



# İMKB'de Oynaklık Tahmini Üzerine Bir Çalışma

Yrd. Doç. Dr. Hakan Aygören  
Pamukkale Üniversitesi, İ.İ.B.F.

## Özet

Finansal piyasalarda oynaklık yatırımcılar için yatırım kararları verirken önemli rol oynamaktadır. Beklenmedik olaylar hisse senedi fiyatlarını sürekli olarak etkiler. Bu durumda yatırımcılar gelecekteki hisse senedi fiyatlarını tahmin edemezler. Öyleyse, hiçbir yatırımcı artık kar (excess profit) elde etme fırsatına sahip değildir. Bu nedenle, hisse senedi piyasası ile ilgilenen yatırımcılar hisse senedi fiyatlarının gelecekteki değerlerini tahmin etme yerine daha çok hisse senedi oynaklığı üzerinde önemle durmaktadırlar. Bir başka ifadeyle, yatırımcılar zaman içerisinde hisse senedi fiyat oynaklığı üzerindeki değişimi görmeye ve tahmin etmeye çalışır çünkü hisse senedi piyasasında oynaklık risk ile ilişkilidir. Bu çalışmanın amacı, günlük oynaklığı Otoregresif AR(p) modelleri ile İMKB-100 Bileşik endeksi, Sınai endeks, Mali endeks, Hizmet endeksi ve Teknoloji endeksi için açıklamaya çalışmaktır.

**Anahtar Sözcükler:** Yatırım kararları, hisse senedi oynaklığı, risk.

## Abstract (A Study About Change Fulness in Stock Exchange Market)

In financial markets volatility plays an important role for investors in their investment decisions. Unexpected events continually influence stock prices. In that case, investors can not predict future stock price changes. Thus, no investor has the opportunity to make excess profits. Investors interested in stock markets put emphasis on volatility of stock prices rather than predicting stock price changes i.e. investors try to explain and predict volatility changes of stock prices over time because volatility is related to risk. The purpose of this study is to explain daily volatility changes of İSE 100 composite index, Industrial index, Financial index, Services index, and Technology index by using Autoregressive AR(p) models.

**Key Words:** Investment decisions, volatility of stock, risk.

## Giriş

Finansal piyasalarda oynaklık yatırımcılar için yatırım kararları verirken önemli rol oynamaktadır. Beklenmedik olaylar hisse senedi fiyatlarını sürekli olarak etkilerler. Bu durumda yatırımcılar gelecekteki hisse senedi fiyatlarını tahmin edemezler<sup>1</sup>. Öyleyse, hiçbir yatırımcı artık kar (excess profit) elde etme fırsatına sahip değildir.

<sup>1</sup> Tesadüfi yürüyüş (random walk hipotezi) varlık fiyatlarının tesadüfi olduğunu bu nedenle yatırımcıların geçmiş fiyatları kullanarak gelecekteki fiyatları tahmin edemeyeceğini savunur. Bu konuyla ilgili olarak Cootner P. (1964), *the random character of stock market* birçok makaleyi bir araya getirmiş Önemli bir çalışmadır.

Bu nedenle, hisse senedi piyasası ile ilgilenen yatırımcılar hisse senedi fiyatlarının gelecekteki değerlerini tahmin etme yerine daha çok hisse senedi oynaklığı üzerinde önemle durmaktadırlar. Bir başka ifadeyle, yatırımcılar zaman içerisinde hisse senedi fiyat oynaklığı üzerindeki değişimi görmeye ve tahmin etmeye çalışır Çünkü hisse senedi piyasasında oynaklık risk ile ilişkilidir. Hisse senedi fiyat oynaklığının yüksek olması o hisse senedi fiyatının oldukça yükselebileceği gibi, oldukça da düşebileceğini gösterir. Yüksek oynaklığa sahip bir hisse senedine yatırım yapan yatırımcılar fiyat artışlarından oldukça büyük kazançlar elde edebileceği

gibi, fiyat düşüşlerinde ise oldukça büyük kayıplar ile karşı karşıya kalacaklardır.

Hisse senedi fiyat oynaklığı risk ile ilişkilidir, ancak fiyat oynaklığı risk ile eşit görülmemelidir. Şöyle ki, finansal modeller, örneğin Sermaye Varlık Fiyatlandırma Modeli (CAPM) hisse senetlerinden oluşan bir portföyün riskini sadece portföyde bulunan her bir hisse senedinin oynaklığına bağlı olmadığını aynı zamanda portföyde bulunan hisse senetleri arasındaki korelasyona da bağlı olduğunu vurgular. Örneğin, oynaklığı çok yüksek fakat bir biri ile mükemmel (perfect) derecede negatif korelasyona (başka bir ifade ile, hisse senetleri arasındaki korelasyon katsayısı -1 olan) sahip olan iki hisse senedi ile bir portföy oluşturulduğu düşünülebilir. Bu durumda, iki hisse senedi arasındaki negatif korelasyon nedeniyle bir hisse senedi fiyatı düşerken diğer hisse senedi fiyatı artacaktır. Böylece, hisse senetlerinin her biri yüksek oynaklık nedeni ile riskli iken iki hisse senedi ile portföy oluşturması yolu ile riskler yok edilmiş olur<sup>2</sup>. Bu nedenle, yatırımcılar için fiyat oynaklığı yatırım kararlarında Önemli bir faktör olarak görülürken yatırım kararları verilirken diğer önemli olabilecek unsurlarda göz önünde tutulmalıdır.

Finansal piyasalarda ve özellikle hisse senedi piyasalarında fiyat oynaklığı yatırım kararlarında önemli bir unsurdur. Riskten kaçınan yatırımcılar yüksek oynaklığa sahip yatırımlarında yüksek getiri beklentileri. Bu nedenle, yatırımcılar ve akademik çalışmalar fiyat oynaklığı üzerine önemle eğilmişlerdir. Granger ve Morgenstern, (1970) hisse senedi fiyat oynaklıklarını en yüksek, orta ve en düşük fiyat oynaklığı şeklinde gruplandırarak, fiyat oynaklıklarının geçmişteki fiyat oynaklıkları kullanılarak tahmin edilebileceğinin muhtemel olduğu sonucuna varmıştır. Yakın zamandaki çalışmalar oynaklık ve piyasa yapısı, finansal piyasalarda çok

görülen oynaklık kümelenmesi (volatility clustering) üzerine yoğunlaşmıştır<sup>3</sup>

İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB) için fiyat oynaklığı ile ilgili çalışmalar 1990'lı yıllarda önem kazanmış akademisyenler ve yatırımcılar fiyat oynaklığı üzerine eğilmeye başlamışlardır. Balaban (1995) İMKB piyasa oynaklığını günlük bileşik endeks değerlerini kullanarak araştırmıştır. Çalışma, İMKB bileşik endeksinin rassal yürüyüş varsayımının öngördüğü oynaklıktan daha fazla oynaklığa sahip olduğu sonucuna varmıştır. Balaban ve diğerleri (1996) tarafından yapılan diğer bir çalışmada İMKB aylık fiyat oynaklıklarının tahmin edilmesine amaçlanmıştır.

Bu çalışmanın amacı, günlük fiyat oynaklığının Otoregresif AR(p) modelleri ile İMKB-100 Bileşik endeksi, Sınai endeks, Mali endeks, Hizmet endeksi ve Teknoloji endeksi için açıklamaya çalışmaktır.

## 1. Veriler ve Metodoloji

### □ Veriler

Bu çalışmada, İMKB-100 Bileşik endeksi, Sınai endeks, Mali endeks, Hizmet endeksi ve Teknoloji endeksi günlük kapanış değerlerinden faydalanılmış ve değerler TCMB veri tabanından sağlanmıştır. Tüm endeksler için araştırma dönem aralıkları Tablo 1'de verilmiştir. Çalışmada günlük oynaklıklar günlük logaritmik getirilerin aritmetik ortalamalarından sapmalarının karesi olarak tanımlanmıştır (Koop G., 2000). Bu durumda;

$$R_t = \ln i_t - \ln i_{t-1} \quad (1)$$

$$R_{ort} = \sum R_t / T \quad (2)$$

$$r_t = R_t - R_{ort} \quad (3)$$

$$v_t = r_t^2 \quad (4)$$

Burada;

$i_t$  = t zamanında endeks kapanış değerini,

$R_t$  = t zamanında endeks getirisini,

$R_{ort}$  = Endeks getirisinin Aritmetik ortalamasını,

T = Dönem aralığını,

<sup>2</sup> Bu tür finansal modeller çalışmanın amacı dışındadır. Bu nedenle bu çalışmada bu açıklamalar yeterli görülmüştür.

<sup>3</sup> Bu konudaki çalışmaların bazıları Jacobsen ve Dannenburg (2003) Friedmann ve Köhle W.(2002), olarak sıralanabilir.

$r_t$  = t zamanında günlük getirinin ortalamadan sapmasını

$v_t = r_t^2$  = t zamanındaki oynaklığı göstermektedir.

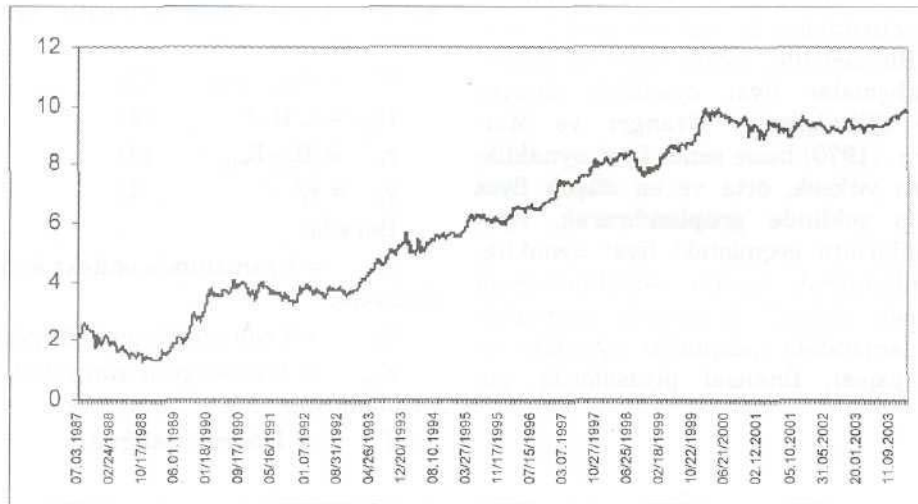
Tablo 1 Her bir endeks için araştırma kapsamına alınan dönem aralığı

Endeksler	Dönem Aralığı
İMKB-100	03/07/1987 – 22/01/2004
Sınai	02/01/1991 – 22/01/2004
Hizmet	02/01/1997 – 22/01/2004
Mali	02/01/1991 – 22/01/2004
Teknoloji	03/07/2000 – 22/01/2004

Yukarıdaki eşitlikten anlaşılacağı üzere her bir endeks için günlük oynaklık değerleri hesaplanarak yeni bir zaman serisi elde edilmiştir. Burada, yüksek oynaklık endeks değerlerinde büyük değişimlerin meydana geldiği anlamını taşır. Bu değişimler pozitif, ya da negatif yönde olabilir. Oynaklık bu sapmaların (değişimlerin) karesi olarak tanımlandığına göre ( $v_t = r_t^2$ ), her zaman için oynaklık değer olarak pozitif olacaktır. İstikrarsız dönemlerdeki büyük düşüş ve yükselişler pozitif ve büyük değer alırken, istikrarlı dönemlerdeki küçük düşüş ve yükselişler pozitif ve küçük değer alacaktır. Sonuç olarak, oynaklık ölçütü  $v_t$  ( $r_t^2$ ) istikrarlı dönemlerde küçük, kaotik dönemlerde ise büyük değer alacaktır. Şekil 1 Günlük İMKB bileşik endeks değerlerinin logaritmik değerlerini, günlük

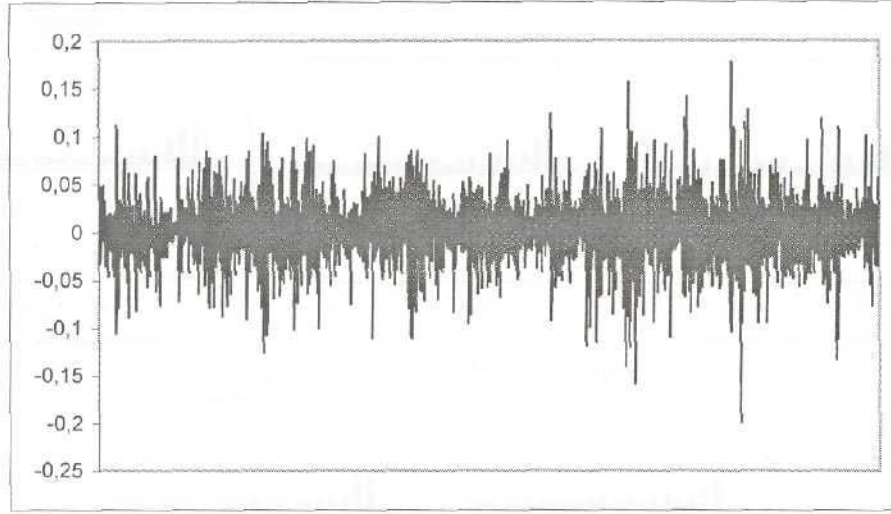
getirilerini ve günlük fiyat oynaklıklarını göstermektedir.

Şekil 1'den görüldüğü üzere, finansal piyasalarda görülen oynaklık kümelenmesi (**volatility clustering**) gözlemlenmektedir. Oynaklık kümelenmesi, finansal piyasalarda büyük fiyat değişimlerinin büyük fiyat değişimleri, küçük fiyat değişimlerinin küçük fiyat değişimleri tarafından takip edileceği anlamını taşır. İMKB100 bileşik endeksi için Şekil 1b ve Şekil 1c'ye bakıldığında oynaklık kümelenmesi kolayca tespit etmek mümkündür. Ayrıca, 2001 kriz döneminde İMKB-100 bileşik endeksi kuruluşundan bu yana en yüksek fiyat oynaklığı ile karşı karşıya kalmıştır. Finansal piyasalarda fiyat oynaklığının ve oynaklık kümelenmesinin açıklanabilmesi için otoregresif modeller genel olarak kullanılan modellerdir.

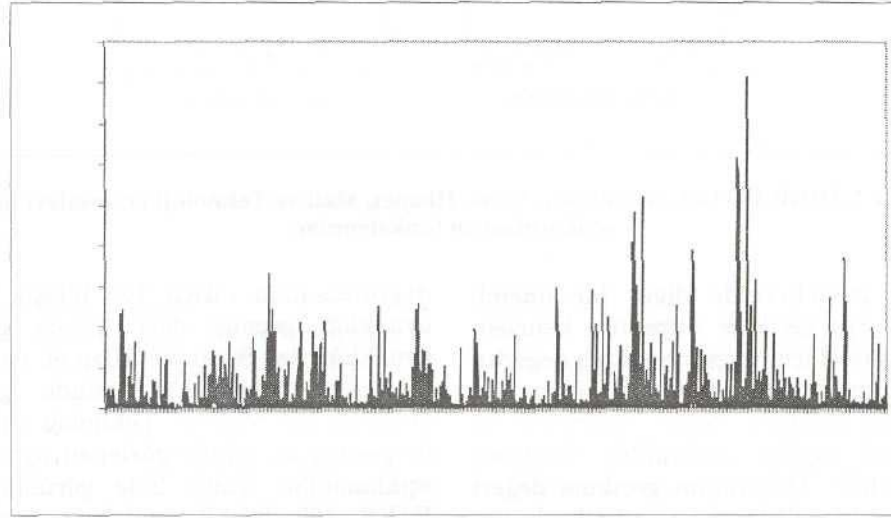


Şekil 1a Logaritmik İMKB bileşik endeksi değerleri





Şekil 1b İMKB bileşik endeksi günlük getirileri



Şekil 1c İMKB bileşik endeksi oynaklığı (volatilitesi)

#### □ Model

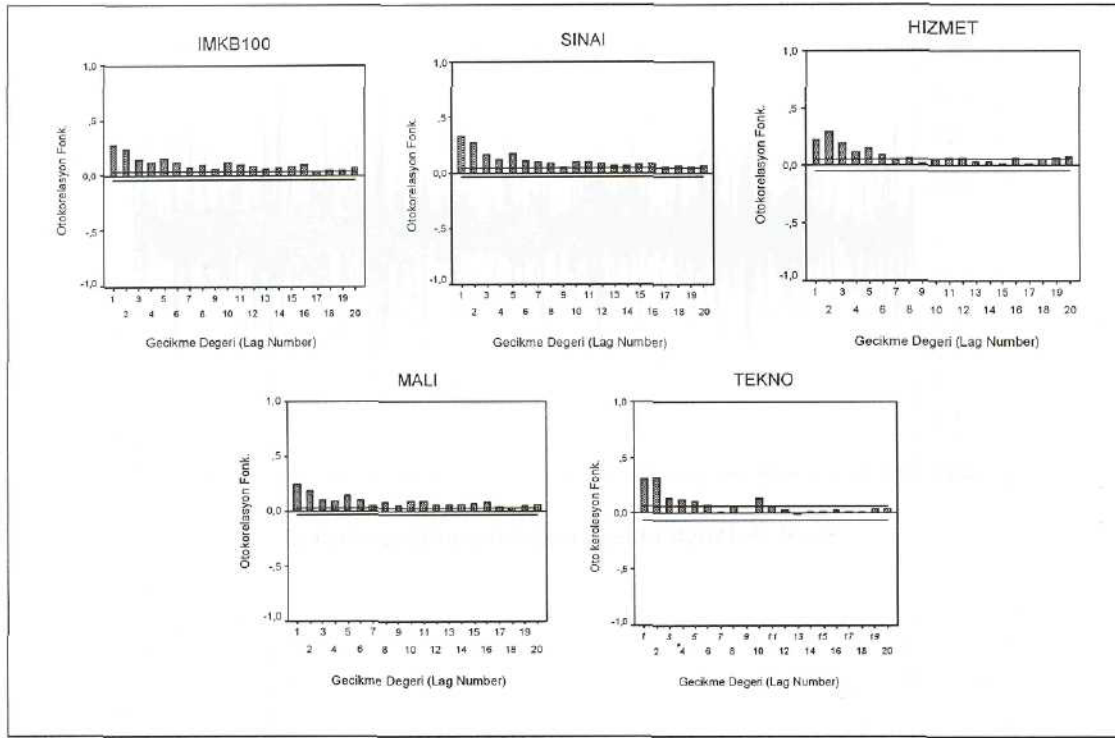
Bu çalışmada otoregresif AR(p) modeli günlük fiyat oynaklığını açıklamak için kullanılmıştır. Buna göre, bir  $y_t$  serisi için AR(p) modeli aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$y_t = \delta + \theta_1 y_{t-1} + \theta_2 y_{t-2} + \dots + \theta_p y_{t-p} + e_t \quad (5)$$

Burada,  $\delta$  sabit terimi,  $e_t$  hata terimini göstermektedir. Zaman serilerinde durağanlık çok önemlidir. Şöyle ki, durağanlık özelliğini taşıyan otoregresif zaman serisi modellerinde gecikme değeri (lag) arttıkça

otokorelasyon fonksiyonu sıfıra doğru yaklaşır ve gecikme süresi sonsuza ( $\infty$ ) gittiğinde ise sıfır olur<sup>4</sup>. Şekil 2 günlük endeks değerleri için çeşitli gecikme değerlerinde otokorelasyon fonksiyon grafiklerini göstermektedir. Grafikler gecikme süresi arttıkça otokorelasyon fonksiyonlarının sıfıra yaklaştığını göstermektedir.

<sup>4</sup> Bu konuyla ilgili geniş bilgi ekonometri kitaplarından elde edilebilir.



Şekil 2 İMKB 100 bileşik endeksi, Sınai, Hizmet, Mali ve Teknoloji endeksleri için otokorelasyon fonksiyonları

AR(p) modellerinde diğer bir Önemli husus ise (p) gecikme değerinin belirlenmesidir. Model için uygun gecikme değerini belirleyebilmek için mantıklı olan bir maksimum gecikme değeri belirlenir ve istatistiksel açıdan anlamlılık düzeyleri kontrol edilir. Maksimum gecikme değeri (lag) birer azaltılarak istatistiksel anlamlılık değerlerine göre uygun olan model tespit edilinceye kadar bu işlem tekrarlanır<sup>5</sup>. Bu çalışmada, maksimum gecikme değeri (lag) 10 olarak alınmış ve her bir endeks için uygun model tespit edilmeye çalışılmıştır.

## 2. Bulgular ve Bulguların Yorumlanması

İMKB 100 bileşik endeksi, teknoloji endeksi, sınai endeks, mali ve hizmet endeksleri için günlük oynaklığı açıklayabilecek modeller Tablo 2'de verilmiştir. Ayrıca Tablo 3 her bir model için istatistiksel bilgileri içermektedir. Bu bilgiler

doğrultusunda İMKB 100 bileşik endeksi oynaklığı geçmiş dört günde gözlenen oynaklığı ile, Sınai ve Hizmet endeksleri oynaklığı geçmiş üç günde gözlenen oynaklık ile, Mali ve Teknoloji endeksleri de geçmiş iki günde gözlenen oynaklık ile açıklanabilir. Tablo 2'de görüldüğü gibi İMKB 100 Bileşik endeksi oynaklığının açıklanabilmesinde üç ve dört gün önceki oynaklıklar istatistiksel olarak anlamlı çıkmış, aynı zamanda da bir ve iki gün önceki oynaklıkların kuvvetli bir açıklayıcı güce sahip oldu elde edilen istatistiksel anlamlılık düzeylerinden görülmektedir. %5 anlamlılık seviyesinde İMKB 100 bileşik endeksinin bugünkü oynaklığı bir önceki gün gözlenen oynaklığın 0,216'sı, iki gün önce gözlenen oynaklığın 0,157'si ile, üç gün önceki oynaklığın 0,0398'i ile ve dört gün önce gözlenen oynaklığın 0,0420'si ile açıklanmaktadır. Bu dönem içindeki oynaklıkların yüksek olması, gelecek dönemlerdeki oynaklıkların da muhtemelen yüksek olacağı anlamını taşımaktadır. Özellikle, İMKB 100 bileşik

<sup>5</sup>Bakınız. Koop, G., 2000.

endeksinin oynaklığını etkileyecek olan son iki gün oynaklığı katkı bakımından büyük bir değere sahip olacaktır. Aynı şekilde, Sınai ve Hizmet endekslerine bakıldığında son üç gün oynaklığının, Mali ve Teknoloji endeksi için ise son iki günlük oynaklık açıklayıcı güce sahip olduğu görülmektedir. Yatırımcılar herhangi bir t döneminde satın almayı düşündükleri hisse senedinin içerdiği riski görebilmek için o dönemdeki oynaklığı tahmin etmeye çalışırlar. Yatırımcılara ve karar vericilere bu çalışmada elde etmiş olduğumuz modeller açıklayıcı olabilir. Tablo 3'e bakıldığında R<sup>2</sup> değerleri önem arz etmektedir. İMKB 100 bileşik endeksi, Sınai, Hizmet, Mali ve

Teknoloji endeksleri için R<sup>2</sup> değerleri sırası ile 0.107, 0.138, 0.124, 0.081 ve 0.152'dir. Bu değerle gözönünde bulundurularak, İMKB 100 bileşik endeksi oynaklığındaki değişimin %10.7'si geçmiş dört günlük oynaklıkla, Sınai endeksi oynaklığındaki değişimin %13.8'i geçmiş üç günlük oynaklıkla, Hizmet endeksi oynaklığındaki değişimin %12.4'ü geçmiş üç günlük oynaklıkla, Mali endeksi oynaklığındaki değişimin %8.1'i geçmiş iki günlük oynaklıkla ve Teknoloji endeksi oynaklığındaki değişimin %15.2'si geçmiş iki günlük oynaklıkla açıklanabildiği görülmektedir.

Tablo 2. Araştırmada her bir endeks oynaklığını açıklayan otoregresif modeller

Endeksler	AR(p) Modelleri
İMKB-100	$v_t = 0,0005355 + 0,216v_{t-1} + 0,157v_{t-2} + 0,0398v_{t-3} + 0,0420v_{t-4}$
Sınai	$v_t = 0,0004653 + 0,259v_{t-1} + 0,174v_{t-2} + 0,0369v_{t-3}$
Hizmet	$v_t = 0,0005626 + 0,142v_{t-1} + 0,247v_{t-2} + 0,0928v_{t-3}$
Mali	$v_t = 0,0007789 + 0,221v_{t-1} + 0,131v_{t-2}$
Teknoloji	$v_t = 0,0006584 + 0,229v_{t-1} + 0,255v_{t-2}$

Tablo 3. AR(p) Modeller İçin İstatistiksel Sonuçlar

İMKB-100	Coefficient	Standard error	t-stat.	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Adj. R <sup>2</sup>
$\delta$	0,000535546	3,81664E-05	14,031876	1,0048E-43	0,000460719	0,000610373	0,106702361
$v_{t-1}$	0,215883981	0,015597967	13,84052	1,2988E-42	0,185303506	0,246464455	
$v_{t-2}$	0,157300041	0,015946525	9,8642206	1,0622E-22	0,126036204	0,188563879	
$v_{t-3}$	0,039764284	0,015948985	2,4932172	0,01269825	0,008495624	0,071032943	
$v_{t-4}$	0,041990523	0,015600199	2,6916659	0,00713846	0,011405673	0,072575374	
Sınai	Coefficient	Standard error	t-stat.	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Adj. R <sup>2</sup>
$\delta$	0,000465303	3,80582E-05	12,2261	1,2355E-33	0,000390682	0,000539923	0,137774309
$v_{t-1}$	0,259029127	0,017584456	14,730574	1,3892E-47	0,224551303	0,293506951	
$v_{t-2}$	0,173801365	0,017881597	9,7195664	4,9717E-22	0,138740938	0,208861793	
$v_{t-3}$	0,036918478	0,017555293	2,1029828	0,03554448	0,002497834	0,071339122	
Hizmet	Coefficient	Standard error	t-stat.	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Adj. R <sup>2</sup>
$\delta$	0,000562623	6,73964E-05	8,3479719	1,4006E-16	0,000430436	0,00069481	0,123803549
$v_{t-1}$	0,141664984	0,023911617	5,9245253	3,7691E-09	0,094766339	0,188563628	
$v_{t-2}$	0,247242719	0,023411216	10,560866	2,6067E-25	0,201325528	0,293159909	
$v_{t-3}$	0,092838738	0,023911152	3,8826543	0,0001072	0,045941006	0,13973647	



Mali	Coefficient	Standard error	t-stat.	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Adj. R <sup>2</sup>
$\delta$	0,000778909	5,03656E-05	15,4651	4,2036E-52	0,000680157	0,00087766	0,080623992
$v_{t-1}$	0,220716581	0,017429381	12,663478	6,6264E-36	0,186542819	0,254890343	
$v_{t-2}$	0,130923078	0,017429941	7,5113897	7,5275E-14	0,09674822	0,165097936	
Teknoloji	Coefficient	Standard error	t-stat.	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Adj. R <sup>2</sup>
$\delta$	0,000658404	0,000114802	5,7351096	1,3398E-08	0,000433085	0,000883723	0,151803076
$v_{t-1}$	0,228974299	0,032588455	7,0262397	4,2528E-12	0,16501403	0,292934568	
$v_{t-2}$	0,255482815	0,032588116	7,839754	1,3034E-14	0,191523212	0,319442419	

### Sonuç

Bu çalışmada, günlük logaritmik getirilerin aritmetik ortalamalarından sapmalarının karesi olarak tanımlanan IMKB 100, Sınai, Hizmet, Mali ve Teknoloji endeksleri günlük oynaklık serileri, oto-regresif AR(p) modelleri ile açıklanmaya çalışılmıştır. Farklı gecikme değerleri için otokorelasyon fonksiyon grafikleri yardımı ile durağan kabul edilen günlük oynaklık serileri için en uygun AR(p) modelleri seçilmiştir.

Bu çalışmada, belirlenen AR(p) modelleri endeksler için gözlenen günlük oynaklıkların %8.1-%15.2'sini açıklayabilmektedir. Ancak, oynaklıkların belli bir düzeyde dahi açıklanabilmesi gelecekte yapılabilecek diğer çalışmalar için önemlidir. Özellikle, IMKB gibi yüksek oynaklığa sahip piyasada, GARCH(1,1) modelleri üzerinde durulabilir.

Sonuç olarak bu çalışmada günlük oynaklık büyüklüğü incelenmiş ve belirli bir düzeyde de olsa belirlenen AR(p) mo-

delleri ile günlük oynaklıkların açıklanabileceği üzerinde durulmuştur. **Kaynakça**

- Cootner P., 1964. The Random Character of Stock Marke. M.I.T. Press. Ercan B., 1995. The Term Structure of volatility in the Turkish Stock markets. TCMB Discussion Paper No: 9510. Ercan B., Candemir H. ve Kunter K., 1996. İstanbul Menkul Kıymetler Borsasında Aylık Dalgalanma Tahmini. Sermaye Piyasası ve IMKB Üzerine Çalışmalar. İşletme ve Finans Dergisi. 3-16 Friedmann R, and Sanddorf-Köhle W. 2002. Volatility Clustering and Nontrading Days in Chinese Stock Markets. Journal of Economics And Business. 193-217. Granger C, and Morgenstern O., 1970. Predictability of Stock Market Prices. Heat and Company. Griffiths W., Hill R., and Judge G., 2000. Practicing and Learning Econometrics, John Wiley and Sons Ltd, Chichester. Jacobsen B. ve Dannenburg D., 2003. Volatility clustering in Monthly Stock Returns, Journal of Empirical Finance. 479-503. Koop, G., 2000. Analysis of Economic Data. John Wiley and Sons Ltd., Chichester.

Ülkeler	Karayolu (km)	Yüzölçümü (km)	Bin km2 başına yol (km)	Ülkeler	Demiryolu (km)	Yüzölçümü (km)	Bin km2 başına yol (km)
1- ABD	6.334.859	9.629.091	657,9	1- ABD	194.731	9.629.091	0,2
2- Hindistan	3.319.644	3.287.590	1.009,7	2- Rusya	87.157	17.075.200	5,1
3- Brezilya	1.724.929	8.511.965	202,6	3- Çin	71.600	9.596.960	7,5
4- Kanada	1.408.000	9.984.670	141,0	4- Hindistan	63.518	3.287.590	19,3
5- Çin	1.402.698	9.596.960	146,2	5- Kanada	49.422	9.984.670	4,9
13- Türkiye	385.960	780.580	494,5	22- Çek Cum.	9.462	78.866	120,0
14- İngiltere	371.913	244.820	1.519,1	23- Türkiye	8.607	780.580	11,0

**Kaynak:** Dünya Gazetesi, 14.06.2004