham petrol fiyatlarının yıllık değerleri ile üretim miktarının yıllık değerleri arasında gerçekten güçlü bir ilişki olup olmadığı incelendiğinde, bu iki değişken arasında pozitif yönlü zayıf bir korelasyon tespit edilmektedir. Diğer bir deyişle, konu ile ilgili günümüze dek yapılan çalışmaların temel varsayımının aksine, üretim miktarları ve petrol fiyatlarının yıllık değerleri birlikte yükselmekte, üstelik bu pozitif ilişki kuvvetli olamamaktadır. Bu sebeple dünya ham petrol üretimi ve ham petrol fiyatlarının, en azından yıllık değerleri için

negatif bir korelasyondan söz edilmesi mümkün görünmemekte ve yapılan analizlere göre, üretim seviyesinin açıklayıcı değişken olarak kullanıldığı basit bir regresyon modelinin fiyatların tahmin edilmesinde yeterince açıklayıcı olmadığı anlaşılmaktadır.

Bu tespitler ışığında, ham petrol fiyatlarının tahmin edilmesinde serinin kendi özelliklerine odaklı tahmin modellerinin değerlendirilmesinin faydalı olacağı anlaşılmaktadır. Bu fikirden hareketle, öncelikle ham petrol fiyatlarının yıllık değerlerinin karakterizasyonu için oldukça hassas bir analiz yöntemi olan otokorelasyon analizinden yararlanılmıştır.

Otokorelasyon analizinin sonuçlarına göre dünya ham petrol fiyatlarının zaman içinde aldığı değerler arasında ilişki olmadığı, bir başka ifade ile serinin rasgele olduğu tespit edilmiştir. Mevsimsel dalgalanma hareketleri de içermeyen bu seri için en uygun tahmin tekniklerinin *basit hareketli ortalama, basit üstel düzeltme ve yanıt oranı uyarlamalı üstel düzeltme* teknikleri olduğuna karar verilmiş, Holt'un iki parametrelili üstel düzeltme tekniğinin ise trend bileşenini hesaplayan bir modelin sonuçlarını da görebilmek amacıyla kullanılması uygun görülmüştür.

Eldeki veriler doğrultusunda, tahmin hatalarını minimize edecek şekilde modeller oluşturulmuş ve performanslar karşılıklı olarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmenin sonuçlarına göre, 3'lü hareketli ortalama tekniği, standart istatistiksel hata ölçümleri kriteri olarak kabul edildiğinde en başarılı model olarak göze çarpmaktadır. Bu modelin ardından sırasıyla basit ve yanıt oranı uyarlamalı üstel düzeltme modelleri ile Holt'un iki parametrelili modeli gelmektedir.

Tahmin modellerinin karşılaştırılmasında, standart istatistiksel hata ölçümleri ve özellikle hata kareleri ortalamasının kullanılmasına yönelik eleştiriler değerlendirilerek tahmin modelleri ikinci bir kritere göre de karşılaştırılmıştır. Tahmin durumu için en uygun tekniğin seçilmesinde kullanılması önerilen ölçümlerden biri olan Theil'in U istatistiği, tüm modeller için hesaplanmış ve hesaplanan veriler bir tabloda toplanmıştır.

Bu tablo üzerinde yapılan değerlendirmeye göre yanıt oranı uyarlamalı üstel düzeltme modelinin diğer modellere üstünlük sağladığı görülmekte, diğer modellerin kullanılmasının ham petrol fiyatlarının tahmin edilmesine yönelik anlamlı bir katkı sağlamadığı tespit edilmektedir. Bu istatistiğe göre, basit hareketli ve basit üstel düzeltme modelleri için hesaplanan tahmin hataları, bir basit tahmin modeli için hesaplandan yüksek olmakta, Holt'un iki parametrelili modeli ise hataların azaltılmasına yönelik anlamlı bir fayda sağlamamaktadır.

Dünya ham petrol fiyatlarının yıllık değerlerinin tahmin edilmesinde, ham petrol üretim miktarlarının kullanılmasının uygun görülmediği durumda, ham petrol fiyatları serisinin kendi özelliklerine duyarlı tahmin modellerin performansları değerlendirildiğinde, basit hareketli ortalama ve yanıt oranı uyarlamalı üstel düzeltme tekniklerinin ön plana çıktığı görülmektedir.

Dünya ham petrol fiyatlarının tahmin edilmesine yönelik birçok çalışma yapılmakta ancak çalışmaların büyük bir kısmı ham petrol fiyatlarının öngörülmesinde serinin kendi özelliklerini ve tarihsel izlerini dikkate almamaktadır. Günümüze dek yapılan çalışmaların bu özelliği düşünülduğünde bu çalışma, dünya ham petrol fiyatlarının analizine ve tahmin edilmesine yönelik farklı bir bakış açısı ortaya koymakta ve geleceğe yönelik değerlerin tahmin edilmesinde ham petrol fiyatlarının kendi özelliklerine odaklı alternatif tekniklerin performanslarını değerlendirmektedir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- [1] Armutlulu, İ.H. (2000). *İşletmelerde Uygulamalı İstatistik*. Birinci Baskı. İstanbul: Alfa Basım Yayım Dağıtım.
- [2] Compton, J.C. & Compton, S.B. (1990). *Successful Business Forecasting*. 1st Ed. New York: Liberty Hall Pres.
- [3] Hanke, J.E. & Reitsch, A.G. (1991). *Business Forecasting*. 4th Ed. Needham Heights, MA: Simon & Schuster.
- [4] Makridakis, S. & Wheelwright, S.C. (1989). *Forecasting Methods for Management*. 5th Ed. New York: John Wiley & Sons.
- [5] Franses, P.H. (1998). *Time Series Models for Business and Economic Forecasting*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [6] Armstrong, J.S. (1999). Another Error Measure for Selecting Best Forecasting Method. *International Journal of Forecasting*, 11(54), 549-464.
- [7] Armstrong, J.S. & Collopy, F. (1999). Another Error Measure for Selecting Best Forecasting Method. *International Journal of Forecasting*, 9, 51-57.
- [8] Armutlulu, J.H. (1987). Yönetim Kararlarında Box-Jenkins Yöntemi ve Optimum Tahmin İçin Asimetrik Hata Maliyeti Fonksiyonu İle Bir Uygulama. M.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü. *Yayınlanmamış Doktora Tezi*. İstanbul.
- [9] Makridakis, S. (1986). The Art and Science of Forecasting. *International Journal of Forecasting*, 2, 45-52.
- [10] Clements, P.M. & Handry, D.F. (2002). *A Companion to Economic Forecasting*. Malden Mass: Blackwell Pub.
- [11] Intriligator, M.D. (1978). *Econometric Models, Techniques and Applications*. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- [12] Makridakis, S.; Wheelwright, S.C. & Hyndman, R.J. (1998). *Forecasting Methods and Applications*. 3rd Ed. New York: John Wiley & Sons.
- [13] Crane, D.G. (1967). A Two – Stage Forecasting Model: Exponential Smoothing and Multiple Regression. *Management Science*, 13(8), 108-119.
- [14] WTRG Economics. (2001). *Oil Price History and Analysis*. New York.
- [15] Energy Information Administration. (2003). *Annual Energy Outlook 2003*. Washington.
- [16] Petrol Fiyatlarının Seyri. (<http://www.aso.org.tr/asomedyamart03/dosyamrt2003.html>). [22.12.2004].
- [17] Kaplan, D. (2004). İktisadi Araştırmalar Müdürlüğü. (http://www.isbank.com.tr/dosya/Petrol_Fiyatlarini_etikileyen_faktörler.pdf). [19.01.2005].
- [18] Armstrong, J.S. & Collapy, F. (1998). Error Measures For Generalizing About Forecasting Methods: Empirical Comparison. *International Journal of Forecasting*, (8), 69-80
- [19] Yokum, J.T. & Armstrong, J.S. (1995). Beyond Accuracy: Comparison of Criteria Used to Select Forecasting Methods. *International Journal of Forecasting*, 11, 591-597.
- [20] (2004). Dünyanın Kanı: Petrol. *Spiegel*. Çeviri Servisi. *Cumhuriyet Gazetesi*, 27 Mayıs, 7.

Hakan YILDIRIM (hakany68@marmara.edu.tr) has Ph.D. of Business at Marmara University Institute of Social Sciences. He is an Assistant Professor since 2001 in Marmara University Department of Business. His scientific interests are statistics, statistical process control and forecasting techniques.