

**T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İMKB – 100 VERİLERİNİN KAOTİKLIĞININ  
İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**EMİNE BAYĞIN**

**Enstitü Anabilim Dalı : FİZİK**

**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. H. AHMET YILDIRIM**

**HAZİRAN 2011**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İMKB – 100 VERİLERİNİN KAOTİKLIĞININ  
İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

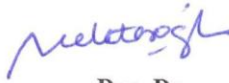
EMİNE BAYĞIN

Enstitü Anabilim Dalı : FİZİK

Bu tez 20 / 06 / 2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.



Yrd. Doç. Dr.  
Hacı Ahmet YILDIRIM  
Jüri Başkanı



Doç. Dr.  
Mehmet BEKTAŞOĞLU  
Üye



Yrd. Doç. Dr.  
Şevket GÜR  
Üye

## TEŞEKKÜR

Bu tez çalıőması sűresince bana danıőmanlıęıyla yol gűsteren, sabrını ve desteęini esirgemeyen Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. Hacı Ahmet YILDIRIM' a sonsuz teőekkűrlerimi sunarım.

Tez çalıőmam sűresince kendisinin deęerli bilgilerinden faydalandıęım ve her zaman konukseverlięine műteőekkir olduęum Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. Ali Serdar ARIKAN' a űkranlarımı sunarım.

Tűm eęitimim boyunca bana her tűrlű ilgiyi, sevgiyi ve desteęi saęlayan biricik aileme, baőarılarıma olan katkılarından dolayı minnettarım ve kendilerine sonsuz teőekkűrlerimi sunmaktan gurur duyarım.

## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	x
TABLOLAR LİSTESİ.....	xii
ÖZET.....	xiii
SUMMARY.....	xiv

### BÖLÜM 1.

KAOS NEDİR?.....	1
------------------	---

### BÖLÜM 2.

ZAMAN SERİLERİ.....	6
2.1. Zaman Serilerinin Bileşenleri.....	7
2.1.1. Trend bileşeni.....	7
2.1.2. Devresel bileşen.....	7
2.1.3. Mevsimsel bileşen.....	8
2.1.4. Düzensiz bileşen.....	8
2.2. Zaman Serilerinin Analizi Ve Özellikleri.....	9
2.2.1. Dört unsurdan meydana gelme özelliği.....	9
2.2.2. Bağımlılık özelliği.....	9
2.2.3. Stokastik süreç olma özelliği.....	9
2.3. Zaman Serilerinin Sınıflandırılması.....	10
2.3.1. Sürekli ve kesikli zaman serileri.....	10
2.3.2. Durağan ve durağan olmayan zaman serileri.....	11
2.3.3. Mevsimsel ve mevsimsel olmayan zaman serileri.....	13

2.4. Zaman Serilerinin İleriye Dönük Tahmin Amacıyla Analizi.....	13
2.5. Lineer Olmayan Zaman Serileri.....	15
2.6. İMKB.....	16
2.6.1. Endeks nedir?.....	18
2.6.2. İMKB hisse senedi endeksleri.....	19
2.6.3. İMKB – 100 endeksi.....	20
2.6.4. İMKB – 100 şirketleri.....	21
2.6.5. Volatilite hesaplanması.....	21
BÖLÜM 3.	
LİNEER OLMAYAN ZAMAN SERİSİ ANALİZİ.....	23
3.1. Faz Uzayını Yeniden Yapılandırmak.....	24
3.1.1. Karşılıklı bilgi (Mutual information) metodu .....	25
3.1.2. Otokorelasyon fonksiyonu.....	25
3.1.3. Yanlış en yakın komşuluklar (False nearest neighbor) metodu.....	26
3.2. Lyapunov Üsteli.....	28
3.3. Borsa Nedir?.....	30
3.4. İMKB – 100 Kapanış Verileri (04.01.1988 – 22.04.2011).....	31
3.4.1. İMKB – 100 grafiği (1986 – 2010).....	32
3.5. Karşılıklı bilgi (Mutual information) Grafikleri .....	32
3.5.1. 04.01.1988 – 22.04.2011 kapanış değerleri üzerinden.....	32
3.5.2. Kriz dönemleri.....	33
3.5.2.1. 1988 – 1989 krizi (04.01.1988 – 29.12.1989).....	33
3.5.2.2. 1991 finansal krizi (02.01.1991 – 31.12.1991).....	33
3.5.2.3. 2008 krizi (02.01.2008 – 31.12.2009).....	34
3.5.3. En çok işlem gören beş hisse.....	34
3.5.3.1. Aksigorta.....	34
3.5.3.2. Doğan Holding.....	35
3.5.3.3. Garanti Bankası.....	35
3.5.3.4. İş Bankası.....	36
3.5.3.5. Türk Hava Yolları.....	36
3.6. Otokorelasyon Grafikleri.....	37
3.6.1. 04.01.1988 – 22.04.2011 kapanış değerleri üzerinden.....	37

3.6.2. Kriz dönemleri.....	37
3.6.2.1. 1988 – 1989 krizi (04.01.1988 – 29.12.1989).....	37
3.6.2.2. 1991 finansal krizi (02.01.1991 – 31.12.1991).....	38
3.6.2.3. 2008 krizi (02.01.2008 – 31.12.2009).....	38
3.6.3. En çok işlem gören beş hisse.....	39
3.6.3.1. Aksigorta.....	39
3.6.3.2. Doğan Holding.....	39
3.6.3.3. Garanti Bankası.....	40
3.6.3.4. İş Bankası.....	40
3.6.3.5. Türk Hava Yolları.....	41
3.7. Yanlış en yakın komşuluklar (False nearest neighbor) Grafikleri.....	41
3.7.1. 04.01.1988 – 22.04.2011 kapanış değerleri üzerinden.....	41
3.7.2. Kriz dönemleri.....	42
3.7.2.1. 1988 – 1989 krizi (04.01.1988 – 29.12.1989).....	42
3.7.2.2. 1991 finansal krizi (02.01.1991 – 31.12.1991).....	42
3.7.2.3. 2008 krizi (02.01.2008 – 31.12.2009).....	43
3.7.3. En çok işlem gören beş hisse.....	43
3.7.3.1. Aksigorta.....	43
3.7.3.2. Doğan Holding.....	44
3.7.3.3. Garanti Bankası.....	44
3.7.3.4. İş Bankası.....	45
3.7.3.5. Türk Hava Yolları.....	45
3.8. Lyapunov Üsteli ve Eğim Grafikleri.....	46
3.8.1. 04.01.1988 – 22.04.2011 kapanış değerleri üzerinden.....	46
3.8.2. Kriz dönemleri.....	47
3.8.2.1. 1988 – 1989 krizi (04.01.1988 – 29.12.1989).....	47
3.8.2.2. 1991 finansal krizi (02.01.1991 – 31.12.1991).....	48
3.8.2.3. 2008 krizi (02.01.2008 – 31.12.2009).....	49
3.8.3. En çok işlem gören beş hisse.....	50
3.8.3.1. Aksigorta.....	50
3.8.3.2. Doğan Holding.....	51
3.8.3.3. Garanti Bankası.....	52
3.8.3.4. İş Bankası.....	53

3.8.3.5. Türk Hava Yolları.....	54
BÖLÜM 4.	
SONUÇ.....	55
KAYNAKLAR.....	57
ÖZGEÇMİŞ.....	60

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

M.I.T.	: Massachusetts Teknoloji Enstitüsü
İMKB	: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
ARMA	: Lineer olmayan hareketli ortalama süreci
$t$	: Zaman noktası
$x$	: Gözlem noktası
$\mu$	: Zaman serisinin ortalaması
KHK	: Kanun Hükmünde Kararname
İMKB –100	: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası 100 şirket
İMKB – 30	: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası 30 şirket
$Vol_{t,n}$	: Endeksin $t$ zamanında $n$ işlem günü ( $t$ tarihi dahil) için gerçekleşmiş volatilitesi
$E_t$	: Endeksin $t$ tarihindeki kapanış değeri
$n$	: Volatilitenin hesaplandığı gün sayısı
$\vec{s}(k)$	: Embedding vektörü
$\vec{y}(k)$	: Zaman erteleme vektörü
$\tau$	: Zaman erteleme
$d$	: Şimdiki boyut
$d - 1$	: Bir önceki boyut
$S_n$	: Zaman adımı ölçümü
$D_f$	: Box – counting boyutu
$\beta_i$	: $d$ boyutun gerilme faktörü
$\lambda_i$	: Jacobian matrisin öz değeri
$e_i$	: Jacobian matrisin öz vektörü
OTC	: Tezgah üstü piyasa
$\alpha$	: Zaman serisinin boyutsuzlaştırma üsteli
$\bar{x}$	: Zaman serisinin ortalama değeri



$F(n)$  : Eğiliminden arındırılmış zaman serilerinin karekök dalgalanması

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	İstanbul Menkul Kıymetler Borsası amblemi.....	17
Şekil 2.2.	Endeks işlem tablosu.....	19
Şekil 3.1.	İMKB endeks grafiği (1986 – 2010).....	32
Şekil 3.2.	İMKB kapanış değerleri mutual information grafiği.....	32
Şekil 3.3.	1988 – 1989 krizi mutual information grafiği.....	33
Şekil 3.4.	1991 finansal krizi mutual information grafiği.....	33
Şekil 3.5.	2008 krizi mutual information grafiği.....	34
Şekil 3.6.	Aksigorta mutual information grafiği.....	34
Şekil 3.7.	Doğan Holding mutual information grafiği.....	35
Şekil 3.8.	Garanti Bankası mutual information grafiği.....	35
Şekil 3.9.	İş Bankası mutual information grafiği.....	36
Şekil 3.10.	Türk Hava Yolları mutual information grafiği.....	36
Şekil 3.11.	İMKB kapanış değerleri otokorelasyon grafiği.....	37
Şekil 3.12.	1988 – 1989 krizi otokorelasyon grafiği.....	37
Şekil 3.13.	1991 finansal krizi otokorelasyon grafiği.....	38
Şekil 3.14.	2008 krizi otokorelasyon grafiği.....	38
Şekil 3.15.	Aksigorta otokorelasyon grafiği.....	39
Şekil 3.16.	Doğan Holding otokorelasyon grafiği.....	39
Şekil 3.17.	Garanti Bankası otokorelasyon grafiği.....	40
Şekil 3.18.	İş Bankası otokorelasyon grafiği.....	40
Şekil 3.19.	Türk Hava Yolları otokorelasyon grafiği.....	41
Şekil 3.20.	İMKB kapanış değerleri false nearest neighbor grafiği.....	41
Şekil 3.21.	1988 – 1989 krizi false nearest neighbor grafiği.....	42
Şekil 3.22.	1991 finansal krizi false nearest neighbor grafiği.....	42
Şekil 3.23.	2008 krizi false nearest neighbor grafiği.....	43
Şekil 3.24.	Aksigorta false nearest neighbor grafiği.....	43

Şekil 3.25.	Doğan Holding false nearest neighbor grafiği.....	44
Şekil 3.26.	Garanti Bankası false nearest neighbor grafiği.....	44
Şekil 3.27.	İş Bankası false nearest neighbor grafiği.....	45
Şekil 3.28.	Türk Hava Yolları false nearest neighbor grafiği.....	45
Şekil 3.29.	İMKB kapanış değerleri Lyapunov üsteli grafiği.....	46
Şekil 3.30.	İMKB kapanış değerleri eğim grafiği.....	46
Şekil 3.31.	1988 – 1989 krizi Lyapunov üsteli grafiği.....	47
Şekil 3.32.	1988 – 1989 krizi eğim grafiği.....	47
Şekil 3.33.	1991 finansal krizi Lyapunov üsteli grafiği.....	48
Şekil 3.34.	1991 finansal krizi eğim grafiği.....	48
Şekil 3.35.	2008 krizi Lyapunov üsteli grafiği.....	49
Şekil 3.36.	2008 krizi eğim grafiği.....	49
Şekil 3.37.	Aksigorta Lyapunov üsteli grafiği.....	50
Şekil 3.38.	Aksigorta eğim grafiği.....	50
Şekil 3.39.	Doğan Holding Lyapunov üsteli grafiği.....	51
Şekil 3.40.	Doğan Holding eğim grafiği.....	51
Şekil 3.41.	Garanti Bankası Lyapunov üsteli grafiği.....	52
Şekil 3.42.	Garanti Bankası eğim grafiği.....	52
Şekil 3.43.	İş Bankası Lyapunov üsteli grafiği.....	53
Şekil 3.44.	İş Bankası eğim grafiği.....	53
Şekil 3.45.	Türk Hava Yolları Lyapunov üsteli grafiği.....	54
Şekil 3.46.	Türk Hava Yolları eğim grafiği.....	54

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. İMKB – 100 şirketlerinden bazıları.....	21
Tablo 3.1. İMKB – 100 kapanış verilerinden bazıları.....	31
Tablo 4.1. İncelenen serilerin grafiklerinin değer tablosu.....	55

## ÖZET

Anahtar kelimeler: İMKB – 100 Endeksi, Kaos, Zaman serisi, Borsa, Lineer modelleme, Tisean 3.0.0. paket program

Kaotik sistemler başlangıç koşullarına son derece duyarlıdır. Sistemin akışındaki fark edilemeyen en ufak bir değişiklik, ileride hiç beklenmedik farklı sonuçların doğmasına sebep olabilir.

Ekonomik verilerin, lineer modellemelerle kısa, orta ve uzun vadede modellenmeleri çok başarılı sonuçlar vermemektedir.

Bu çalışmada, ekonomik verilerin ve özellikle zaman serisi olarak borsa verilerinin kaotik yapıda olup olmadığı incelenmiştir.

Borsa verilerinin zaman serisi olarak düzenli bir biçimde kaydedilmesi, üzerinde çalışılmasını kolaylaştırmaktadır. Genel olarak bakıldığında borsa veri zaman serisinin, periyodik olmayan yükseliş ve düşüşleri, dış etkilere karşı hassas tepkiler vermesi, borsa verilerinin kaotik davranışı konusunda ipuçları vermektedir.

Çalışmada kullanılan serinin İMKB – 100 olarak seçilmesinin nedeni, işlem hacminin çokluğu ve kullanılacak veri kümesinin analizi için kayda değer sonuçlar vermesidir.

Çalışmaya temel olan kaotik analiz Tisean 3.0.0. paket programı ile gerçekleştirilmiştir.

# **CHAOTIC ANALYSIS OF IMKB – 100 STOCK PRICES**

## **SUMMARY**

Key Words: IMKB – 100 Index, Chaos, Time series, Stock market, Linear modeling, Tisean 3.0.0. package program

Chaotic systems are extremely sensitive to initial conditions. The slightest difference in the flow of the system may cause unexpected, different changes in the future.

Economic data, linear modeling with the short, medium and long term modeling does not give very good results.

In this study, the economic data and time series data for the stock market is chaotic structure is examined.

Saving time series data on a regular basis in the stock market makes it easier to study of. In general the stock market rise and fall of the non-periodic time series data, sensitive to external factors to give responses, the chaotic behavior of stock market data that gives clues.

IMKB – 100 is selected as the basis of the work series, trading volume and size of the data set used for he results is that significant.

The work is carried out by the chaotic analysis Tisean 3.0.0. package program which isessential for this.

## **BÖLÜM 1. KAOS NEDİR?**

Günlük yaşantıda gözlemlediğimiz ve birbirleri ile sanki ilişkisi yokmuş gibi görünen, tesadüf eseriymiş gibi izlenim veren durum ve olayların, değişik bir bakış açısından ele alındığında aslında muazzam bir düzenin parçası olduğu gerçeği klasik bilimden kaosa geçişi niteler.

Kaos kelimesi sözlük anlamı olarak, “karmaşıklık, düzensizlik, belirsizlik” anlamı taşır. Kavram, yunanca “boşluk, yarıklık, hudutsuzluk” anlamlarına gelen “Khaos” kelimesinden gelmektedir [1]. Kaos kavramı günlük dildeki kullanımından farklı olarak bilimsel literatürde “düzensizliğin içindeki düzen” anlamında kullanılır. Kısaca söylemek gerekirse, günlük dildeki kullanımı ile bilimsel literatürdeki kullanımı arasında çok önemli fark vardır. Kavram ile ilgili en açıklayıcı tanımlardan birini veren teorik fizikçi Jensen, kaosu “kompleks, doğrusal olmayan dinamik sistemlerin düzensiz ve öngörülemez davranışı” şeklinde ifade eder [2]. Tanımda yer alan kompleks ifadesi karmaşıklığa, doğrusal olmayan (nonlineer) ifadesi özgün bir matematiksel yapıya, dinamik ifadesi ise sabit olmayan değişken bir yapıya işaret etmektedir.

Teoriye temel oluşturan matematiksel ve temel bulgular, 18. Yüzyılda ve bazı gözlemler ise antik çağlara kadar uzanır. Yunan ve Çin mitolojilerinde, yaratılış efsanelerinin başlangıcında kaos vardır. Kaos kavramı ve teorisi ile ilgili her şey ilk olarak 19. Yüzyılın sonlarında Fransız matematikçi Jules Henri Poincare'nin çalışmaları ile başlamıştır. Dinamik sistemler üzerine çalışmış olan tüm klasik fizikçi ve matematikçiler arasında kaos kavramını en iyi anlatan bilim adamı Poincare olmuştur. Poincare “Bilim ve Yöntemler” adlı eserinde, çok değişkenli sistemlerin

kalıcı çözümlerinin olmadığını, çözümlerinin sonsuz bir şekilde sürebilen oynak bir durum alacağını ve bunun da sistemlerde geleceğin tahminine izin vermeyeceğini ifade eder. Poincare şöyle devam eder: “Dikkatlerimizden kaçan küçücük noktalardan biri, öylesine büyük ve önemli sonuçlara neden olur ki, bizde kalkıp bu sonucun rastlantı sonucu ortaya çıktığını söyleriz. Tabiatın yasalarını ve evrenin başlangıç anındaki durumunu tam olarak bilebilmiş olsaydık, evrenin başlangıç durumunu izleyen daha sonraki anlardan birinde hangi durumda olacağını da tam olarak öngörmemiz mümkün olabilirdi. Tabiat yasalarının artık bizden kaçırarak hiçbir sırrı kalmamış olsa bile, gerçek durum konusunda yaklaşık olarak bilgi sahibi olabilirdik. Bu sayede, başlangıç durumunu izleyen durumu aynı şekilde yaklaşık değerler olarak öngörmemiz olanak dâhilinde olsa, tüm istediğimizi gerçekleştirmiş olur ve biz de bu fenomenin öngörülmüş olduğunu, yasalara uygun olarak cereyan ettiğini söyleriz. Ne var ki, her zaman böyle olmamaktadır, başlangıç şartlarındaki küçük farkların nihai olgularda çok büyük farklar oluşturduğu da görülmektedir. Başlangıç koşullarındaki küçücük bir hata nihai olguda muazzam bir hataya neden olacaktır. Bu durumda, olacağı öngörmek olanaklı değildir...” [3].

Kaos anlamındaki düzensizlik, basit bir dağınıklık ya da karmaşa değildir. Düzensizliği bu şekilde tanımlamak hem kaosu, hem de kaosun zıddı olan düzeni anlaşılabilir hale sokmaktan başka işe yaramayacaktır [4].

Her ne kadar kaos kavram ve teorisinin mimarı olarak J. Henri Poincare kabul edilse de teoriye en büyük katkıyı 1960 yılında M.I.T.’ de meteoroloji profesörü olan Edward Lorenz yapmıştır. Lorenz, basit bir hava tahmin raporu hazırlayabilmek için bilgisayarına veriler girmekte ve sonuçta bulduğu sıcaklık değerlerini grafikte göstermekteydi. Lorenz, tesadüf eseri seçmiş olduğu sıcaklık değerlerini en hassas termometrenin dahi algılayamayacağı düzeyde ufak oranlarda yükselterek fonksiyonu tekrar çalıştırdığında, fonksiyonların grafiklerde de her hangi bir fark yaratmasını beklerken sonuçta ortaya bambaşka fonksiyonların çıktığını gördü. Grafiklerdeki iniş ile çıkışların uzun dönemde tıpkı bir kelebeğe benzer desene neden olduğunu gözlemledi. Lorenzin bu sonuçtan çıkardığı yorum, doğru ve güvenilir bir



uzun vadeli hava tahmininin kaotik davranışı nedeniyle belli bir süreyi aşamayacağı, bu nedenle periyodik olmayan davranış özellikleri gösteren hiçbir sistemde öngörü yapmanın mümkün olmadığı şeklinde olmuştur [5]. Burada söz konusu olan doğal olaylardır. Doğal olayların çok büyük bir bölümü dinamik olduğu kadar aynı zamanda doğrusal olmayan özelliklerdeki yasalar tarafından yönetilmektedir. Gerçekten de Massachusetts'deki hafif bir rüzgâr ya da bir sıcaklık düşüşü örneğin Florida'da birkaç ay sonra şiddetli bir fırtınaya dönüşebilmekteydi. Kısaca bu durum, değişkenlerdeki küçük değişmelerin başlangıçta hiç tahmin edilemeyen şaşırtıcı sonuçlarının olabileceği anlamına gelmektedir. [6]

Lorenz, dıştan düzensiz olarak görülen ama içsel bir düzene sahip olan kaotik sistemlerin iki temel özelliğini öne sürerek “kaos teorisi” ni açıklamaya çalışmıştır [7].

Başlangıç koşullarına hassas bağımlılık ile ifade edilmek istenen “kelebek etkisi” ni - Amazon Ormanları'nda bir kelebeğin kanat çırpması, ABD'de fırtına kopmasına neden olabilir. Farklı bir örnekle, bir kelebeğin kanat çırpması, Dünyanın yarısını dolaşabilecek bir kasırganın oluşmasına neden olabilir [8] - olarak adlandırmıştır. Kelebek etkisi gereğince, karmaşık sistemdeki çok küçük, önemsiz gibi ve çoğu zaman dikkate alınmayan bir etki beklenmeyen büyük sonuçlar yaratmaktadır. Gerçek hayatta olduğu gibi bilimde de, bir takım zincirleme olaylarda küçük değişiklikleri büyük ve önemli sorunlar haline getiren bir kriz noktasının olduğu kabul edilir. Kaos ise, işte bu noktaların her yerde oldukları manasına gelmektedir.

Rastgele olmamak ise dünyadaki birçok olayın aslında kaotik bir yapılanmaya, tüm kaotik yapılanmaların ise kendi içerisinde bir düzenliliğe sahip olduğu anlamına gelmektedir. Örneğin sigara dumanının bir takım düzensiz helezonlar halinde dönerek yükselmesinde, bayrağın rüzgardaki dalgalanışında, otoyolda birbirinin peşi sıra seyreden arabaların davranışında ya da musluktan damlayan suyun önce düzenli aralıklarla düşerken zamanla düzeninin bozulmasında hep kaos ortaya çıkmaktadır.

İşte bu davranış biçimleri yeni bilimin yasalarına uymaktadır. Klasik bilimin nedensellik anlayışına oturtulamayan ve dinamik sistemler olarak adlandırılan süreçte kaosun determinizmi yıktığı ve sıkışan bilime yeni bir soluk getirdiği savunulmaktadır.

Kaos Teorisi, genelde lineer (doğrusal) olmayan karmaşık sistemlerde yapılan küçük oynamaların gelecekte büyük değişikliklere sebep olabileceğini söyleyen bir teoridir. Yakın gelecekte gerçekleşebilecek olayların tahmininin kolay, daha ileriki zamanda gerçekleşebilecek olayların tahmininin zor olacağını açıklar.

Kaos teorisi yapısal olarak bir fizik teorisi ya da matematiksel bir tümevarım değildir. Fiziksel gerçeklik parçalarının bir bütün olarak eğilimini açıklamaya yarayan bir yöntemdir. Bir sigara dumanının havada yaptığı şekiller tamamen düzensiz ve bağımsız rastlantıların ürünü olarak görülebilir. Ancak teorik fizik anlamında dumanın bu dinamiği ortamdaki birçok parametre ve etken ile belirlenir. Bu girdiler o kadar çoktur ve o kadar değişkendir ki incelemek ve net bir öngörüye varmak imkânsızdır. Parametrelerin bu kadar değişken olması aslında o parametrelerin de bir ürün olmamasından kaynaklanır. Dumanın hareketine neden olan hafif bir hava akımı aslında odanın bir başka yerindeki bir sıcaklık değişikliği ve basınç farkının neden olduğu bir harekettir. Ayrıca dumanın dinamiğini etkileyen girdiler birbirlerine bağlı olabilirler ki bu durumu tam anlamıyla içinden çıkılmaz bir hale sokar. Sigara dumanı örneğinde, hava akımının sadece sıcaklık değişiminden kaynaklandığını düşünelim. Sıcaklık değişimi ortamda basınç farkı yarattığından hava akımını etkiler. Fakat oluşan hava akımı sıcaklıkta tekrar değişimlere neden olacağından farklı girdilerle tekrar bir fonksiyon oluşturur ve bu değişim sonsuza kadar devam eder. Birçok farklı girdinin sürekli değişerek fiziksel değişimler yaratması ve bu değişimlerin farklı düzenler ortaya çıkarması ve yine kendini etkilemesi insan zekâsının ve günümüzdeki gözlem ve bilimsel tahmin yeteneklerinin çok üstünde olmasından dolayı kaos olarak nitelendirilir.

Kaos teorisinin temel önermeleri şöyle sıralanabilir:

1. Düzen düzensizliği yaratır.
2. Düzensizliğin içinde de bir düzen vardır.
3. Düzen düzensizlikten doğar.
4. Yeni düzende uzlaşma ve bağlılık değişiminin ardından çok kısa süreli olarak kendini gösterir.
5. Ulaşılan yeni düzen, kendiliğinden tetiklenen bir süreç aracılığıyla kestirilemez bir yöne doğru gelişir [9].

## **BÖLÜM 2. ZAMAN SERİLERİ**

İstatistik gözlemlerin bir kurala göre sıralanması sonucunda oluşan veri kümelerine seri, bu serilere zaman boyutunu katarak oluşturduğumuz serilere de zaman serisi denir [10]. Zaman serisi değerleri stokastiktir. Başka bir ifadeyle, zaman boyutunun belli anlarında rastsal değerler alırlar ve aldıkları bu değerlerin önceden kestirilebilmesi olanaksızdır. Bu seriler, aylık, üç aylık ve yıllık zaman aralıklarından oluşabileceği gibi daha dar ya da daha geniş zaman aralıklarında da ölçümlenebilir. Geçmiş yıllara ait verileri kullanarak gelecek yıllarda oluşacak veriler hakkında tahminde bulunabiliriz. Bu sayede çok önemli verilere ulaşabiliriz.

Zaman serilerinin modellenmesinde en önemli noktalardan birisi de ele alınan değişkenin (veri seti) zaman içerisinde nasıl hareket ettiği. Bir veri setinin ileriki dönemleri için yapılacak öngörü, nasıl bir fonksiyonel yapı içerisinde oluştuğunun ya da bu veri setine en yakın fonksiyonel formun bulunmasını gerektirir. Bazı seriler belli bir ortalama değer etrafında kısa dalgalanmalar gösterirken, bazıları ise zaman içerisinde yükselme ya da azalma yönünde belirgin eğimleri takip edebilirler. Ayrıca bu seriler artış veya azalış yönünde istikrar göstermeyen eğimlere de sahip olabilirler. Eğim içeren zaman serileri, zamandan bağımsız ortalama ve değişkeye sahip değildir. Bununla birlikte bazı seriler uzun dönemde sabit ortalama ve değişkeye sahipken kısa dönem aralıklarında aşırı dalgalanma (volatilite) gösterebilirler [11].

Zaman daimidir, fakat veriler genellikle kesikli zaman noktalarında kaydedilir. Bundan dolayı, bir zaman serisi örnekleme işlemi, daimi bir zaman serisini kesikli bir zaman serisine götürür.

## **2.1. Zaman Serilerinin Bileşenleri**

Zaman serileri genellikle; trend bileşeni, devresel bileşen, mevsimsel bileşen ve düzensiz bileşen olmak üzere dört bileşenden oluşur.

### **2.1.1. Trend bileşeni**

Bir veri setinin trendi, uzun bir zaman aralığında artış veya azalıştır [12]. Trend iktisadi bir zaman serisinin örneğin (İMKB – 100) uzun bir dönemdeki genel gelişme eğilimidir. Bundan dolayı trende “uzun dönem hareketi” de denir. Bu uzun zaman aralığındaki değişim ya da eğilim gösteren eğriye trend eğrisi denir.

Bir zaman serisinin oluşmasını tetikleyen olaylar, ona uzun bir dönemde pek değişmeyen bir yön verirler. Bu serinin gözlenen değerleri belirli dönem içerisinde düzgün ve şiddetli trend olarak adlandırılır. Zaman serilerinin eğilimi ise sabittir. İktisadi zaman serilerinin trendi; doğrusal, parabolik veya üstel olabilir [13].

### **2.1.2. Devresel bileşen**

Yatırım ve üretim, satış ve gelir gibi unsurların ekonomide meydana getirdiği gelişme ve düşme dönemlerinin kendini tekrar ettiği dalgalanmalar devresel bileşeni oluştururlar. Bir trend doğrusu veya eğrisi etrafındaki uzun dönemli dalgalanmalar devreseldir. Bu dalgalanmalar trend dalgalanmaları gibi sistematik bir nitelik taşırlar. Bu nedenle bir dereceye kadar öngörülebilmeleri mümkündür. Her ne kadar bu hareketler trende benzer şekilde hareket etseler bile, devrelerinin uzunluğu (dalga uzunluğu) ve sürelerinin belirsizliği ile dikkat çekerler.

### 2.1.3. Mevsimsel bileşen

Zaman serilerinde kısa bir zamanda gözlemlenen dalgalanmalara mevsimsel dalgalanmalar denir. Periyodik olan bu dalgalanmaların uzunlukları bir yıldır. Bu dalgalanmalar iktisadi bir olayın oluşumunda rol oynayan doğal olaylar, sosyal adet ve alışkanlıkların bir yıl içerisinde anormal bir dağılım göstermiş olmalarından meydana gelir.

Örneğin yağmur, dolu, kar, don, nem, sıcaklık değeri gibi meteorolojik nedenler bir yıl içerisinde hemen hemen yılın aynı zamanlarında ve aynı yönlerde gözlenen mükemmel dalgalanmalar mevsim dalgalanmalarıdır. Sabit veya değişken olabilen bu dalgalanmaların belirlenmesinde ve ölçülmesinde yaygın olarak kullanılan yöntem hareketli ortalamalar (ARMA) yöntemidir.

### 2.1.4. Düzensiz bileşen

Zaman serilerinin belirli bir sistematik değişim göstermeyen rastgele bir değişim gösteren kısmıdır. Sistematik olmayışları önceden tahmin edilemeyeceklerini gösterir.

Düzensiz bileşenin oluşmasını etkileyen faktörler doğal ve sosyal olarak beklenmeyen olaylardır. Bu tür süreçler otoregresif süreç adını alır.

## **2.2. Zaman Serilerinin Analizi ve Özellikleri**

### **2.2.1. Dört unsurdan meydana gelme özelliği**

Finansal bir olayın zaman akışına göre aldığı değerlerin akışında gözlenen dalgalanmalar ekonomik, sosyal, psikolojik vb. gibi çeşitli sebeplerin olay üzerindeki etki, yön ve şiddetinin farklı olmasından ileri gelir. Dört genel grupta toplanabilen bu dalgalanmalar; trend, devresellik, mevsimsellik ve düzensizlik olarak sayılabilir.

### **2.2.2. Bağımlılık özelliği**

Zaman serilerinin özelliği, gözlenen değerlerinin birbirine bağımlı olmasıdır [14]. Bu bağımlılığa “iç bağımlılık” denir. İç bağımlılık zaman serileri analizini, bağımsız gözlem değerlerinden meydana gelen serilerin analizinden ayıran en önemli özelliktir. Bu özellik nedeniyle, bir zaman serisinin şimdiki ve geçmiş dönem gözlem değerlerini kullanarak ileriki dönemde alacağı değerleri tahmin etme imkânı olabilir.

### **2.2.3. Stokastik süreç olma özelliği**

Zaman serileri sadece zamanın rassal bir fonksiyonu olmadıkları için sadece zaman değişkeni tarafından tam olarak açıklanamazlar. Bir zaman serisinin gelecek dönemlerde göstereceği tavrı tam olarak açıklayabilmek için kullanılacak matematiksel modelde bu olayları açıklayacak bütün değişkenlere yer vermek gerekir, fakat bu her zaman mümkün değildir. Modelde bütün değişkenlere yer vermek modeli karmaşıktırır ve uygulanabilir olmasını zorlaştırır. Ayrıca bütün değişkenler hakkında yeterli bilgi bulunması ve onların sayısal olarak gösterilmesi mümkün değildir.

Zamana bağlı olaylar rassal karakterdedir. Bu gibi olaylarla ilgili serilerin gelecek dönemdeki seyrini, bugünkü ve geçmiş dönem değerlerine dayanarak incelemek için değişik bir yaklaşım gerekir. Buna deterministik olmayan, stokastik veya istatistik yaklaşım denmektedir [15]. Bu nedenle zaman serileri analiz edilirken bu serilere bir stokastik süreç olarak bakılması tanımlanması ve analiz için stokastik (ihtimali) modeller kullanılması gereği ortaya çıkmaktadır.

Zaman serileri analizinde karşılaşılan rassal değişkenlerin çoğu daimi değişkenlerdir. Kesikli rassal değişkenlere daha az rastlanır. Her ne kadar zaman serileri analizinde karşılaşılan değişkenlerin çoğu daimi değişkenler ise de bunlar çoğu zaman kesikli gibi ele alınırlar.

### **2.3. Zaman Serilerinin Sınıflandırılması**

Gözlem değerlerinin elde ediliş biçimine göre zaman serileri, sürekli ve kesikli seriler; gözlem değerlerinin serinin ortalama değerinden büyük sapmalar gösterip göstermediklerine göre durağan ve durağan olmayan seriler ve son olarak göstermiş oldukları devri hareketlere göre mevsimsel veya mevsimsel olmayan olarak incelenir.

#### **2.3.1. Sürekli ve kesikli zaman serileri**

İncelenen zaman serilerinin gözlem değerleri zaman içinde devamlı olarak elde ediliyorsa, meydana gelen seri sürekli zaman serisidir. Bu tür seriler genellikle zaman içinde eşit olmayan aralıklarla elde edilen gözlem değerlerinden oluşur. Eğer gözlem sadece belirli zaman aralıkları ile yapılıyorsa, böyle serilere kesikli zaman serileri denir. Kesikli zaman serileri genellikle eşit zaman aralıklarıyla yapılan gözlem değerlerinden oluşur. Uygulamada en çok üzerinde çalışılan zaman serileri



kesikli zaman serileridir. Gözlemlerin sürekli yapıldığı hallerde bile, belirli zaman aralıkları için gözlem değerlerinin ya toplamı alınarak ya da örnekleme yoluyla sürekli seriler kesikli hale dönüştürülebilir [16].

Örneğin, ihracat ve ithalat miktarları sürekli olarak gözlemlendiğinden bu seriler sürekli zaman serileridir. Ancak, belirli zaman aralıkları için değerlerin toplamı alınarak süreksiz zaman serisi haline dönüştürülebilirler.

### **2.3.2. Durağan ve durağan olmayan zaman serileri**

Zaman serileri ihtimalli bir süreçtir, durağanlık ise ihtimalli süreçlerle ilgili önemli bir kavramdır. İhtimalli süreç olarak bir zaman serisinin tüm özellikleri, yani ortalaması, varyansı, kovaryansı ve daha yüksek dereceden momentleri zamana göre değişmiyorsa veya seri periyodik dalgalanmalardan arınmışsa, seriye durağan zaman serisi, bu duruma ise “durağanlık” denilmektedir.

Bir zaman serisinin tüm özelliklerinin zamana göre değişmezliği, bu serinin tam durağan olduğunu ifade eder.

Zaman serisinin bir önceki zaman aralığındaki ilk gözlem değerlerinin bileşik olasılık dağılım şekli ile bir sonraki zaman aralığındaki gözlem değerlerinin bileşik olasılık dağılım şekli değişmiyorsa, seri tam durağan seri, bu durum ise tam durağanlık olarak ifade edilir. Başka bir deyişle, bir serinin gözlem değerleri kümesinin bileşik olasılık dağılımı, gözlemlerin yapıldığı zaman noktalarının zaman orijinine göre ileriye veya geriye alınmasıyla herhangi bir değişikliğe uğramıyorsa, seri tam durağan seridir. Tam durağan zaman serisi, bileşik olasılık dağılımı zaman kümesi içindeki her noktada aynı özelliğe sahip olan, seriyi meydana getiren gözlem

değerlerinden etkilenmeyen, sadece zaman kümesinin elemanları arasındaki uzaklığa bağlı olan bir seri olarak da tanımlanabilir.

Tam durağan serilerin tüm özellikleri bütün zaman noktaları boyunca değişmediğinden istatistiksel olarak dengede olan seriler şeklinde ifade edilmektedir. Bir zaman serisinin tüm özellikleri değil de sadece sıfır orijinine göre momenti (aritmetik ortalaması) zamana göre değişmiyorsa birinci dereceden durağan seri, bu durağanlığa birinci dereceden durağanlık adı verilir. Eğer zaman serisinin sıfır orijinine göre birinci momenti olan aritmetik ortalama ile aritmetik ortalamaya göre ikinci momenti olan varyans ve kovaryans zamana göre değişmiyorsa bu seriye ikinci dereceden durağan seri, bu tür durağanlığa da “ikinci dereceden durağanlık”, “kovaryans durağanlık” veya “zayıf durağanlık” denir [17].

Kovaryans durağanlık tanımına göre zaman kümesi içindeki her noktada serinin ortalaması ( $\mu$ ) değişmez ve zaman orijininin ileri ya da geriye alınması kovaryansını etkilemez. Zaman serisinin gözlem değerleri arasındaki kovaryans sadece bu değerler arasındaki zaman aralığına (gecikmeye) bağlıdır.

Zaman serileri analizinde genellikle serinin söz konusu iki momentiyle ilgilenildiğinden kovaryans durağanlık varsayımı yeterli sayılmaktadır.

Durağan zaman serisi örneklerine hayatta çok az rastlanır. Özellikle finansal uygulamalarda karşılaşılan zaman serilerinin çoğu durağan olmayan serilerdir. Bu seriler zaman serisini meydana getiren trend, mevsimsel dalgalanmalar, konjonktür dalgalanmaları ve tesadüfi dalgalanmalardan birini veya birkaçını birlikte içerirler. Bu nedenle durağan olmayan zaman serilerinin gözlem değerleri kümesinin bileşik olasılık dağılımı, gözlemlerin yapıldığı zaman noktalarının ileriye veya geriye alınmasıyla değişir. Bu değişiklik serinin değişik bölümleri arasında farklılıklara neden olur. Bu nedenle uygulamada en çok karşılaşılan durağan olmayan seriler bir

takım dönüşüm yöntemleri kullanılarak durağan hale getirilir ve daha sonra analiz edilir. Bu dönüşüm zorunludur, çünkü zaman serileri analizi için geliştirilmiş ve kullanılan olasılık modelleri yalnızca durağan zaman serilerine uygulanabilir.

Durağan zaman serileri trend, konjonktür ve mevsim etkilerinden arındırılmış serilerdir. Bu nedenle serinin gerçek hareketlerini gözlemek bu tip serilerde mümkün olmaktadır.

### **2.3.3. Mevsimsel ve mevsimsel olmayan zaman serileri**

Bir zaman serisinde birbirini takip eden yılların aynı aylarında benzer devri hareketler görülüyorsa mevsimsel seri, aksi durumda mevsimsel olmayan seriden bahsedilir. Yalnız bu türde bir ayırma gidebilmek için zaman serilerinin yeterli sayıda gözlem kümesini içermesi gerekir.

Örneğin Türkiye'nin turizm gelirlerine bakıldığında, kış aylarında orantılı olarak bir düşüş, bahar ve yaz aylarında ise bir artış olduğu görülür. Mevsimlere bağlı olarak ortaya çıkan bu değişim her yıl benzer şekilde gözlenmektedir. İşte bu nedenle, Türkiye'nin turizm gelirleri serisinin mevsimsellik içerdiği söylenebilir.

### **2.4. Zaman Serilerinin İleriye Dönük Tahmin Amacıyla Analizi**

Zaman serileri çeşitli amaçlar için analiz edilir. Bu amaçlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Zaman serisini unsurlarına ayırma amacı

2. Zaman serileri arasındaki ilişkiyi açıklama amacı
3. Kontrol amacı
4. İleriye dönük tahmin amacı

Bir zaman serisinin ileriye yönelik tahmin amacıyla kullanılması serinin sergilediği net hareketlerin gözlenmesi yardımıyla olacaktır. Dolayısıyla, gelecek tahmininde kullanılacak bir serinin üzerinde etkili olan trend, devresel ve mevsimsel dalgalanmalarının belirlenerek serinin bu etkilerden arındırılmış olması gerekmektedir.

Zaman serileri analizinde diğer bir amaç, seriler arasındaki ilişkiyi açıklama amacıdır. Burada incelenen değişken bağımlı, bu değişken üzerinde etkili olan diğer değişken veya değişkenler bağımsız kabul edilerek bu iki grup değişken arasındaki ilişki bir model yardımıyla belirlenir ve bağımsız değişken veya değişkenlerde meydana gelecek değişimler kullanılarak, bağımlı değişkendeki değişimler açıklanmaya çalışılır.

Bir zaman serisinin ileriye yönelik tahmin amacıyla analizinde de benzer bir mantık vardır. Zaman serisinin geçmiş dönem gözlem değerlerinden oluşan seri, yol gösterici bir değişken gibi düşünülmekte ve olayın ileride alacağı değerler, geçmişte aldığı değerler kullanılarak tahmin edilmeye çalışılır.

Yine bir diğer amaç olan kontrol, diğer amaçların bir parçası bir uzantısı durumundadır Bir serinin işleyiş mekanizmasını belirledikten sonra, geçmiş dönem bilgilerinden hareketle sistemin düşünülen yönde gelişip gelişmediğini görmek dolayısıyla sistemi kontrol etmek mümkün olmaktadır.

Geleceğin tahmini amacıyla analiz edilen zaman serisine ait verilerin bir kısmı modelin tahmini aşamasında kullanılmayıp, kontrol amacıyla, test kümesi olarak ayrılarak, belirlenen modelin gelecek tahmininde ne denli başarılı olduğu sınanabilir [18].

Bu sınamada başarılı bir sonuç alındığında, kontrol amacıyla saklanan veriler, önceden kullanılan verilerle beraber incelenerek model tahmini gerçekleştirilir ve bu modelden hareketle gelecek tahmini yapılır.

## **2.5. Lineer Olmayan Zaman Serisi**

Zaman serisinin lineer (durağan) olmayışı serinin davranışının geçmiş, şimdi ve gelecekteki davranışlarının benzer olmaması anlamını taşır. Lineer olmayan zaman serileri aşağıdaki özelliklere sahiptir:

1. Serinin değerleri belirli bir değer etrafında dağılmaz ve ortalaması sabit değildir.
2. Varyans zamana bağlıdır ve sonsuza yaklaşan bir fonksiyon gibi sonsuza gider.
3. Gözlemler arasındaki ilişki, gözlemler birbirlerinden uzaklaştıkça azalmaz [19].

Finansal yaşamda karşılaşılan zaman serileri genelde lineer olmayan zaman serileridir. Bu seriler zaman serilerini meydana getiren bileşenlerden birini veya birkaçını birlikte içerirler. Bundan dolayı lineer olmayan zaman serilerinin gözlem değerleri kümesinin bileşik olasılık dağılımı, gözlemlerin yapıldığı zaman noktalarının ileriye veya geriye alınmasıyla değişime uğrar. Buradan da serinin değişik bölümlerinin arasında farklılıklar oluşacağı söylenebilir. Bu nedenle lineer olmayan seriler bazı dönüşüm yöntemleri kullanılarak lineer hale getirilir ve daha sonra analiz işlemi gerçekleştirilir. Bu dönüşümü yapmak zorunludur çünkü zaman

serileri için gerçekleştirilmiş ve kullanılan olasılık modelleri sadece lineer zaman serilerine uygulanabilir.

## **2.6. İstanbul Menkul Kıymetler Borsası, İMKB**

İstanbul Menkul Kıymetler Borsası ya da kısaca İMKB, sermaye piyasasında faaliyet gösteren banka ve aracı kurumlara saklama ve takas hizmeti veren kuruluştur. Aynı zamanda özel bütçesi ve gelir kaynakları olan özerk nitelikli, tüzel kişiliğe sahip bir mesleki kuruluştur.

6 Ekim 1983 tarih ve 18183 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan “Menkul Kıymetler Borsaları Hakkında 91 sayılı KHK”, Türkiye'nin sermaye piyasalarını daha etkin hale getirmek perspektifi ile Türkiye’de menkul kıymet alım satım işlemlerinin gerçekleştirilmesine elverişli ortam yaratmak amacıyla Türkiye’de menkul kıymetler borsalarının kuruluş esas ve şartlarını düzenlemektedir.

6 Ekim 1984 tarih ve 18637 sayılı Resmi Gazete ile yayımlanan “Menkul Kıymetler Borsalarının Kuruluş ve Çalışma Esasları Hakkında Yönetmelik” ile Türkiye’de menkul kıymetler borsalarının kuruluş, çalışma, denetlenme ve borsada alım satım esasları ile borsa üyelerinin kuruluş, çalışma ve yükümlülükleri düzenlenmiştir.

İMKB, genel kurulca seçilen beş üyeden oluşan bir yönetim kurulu tarafından yönetilir. Osman BİRSEN 25 Ekim 1997 tarihinde üçlü kararname ile İMKB’ye Başkan olarak atanmıştır. Yönetim Kurulu’nun diğer dört üyesi, yatırım bankaları, ticari bankalar ve aracı kurumlar olmak üzere borsa üyelerini oluşturan üç ayrı kategorideki aracı kuruluşları temsilen seçilmektedir.

91 sayılı KHK’de öngörülen görevleri yerine getirmek üzere kurulan İstanbul Menkul Kıymetler Borsası, Sermaye Piyasası Kurulu’nun gözetim ve denetimi altında olan tüzel kişiliği haiz bir kamu kurumudur. İMKB çalışma usul ve esasları, 19 Şubat 1996 tarih ve 2559 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan “İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Yönetmeliği”nde düzenlenmiştir.



Şekil 2.1. İstanbul Menkul Kıymetler Borsası amblemi

İMKB, bir meslek kuruluşu olarak, yatırım ve kalkınma bankaları, ticari bankalar ve aracı kurumlardan oluşan üyelere sahiptir.

İMKB Hisse Senetleri Piyasası'nda dört sürekli pazar bulunmaktadır. Bunlar; Ulusal Pazar, İkinci Ulusal Pazar, Yeni Ekonomi Pazarı ve Gözaltı Pazarıdır. İMKB Tahvil ve Bono Piyasasında ise Kesin Alım Satım Pazarı, Repo - Ters Repo Pazarı ve Gayrimenkul Sertifikaları Pazarı bulunmaktadır.

Borsada ortaklık hakkı veya alacaklılık hakkı sağlayan ve Sermaye Piyasası Kurulunca menkul kıymet olarak kabul edilen sermaye piyasası araçları işlem görebilmektedir. İMKB'de hisse senedi, devlet tahvili ve hazine bonusu işlem görmektedir.

Yatırımcıları Koruma Fonu'ndan aracı kuruluşların yaptıkları sermaye piyasası faaliyetleri nedeniyle müşterilerine karşı sadece hisse senedi işlemlerinden doğan nakit ödeme ve hisse senedi teslim yükümlülükleri için ödeme yapılabilmektedir [20].

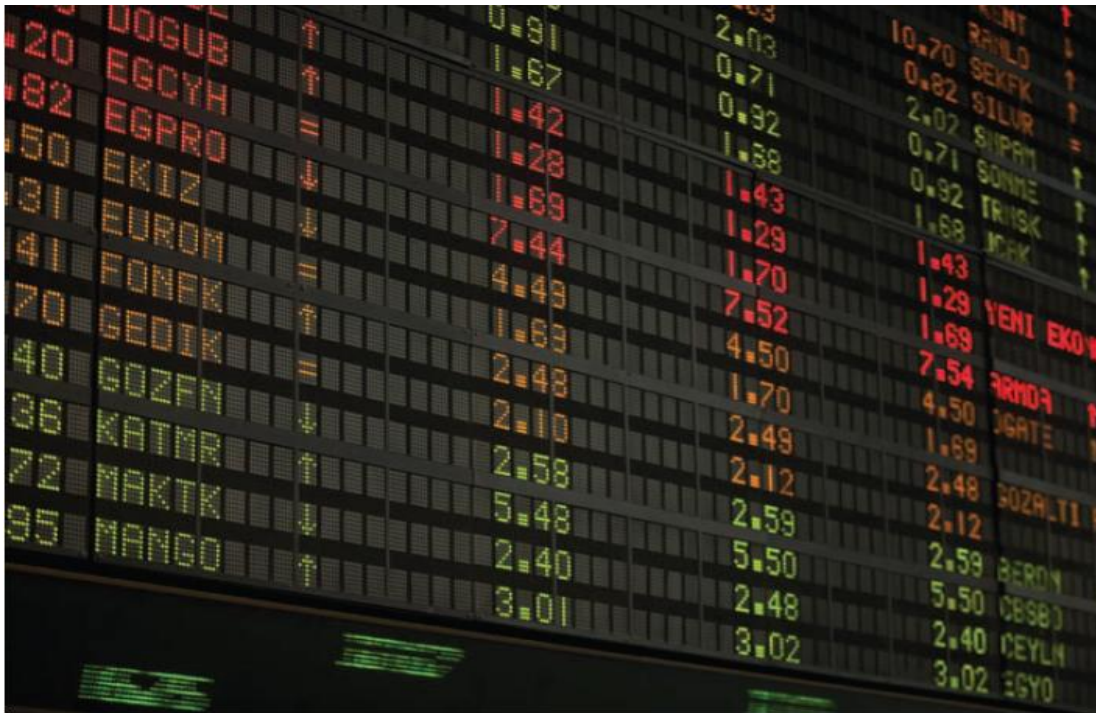
### **2.6.2. Endeks nedir?**

Endeks bir veya daha fazla değişkenin hareketlerinden ibaret olan, oransal değişimi ölçmeye yarayan bir göstergedir. İMKB, yatırımcıların hisse senedi ve tahvil-bono piyasalarında oluşan hareketleri takip edebilmeleri amacıyla her iki piyasaya ilişkin farklı nitelikte endeksler hesaplamaktadır.

Hisse Senedi Endeksleri, endeksler kapsamında yer alan hisse senetlerinin fiyatlarını baz alarak “piyasa performansı” hakkında genel bir bilgi veren göstergelerdir.



Tahvil ve bono endeksleri ise, piyasada işlem gören sabit ve değişken getirili menkul kıymetlerin fiyat ve performansını gösteren endekslerden oluşmaktadır. Fiyat endeksleri, piyasa faiz oranındaki değişimin yol açtığı fiyat değişimini ölçerken, performans endeksleri hem faiz oranındaki değişimi hem de vadeye kalan gün sayısındaki azalmayı dikkate alarak yatırımcının elde ettiği getiriyi ölçmektedir [21].



Şekil 2.2. Endeks işlem tablosu

### 2.6.2. İMKB hisse senedi endeksleri

Hisse senedi piyasasının genel bir göstergesi olan hisse senedi endeksleri, endeks kapsamındaki hisse senetlerinin fiyatları baz alınarak “piyasa performansı” hakkında genel bir bilgi verir. Hisse senedi endeksleri, genellikle piyasanın anlık durumunu yansıtır. Dünyada 1884 yılından beri kullanılmakta olan hisse senedi endeksleri, aritmetik ortalama, geometrik ortalama ve piyasa değeri ağırlıklı olmak üzere

genellikle uç ayrı şekilde hesaplanmaktadır. İMKB Hisse Senedi Endeksleri piyasa değeri ağırlıklı olarak hesaplanmaktadır.

İMKB Hisse Senedi Endeksleri, Borsa’da işlem gören hisse senetlerinin, bütünsel ve sektörel bazda performanslarının ölçülmesi amacıyla hem fiyat hem de getiri olarak hesaplanmaktadır. Fiyat endeksleri, sadece fiyattaki değişimi yansıtırken, getiri endeksleri kar payı ödemelerini de dikkate almaktadır. İMKB Fiyat Endeksleri tüm seans suresince, getiri endeksleri ise sadece seans sonunda hesaplanmakta ve yayınlanmaktadır. İMKB - 100 Endeksi Ulusal Pazar için temel endeks olarak kullanılmaktadır. Hisse senetleri piyasası için 44 adet fiyat, 44 adet de getiri olmak üzere toplam 88 adet endeks hesaplanmaktadır.

01.10.2010 tarihinden itibaren Borsamızda işlem gören hisse senetleri belirli kriterlere göre değerlendirilerek A, B ve C olmak üzere 3 liste halinde işlem görmeye başlamıştır. Bu listelerde yer alan hisse senetlerinin alım satım esasları farklılaştırılmış olup her bir listede yer alan hisse senetleri için bazı ilave tedbirler uygulanmaktadır. Ayrıca belirlenen kriterlere ilişkin güncellemeler üçer aylık dönemler itibarıyla yapılacak olup, söz konusu güncellemeler kapsamında listeler arası geçişler yapılabilecektir.

A-B-C listelerine göre C listesinde işlem gören hisse senetleri İMKB Hisse Senedi Endekslerinin hiçbirine dâhil edilmezler [22].

### **2.6.3. İMKB - 100 endeksi**

Ulusal Pazar’ da işlem gören şirketlerle, Kurumsal Ürünler Pazarı’nda işlem gören gayrimenkul yatırım ortaklıkları ve girişim sermayesi yatırım ortaklıklarının hisse senetlerinden, belirlenen şartlara göre seçilen 100 hisse senedinden oluşmaktadır.

İMKB - 100 Endeksi, İMKB - 30 ve İMKB - 50 Endeksi'nde yer alan hisse senetlerini otomatik olarak kapsamaktadır.

#### 2.6.4. İMKB-100 şirketleri

Tablo 2.1. İMKB – 100 şirketlerinden bazıları [23].

	Kod	Şirket Adı
1	ADNAC	ADANA ÇİMENTO
2	AEFES	ANADOLU EFES
3	AFYON	AFYON ÇİMENTO
4	AKBNK	AKBANK
5	AKENR	AKENERJİ
6	AKGRT	AKSİGORTA
7	AKSA	AKSA
8	AKSEN	AKSA ENERJİ
9	ALARK	ALARKO HOLDİNG
10	ALBRK	ALBARAKA TÜRK
11	ANELE	ANEL ELEKTRİK
12	ANSGR	ANADOLU SİGORTA
13	ARCLK	ARÇELİK
14	ASELS	ASELSAN
15	ASYAB	ASYA KATILIM BANKASI
16	AYGAZ	AYGAZ

#### 2.6.5. Volatilite hesaplaması

İMKB-100 ve İMKB-30 endekslerinin tarihsel volatiliteleri günlük olarak Kapanış-Kapanış volatilite hesaplama yöntemi kullanılarak hesaplanmaktadır. Buna göre bir

endeksin t tarihinde geçmiş n işlem günü (t tarihi dâhil) için gerçekleşmiş volatilitisini hesaplamada aşağıdaki formül kullanılmaktadır [24].

$$Vol_{t,n} = \sqrt{252 \times \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n (R_{t-i+1} - \bar{R}_{t,n})^2} \quad (2.1)$$

$$R_t = \ln E_t - \ln E_{t-1} \quad (2.2)$$

$$\bar{R}_{t,n} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n R_{t-i+1} \quad (2.3)$$

$Vol_{t,n}$  = Endeksin t zamanında geçmiş n işlem günü (t tarihi dâhil) için gerçekleşmiş volatilitesi

$E_t$  = Endeksin t tarihindeki kapanış değeri

$n$  = Volatilitenin hesaplandığı gün sayısı

Volatilitite verisi günlük olarak geçmiş 21, 42, 63, 126, 252 işlem günü için hesaplanmaktadır.

### BÖLÜM 3. LİNENER OLMAYAN ZAMAN SERİSİ ANALİZİ

Kaos, doğrusal olmayan sistem evrimlerinden meydana gelir. Bu sistem evrimleri ya,

$$\frac{dx}{dt} = F(x(t)) \quad (3.1)$$

şeklinde farklı denklemler ya da,

$$x(t + 1) = F(x(t)) \quad (3.2)$$

türevsel formda üç ya da daha fazla serbestlik derecesi ve sistemin dinamik formunu tanımlayan harita formunda,  $x(t) \in R^n$  iki ya da daha fazla serbestlik derecesi içeren çevrilemeyen soyut zaman haritaları tarafından yönetilir.

Kaos yörüngelerden  $x(t)$ , daimi genişbant Fourier spektrumu, periyodik olmayan hareket, eğrideki küçük değişimlere gösterilen üstel hassasiyet olarak tanımlanabilir. Zaman serileri bakımından, elde sadece sistemin dinamik mekanizmalarının anlaşılabilir olduğu ölçekli ölçümler vardır. Fakat ölçeksiz zaman serilerinden nicel bilgi çıkarmak için ölçeksiz gözlemlerden kaotik hareketin yer aldığı dinamik sistemin faz uzayı geçmelidir. Faz uzayının yeniden yapılandırılması sistemin çözümüdür.

### 3.1. Faz Uzayını Yeniden Yapılandırmak

Embedding Teoremi [25,26] faz uzayında ölçeksiz gözlemleri vektörlere çevirmek için kullanılır. Teoremden şu anlaşılıyor ki,  $m$ -boyutlu erteleme uzayı, görülmeyen dinamik sistemin orijinal gözlenmeyen faz uzayına eşittir. Ölçekli geçici şimdiki  $\vec{s}(k)$ 'dan faz uzayını yeniden yapılandırmak için verilen  $\vec{y}(k)$  vektörleri oluşturmalıyız.

$$\vec{y}(k) = (s(k), s(k + \tau), \dots, s(k + (d - 1)\tau)) \quad (3.3)$$

Burada  $\tau$  erteleme zamanını,  $d$  şimdiki boyutu belirtmektedir. Yukarıdaki denklem, ölçekli ölçümlerin yerine, Öklid  $d$ -boyutlu faz uzayındaki yeni veri vektörlerini koymaktadır. Burada orijinal sistemin invaryanslarının bilgileri korunmuştur. Bu demektir ki, bu yeni yapılandırılmış faz uzayı, orijinal sistemin tüm invaryanslarını, orijinal uzayda değerlendiriliyormuş gibi incelememize olanak sağlamaktadır.

Teoremde belirtildiği gibi şimdiki boyutun, sistemin orijinal faz uzayıyla aynı olmasına gerek yoktur. Ancak hesaplamaları en aza indirmek için elverişli bir boyut belirlemek gerekmektedir. Faz uzayının yeniden yapılandırılmasıyla ilgili ortaya çıkan bir problem de hangi erteleme zamanının kullanılacağıdır. Teoride tüm zaman aralıkları eşittir. Fakat pratikte, zaman serisinin deterministik yapısını belirlemek için uygun bir zaman aralığı seçilmelidir. Zaman serilerindeki örnek zaman katlarında zamanın ertelenmesi çok doğaldır. Zaman ertelenmesi çok kısa olursa, yeni yapılandırılan vektörler yeterince bağımsız olmayacaktır ve bu orijinal sistem hakkında bir kısım bilgi kaybına sebep olacaktır. Diğer taraftan uzun bir zaman ertelenmesi seçersek, sistemin kaotik doğası sebebiyle ölçümler serbest görünecektir.

Uygun bir erteleme zamanı ve şimdiki boyutu seçmek için kullanılabilir bir kısım lineer ve lineer olmayan araçlar vardır.

### 3.1.1. Karşılıklı bilgi (Mutual information) metodu

Mutual information metodu, uygun zaman ertelemesini belirlemek için kullanılan bir araçtır [27,28]. Mutual information.  $A = \{a_i\}$  sabitinden çıkarılan  $a_i$  ölçümleri ile  $B = \{b_j\}$  sabitinden çıkarılan  $b_j$  ölçümleri arasındaki,  $a_i$  ölçümleri tarafından  $b_j$  ölçümleri hakkında öğrenilen miktardır. Mutual information S fonksiyonu şöyledir,

$$S = - \sum_{ij} p_{ij}(\tau) \ln \frac{p(\tau)}{p_i p_j} \quad (3.4)$$

Burada  $p_i$ , i-th aralığında bir veri değeri bulma olasılığıdır.  $p_{ij}$  verinin önce i-th aralığında sonra j-th aralığında  $\tau$  zaman sonra olmasının ortak olasılığıdır. Mutual information, veri değerleri arasındaki bilgi bağlantısı bilgisini verir. Mutual information zaman ertelemesi için ortalama  $\tau$ 'nun ilk minimumuna karşı iyi bir tahmin verir [29].

### 3.1.2. Otokorelasyon fonksiyonu

Uygun bir zaman ertelemesi belirlemenin diğer bir istatistiksel metodu da bir sinyalin otokorelasyonuna bakmaktır. Verilen fonksiyon

$$c_v = \frac{1}{\sigma^2} \langle (s_n - \langle s \rangle)(s_{n-v} - \langle s \rangle) \rangle = \frac{\langle s_n s_{n-v} \rangle - \langle s \rangle^2}{\sigma^2} \quad (3.5)$$

$$\langle s \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} ds' s' p(s) \quad (3.6)$$

değer aralığı ve  $p(s)$ , fonksiyonun olasılık yoğunluğudur.

$$\sigma^2 = \langle (s - \langle s \rangle)^2 \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} ds' (s' - \langle s \rangle)^2 p(s') \quad (3.7)$$

3.5 eşitliğinde  $s_n$ ,  $n$  zaman adımında alınan ölçümdür. Veri değerlerinin dağılımı otokorelasyon kullanımıyla belirlenebilir. Otokorelasyon fonksiyonu sıfırda veri noktalarının uzayda eşit dağıldığını çıkarabiliriz. Diğer bir deyişle  $s(n)$  ve  $s(n - \nu)$  zaman ertelemesi, vektöründe koordinatlar olarak kullanılmak için yeterince bağımsızdır. Ama bunun yanında aralarındaki bağlantı hakkında yeterince bilgi taşımaktadır. Dolayısıyla otokorelasyon fonksiyonunun ilk sıfır kesişmesi, kullanılarak zaman ertelemesi hakkında ipucu verir [30].

### 3.1.3. Yanlış en yakın komşuluklar (False nearest neighbor) metodu

Uygun bir zaman ertelemesinin seçiminin ardından, şimdiki boyutun seçimi sorunu ortaya çıkmaktadır. Zaman serilerine gelince, daha önce bahsettiğimiz gibi bir sistemin faz uzayı daha küçük boyutsal uzaya yansıtılır. Bu yüzden şimdiki boyutta gözlemlenen doğru yörüngeleri, orijinal faz uzayını korumaktan dolayı ortaya çıkan otomatik kesişmelerden ayırt etmek de çok önemlidir. Şimdiki yörüngeden biliyoruz ki, çekicinin box-counting boyutu  $D_f$  ise,  $2D_f$ 'den daha büyük bir sayı boyutu  $d_E$ , yeniden yapılandırılmış faz uzayında çekiciyi yeterince ortaya çıkaracaktır. Hesap uğraşını en aza indirmek için, şimdiki boyutun minimumunda çekiciyi ortaya çıkarmaya yetecek bir ölçüte ihtiyaç vardır. Bu noktada False nearest neighbor metodu şimdiki boyutta tahmin yapmak için kullanılacak faydalı bir araçtır [29]. Uygun gecikme süreli  $\tau$ ,  $d$  boyutlarındaki yeniden yapılandırılmış veri vektörleriyle başlayacak ve zaman erteleme vektörü:



$$\vec{y}(k) = [s(k), s(k + \tau), \dots, s(k + (d - 1)\tau)] \quad (3.8)$$

ile verilir. Vektörün faz uzayındaki en yakın komşuluğu, bir diğer zaman erteleme vektörü olacaktır:

$$\vec{y}_{NN}(k) = [s_{NN}(k), s_{NN}(k + \tau), \dots, s_{NN}(k + (d - 1)\tau)] \quad (3.9)$$

Eğer  $\vec{y}_{NN}(k)$  ve  $\vec{y}(k)$  gerçek komşuluksa, aralarındaki ilişkinin sistem dinamiklerinden meydana gelmesi gerekir. Fakat seçilen şimdiki boyutları yeterince geniş değilse, çekici tam olarak ortaya çıkmayacak ve çekicideki çıkıntı nedeniyle yanlış veri noktaları her birinin komşuluğuna düşecektir. Şimdiki boyutun artırılması yanlış komşuluk sayısını düşürecek. Sonraki yüksek boyuta dönerek, her bir veri noktası için tüm yanlış komşulukların çıkarıldığı boyutlar aranır.

Veri noktası komşuluğu tanımınının,  $d$  boyutundaki iki noktanın  $d + 1$  boyutundan uzak veya yakın olduğuna karar vermek için ölçüte ihtiyaç vardır. Boyut arttırıldığında  $s(k + d\tau)$  ve  $s_{NN}(k + d\tau)$  olan  $\vec{y}_{NN}(k)$  ve  $\vec{y}(k)$  olan vektörlere ekstra öğeler eklenir.  $\vec{y}_{NN}(k)$ 'nin,  $\vec{y}(k)$ 'nin gerçek komşuluğu olup olmadığına karar vermek için, vektörlerin  $d$  boyutundaki mesafeleriyle  $d + 1$  boyutundaki mesafeleri kıyaslanır. Eğer mesafeler birbirleriyle kıyaslanabiliyorsa o zaman onlar gerçek komşuluktur. Ama  $d + 1$  boyutundaki mesafe  $d$  boyutunda ölçülen mesafeden genişse,  $\vec{y}(k)$ 'nin yanlış olduğu söylenebilir. Öklid geometrisinde bu aşağıdaki gibi formülleştirilebilir.

$d+1$  boyutunda, en yakın komşuluk noktaları arasındaki mesafe:

$$R_{d+1}(k)^2 = \sum_{m=1}^{d+1} [s(k + (m-1)\tau) - s_{NN}(k + (m-1)\tau)]^2 \quad (3.10)$$

ile hesaplanır.  $d$  boyutunda karşılık gelen mesafelerin ifadesiyle  $R_d(k)$  yazılabilir:

$$R_{d+1}(k)^2 = R_d(k)^2 + |s(k + d\tau) - s_{NN}(k + d\tau)|^2 \quad (3.11)$$

Komşuluk noktaları arasındaki mesafenin oranı aşağıdaki formülle hesaplanabilir:

$$\sqrt{\frac{R_{d+1}^2(k) - R_d^2(k)}{R_d^2(k)}} = \frac{|s(k+d\tau) - s_{NN}(k+d\tau)|}{R_d(k)} \quad (3.12)$$

Oran, seçilen bazı sınır değerlerden yüksekse vektörler yanlış komşuluktur.

Buraya kadar faz uzayını yeniden yapılandıracak araçları açıkladık. Bu yeni yapılandırılmış faz uzayı, dinamik sistemin orijinal faz uzayının evrensel özelliklerini yansıttığı için, sistemin kaotik olup olmadığını belirleyebiliriz. Bu sonuca ulaşmamızı sağlayan birkaç dinamik özellikler vardır: Yeniden yapılandırılmış faz uzayının fraktal boyutu, Kolmogorov entropi ve Lyapunov üsteli. Lyapunov üstelini, lineer olmayan zaman serilerinin kaotikliğini tanımlamada kullanacağız.

### 3.2. Lyapunov Üsteli

Kaotik sistemler başlangıç koşullarına çok bağımlıdır. Başlangıç koşullarına olan bu hassas bağımlılık ve tahmin edilemezlik kaotik sistemlerin doğasından gelmektedir. Yakın trajediler zaman içerisinde artan bir hızla ayrılırlar. Bu hızlı ayrılıklar kaotik

sistemlerin güçlü bir özelliğidir. Bu ayrılmanın ortalama üsteline Lyapunov üsteli denir.

$x$  ve  $y$ ,  $d$  boyutlu faz uzayında iki yakın karmaşıklık olsun. Mesafelerin zaman bağımlı açılımları

$$y_{n+1} - x_{n+1} = F(y_n) - F(x_n), \quad (3.13)$$

$$= J_n(y_n - x_n) + O(\|y_n - x_n\|^2) \quad (3.14)$$

şeklinde verilir. Burada  $J_n$ , bir noktada  $F$ 'nin  $d \times d$  Jacobian matrisidir.  $x_n$  ile  $y_n$  arasındaki mesafe biliniyorsa, bu mesafe bir zaman adımı sonra hesaplanabilir. Eğer  $e_i$  aynı değer  $\Lambda_i$  ile birlikte  $J$ 'nin aynı vektörüysse, mesafe  $\delta_{n+1}$ ,  $\delta_{n+1} = \sum \beta_i \Lambda_i e_i$ , şeklinde yazılabilir. Burada  $\beta_i$  uzayan faktördür. Dolayısıyla faz uzayı boyutunun olduğu sayıda uzayan faktör bulunabilir. Yani  $d$  farklı yerel Lyapunov üsteli  $d$  boyutsal faz uzayı için de bulunabilir. Eğer en az bir Lyapunov üsteli varsa, sistem sonlu durağan uzay bölgesindeyken, sistemin kaotik olduğu sonucuna ulaşılabilir [30]. Bir zaman serisi analizinde, sonlu zaman serisi analiz edildiği için, zaman erteleme vektör uzayının sonlu olduğu kesindir. Lyapunov üstellerinin diğer bir yönü de sorunsuz dönüşüm etrafında invaryans olmalarıdır.

Bir zaman serisinin maksimum Lyapunov üstelini bulmak için,  $\epsilon$  çevresindeki tüm komşuluklarıyla birlikte bir  $s_{n_0}$  noktası seçeriz. Gerçek zamanın bir fonksiyonu olarak, tüm komşulukların, karmaşanın referans bölümüne uzaklığının ortalamalarını hesaplarız. Bir zamandaki  $\Delta n$  ortalama mesafenin logaritması, yansıma ve dinamiklerden dolayı, tüm deterministik dalgalanmaları içine alan zaman aralığı üzerindeki büyüme oranıdır [31,32]. Dolayısıyla maksimum Lyapunov üstelini bulmak için

$$s(\Delta n) = \frac{1}{N} \sum_{n_0=1}^N \ln \left( \frac{1}{|U(s_{n_0})|} \sum_{s_n \in U(s_{n_0})} |s_{n_0} + \Delta n - s_n + \Delta n| \right) \quad (3.15)$$

hesaplanmalıdır. Burada  $s_{n_0}$  referans noktası, şimdiki vektörlerdir.  $U, \epsilon$  çaplı  $s_{n_0}$ 'ın komşusudur. Komşuluğun boyutu, en az birkaç komşuluğu içine alacak şekilde mümkün olduğunca geniş ve küçük bir periyodik ögeyi kaçırmayı önleyecek şekilde mümkün olduğunca küçük olmalıdır. Eğer  $S(\Delta n)$  ve  $\Delta n$  grafiği, bir dereceye kadar güçlü bir artış gösterirse eğimi, her bir zaman adımına maksimum Lyapunov üsteli için tahmin sağlar.

### 3.3. Borsa Nedir?

Sermaye Borsaları (Security Exchanges), değerli evrakların (menkul kıymetlerin) ticaretinin yapıldığı kurumsal piyasalardır. Bir piyasadır, çünkü menkul kıymetlerin ticaretinin yapıldığı yerdir. Kurumsaldır, çünkü kendine özgü kuralları ve standartları vardır.

Borsalar, sadece hisse senetlerinin değil, başka tür emtiaların (ticari malların) ve enstrümanların da ticaretinin yapıldığı yerlerdir. Örneğin bono ve tahvillerin genellikle menkul kıymetler borsalarının içerisinde ticareti yapıla geldiği halde, döviz ticareti için döviz borsaları (forex, foreign exchange) veya mal ticareti için emtia borsaları (commodity exchange) vardır. Örneğin, pamuk fiyatlarının belirlendiği ve ticaretinin yapıldığı pamuk borsaları vardır (Türkiye'de de, İzmir'de pamuğun vadeli ticaretinin yapılacağı bir vadeli işlemler borsası kurulma aşamasındadır).

Türkiye'de borsanın tarihi Osmanlı'nın son dönemlerine kadar uzanmakla (özellikle bono piyasası) birlikte, 1970 ve 1980'lerin ilk yarısında, mekân olarak Sirkeci Vakıf Han'da bir tür tezgâh üstü piyasa (OTC; Over The Counter) şeklinde faaliyette bulunuyordu. (Tezgâh üstü piyasalarda, sermaye piyasasına aracılık eden kurumlar, kendi aralarında, bir borsanın belirleyici kural ve tüzüklerine uyma zorunluluğu

duymadan işlem (alım/satım) yaparlar. Bugün en gelişmiş piyasalardan biri olan Amerika Birleşik Devletleri'nde küçük işlem hacmine sahip bazı firmalar, borsa haricinde OTC olarak işlem görürler. İstanbul Menkul Kıymetler Borsası (İMKB), konjektürel gelişmeler sonucu, hisse senetlerinin ticaretinin düzenlenmesi ve standartlaştırılması amacıyla 1986 yılında Karaköy Tophane'de faaliyete geçmiş bulunmaktaydı. Günümüzde, kendi modern binasıyla İstinye'de faaliyetini sürdürmektedir [33].

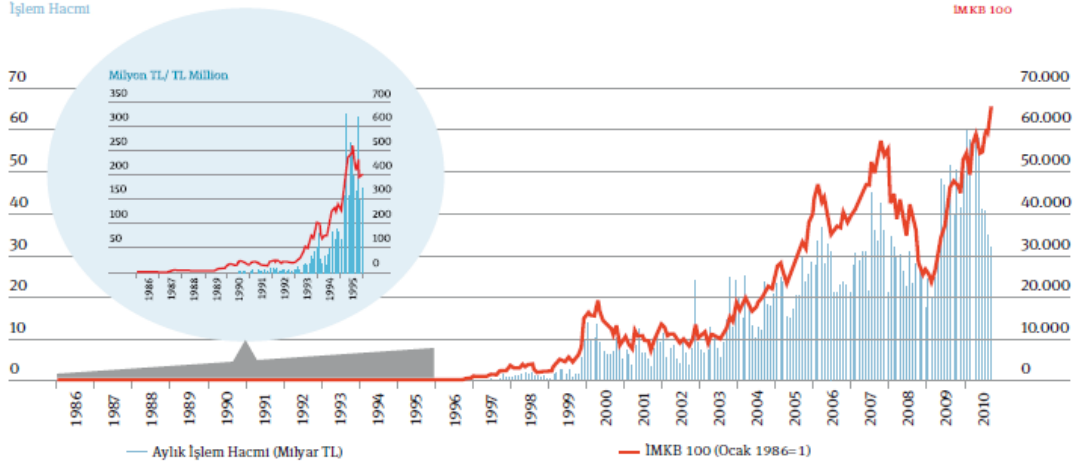
İlk zamanlarda az sayıda şirket, düşük işlem hacmi ve Türk ekonomisine endeksli hareket eden İMKB, günümüzde 270 den fazla şirketin hisse senedi, ortalama 200-300 milyon dolarlık işlem hacmi ve dünya ekonomileriyle entegre bir şekilde faaliyetini sürdürmektedir.

### 3.4. İMKB-100 Kapanış Verileri (04.01.1988 – 22.04.2011)

Tablo 3.1. İMKB – 100 kapanış verilerinden bazıları [34]

Tarih	Kapanış	Tarih	Kapanış	Tarih	Kapanış
04.01.1988	6.89	21.09.1995	406.36	24.07.2003	10475.16
05.01.1988	7.07	22.09.1995	416.08	25.07.2003	10561.33
06.01.1988	7.07	25.09.1995	422.99	28.07.2003	10598.30
07.01.1988	7.03	26.09.1995	418.35	29.07.2003	10478.27
08.01.1988	6.96	27.09.1995	411.16	30.07.2003	10444.95
11.01.1988	7.03	28.09.1995	410.64	31.07.2003	10572.04
12.01.1988	7.24	29.09.1995	417.08	01.08.2003	10621.15
13.01.1988	7.35	02.10.1995	429.70	04.08.2003	11112.12
14.01.1988	7.83	03.10.1995	432.46	05.08.2003	11499.89
15.01.1988	7.69	04.10.1995	443.51	06.08.2003	11311.12
18.01.1988	7.89	05.10.1995	454.18	07.08.2003	11547.36
19.01.1988	8.52	06.10.1995	457.68	08.08.2003	11558.45
20.01.1988	8.42	09.10.1995	454.22	11.08.2003	11762.29

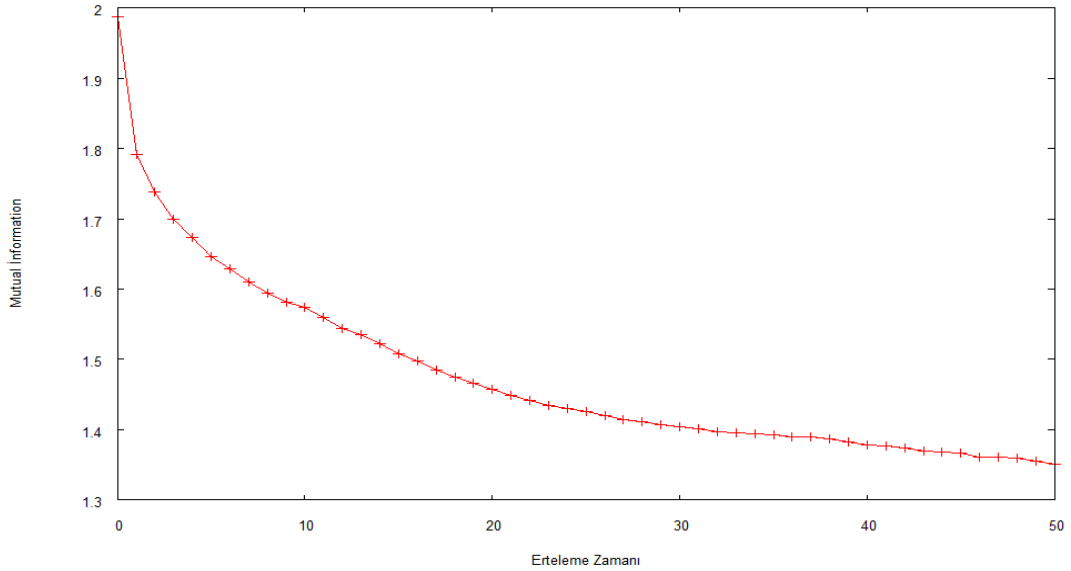
### 3.4.1. İMKB-100 grafiği (1986-2010)



Şekil 3.1. İMKB endeks grafiği (1986 – 2010) [35]

## 3.5. Karşılıklı Bilgi (Mutual Information) Metodu Grafikleri

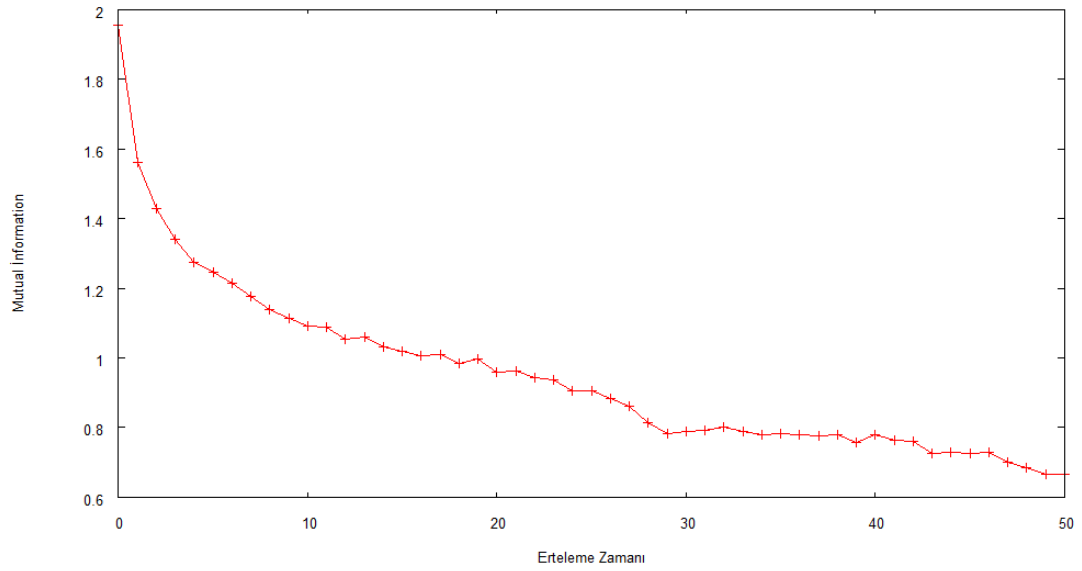
### 3.5.1. 04.01.1988 – 22.04.2011 kapanış değerleri üzerinden



Şekil 3.2. İMKB kapanış değerleri mutual information grafiği

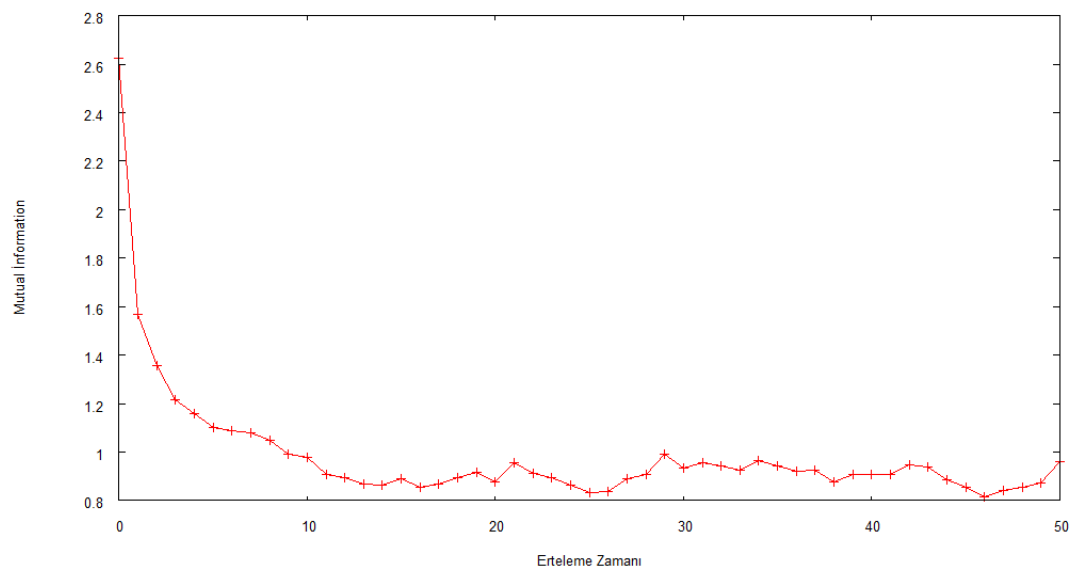
### 3.5.2. Kriz dönemleri

#### 3.5.2.1. 1988 – 1989 krizi (04.01.1988 – 29.12.1989)



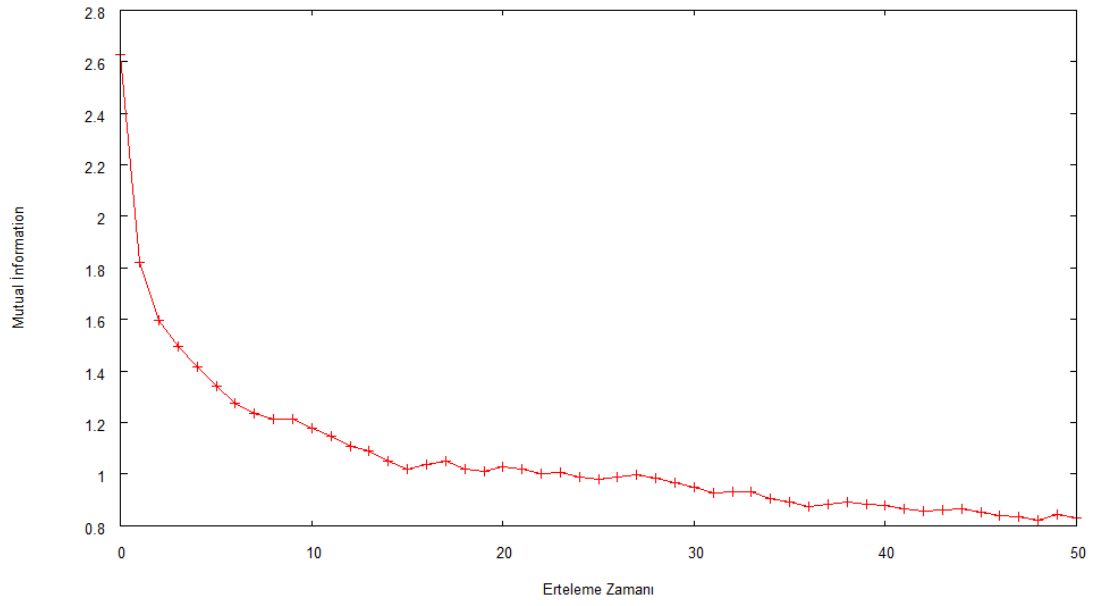
Şekil 3.3. 1988 – 1989 krizi mutual information grafiği

#### 3.5.2.2. 1991 finansal krizi (02.01.1991 – 31.12.1991)



Şekil 3.4. 1991 finansal krizi mutual information grafiği

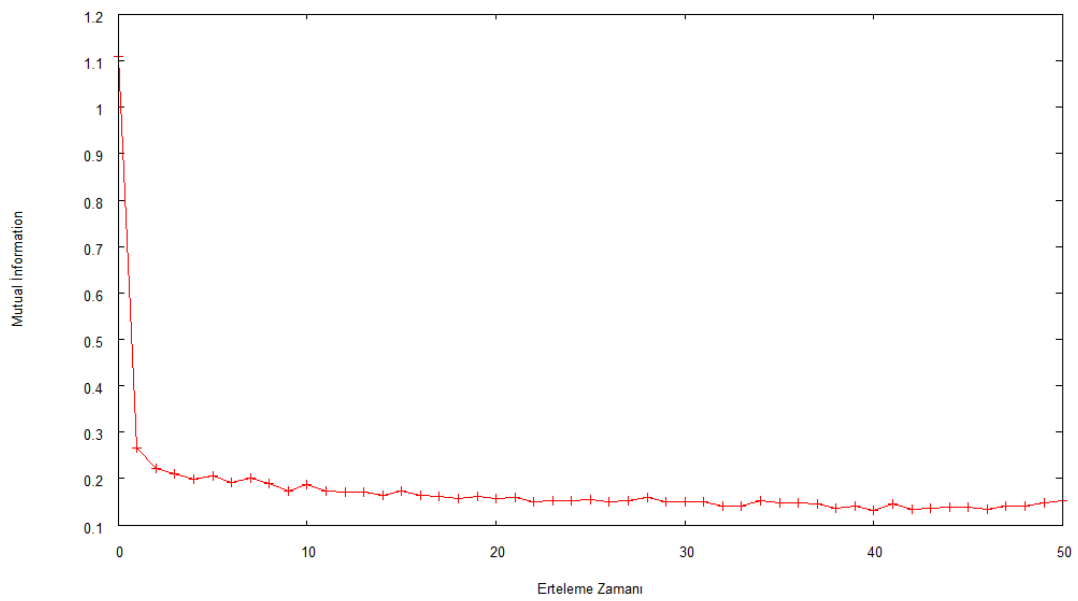
### 3.5.2.3. 2008 krizi (02.01.2008 – 31.12.2009)



Şekil 3.5. 2008 krizi mutual information grafiği

### 3.5.3. En çok işlem gören beş hisse

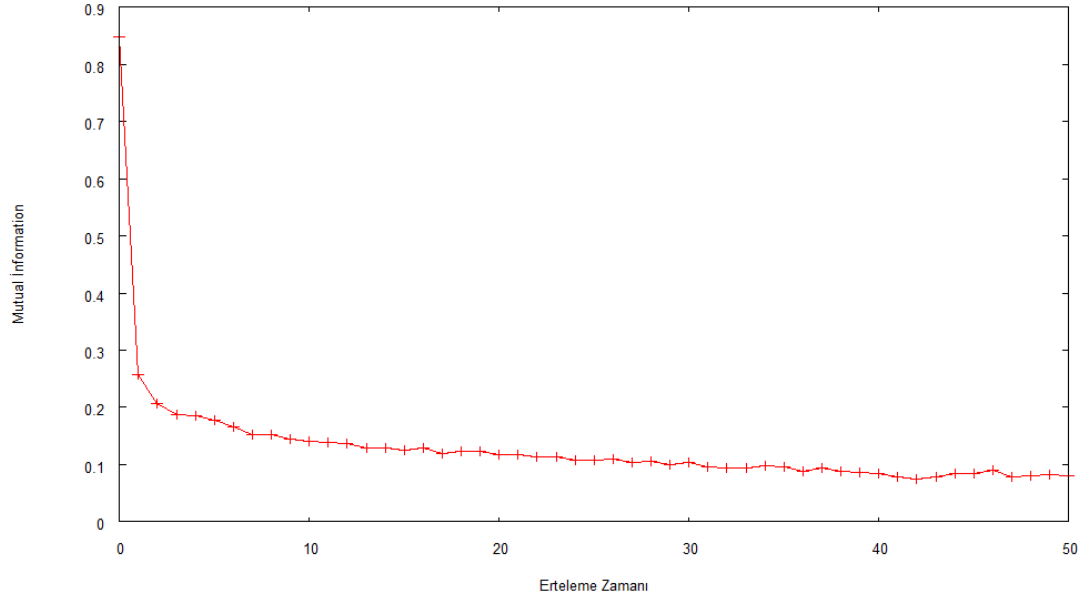
#### 3.5.3.1. Aksigorta



Şekil 3.6. Aksigorta mutual information grafiği

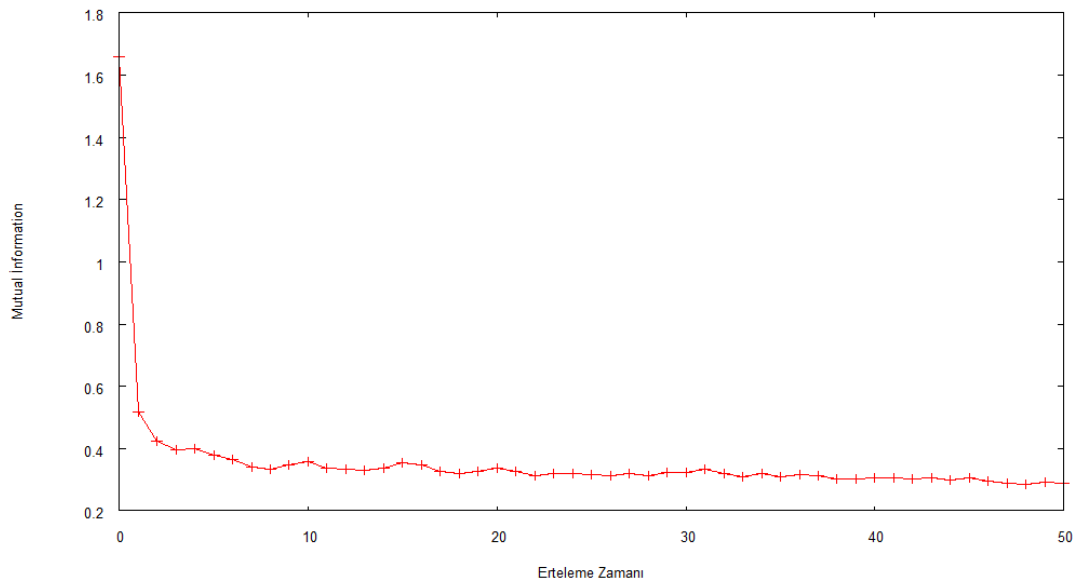


### 3.5.3.2. Doğan Holding



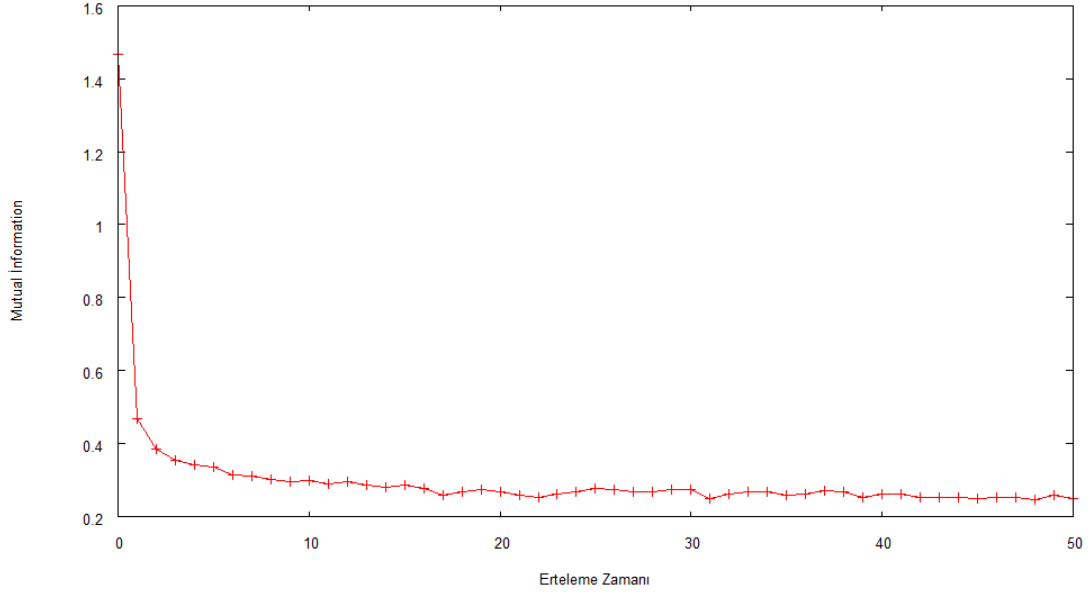
Şekil 3.7. Doğan Holding mutual information grafiği

### 3.5.3.3. Garanti Bankası



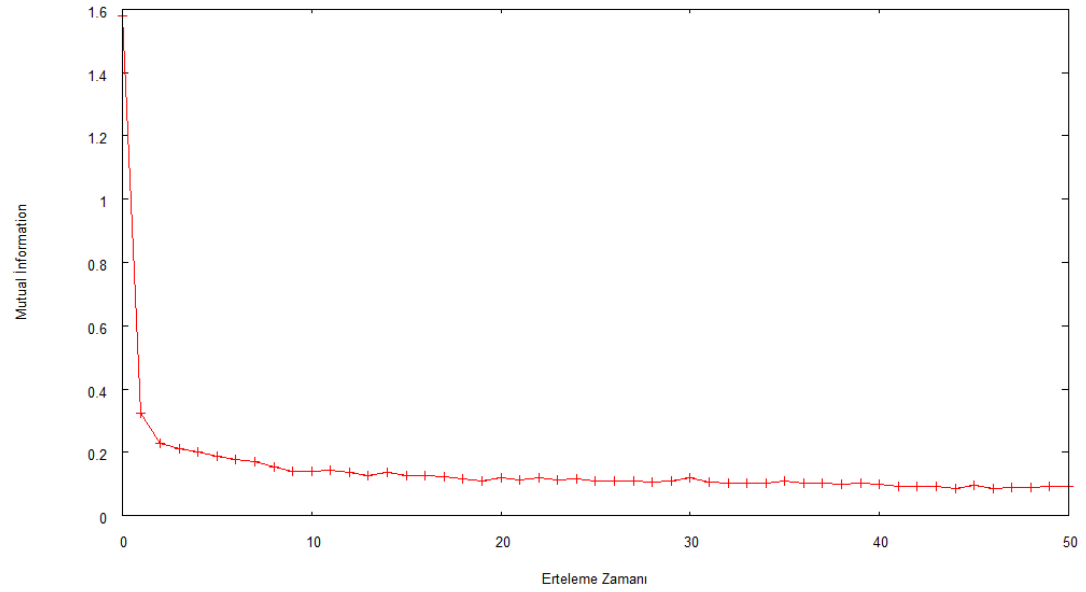
Şekil 3.8. Garanti Bankası mutual information grafiği

### 3.5.3.4. İş Bankası



Şekil 3.9. İş Bankası mutual information grafiği

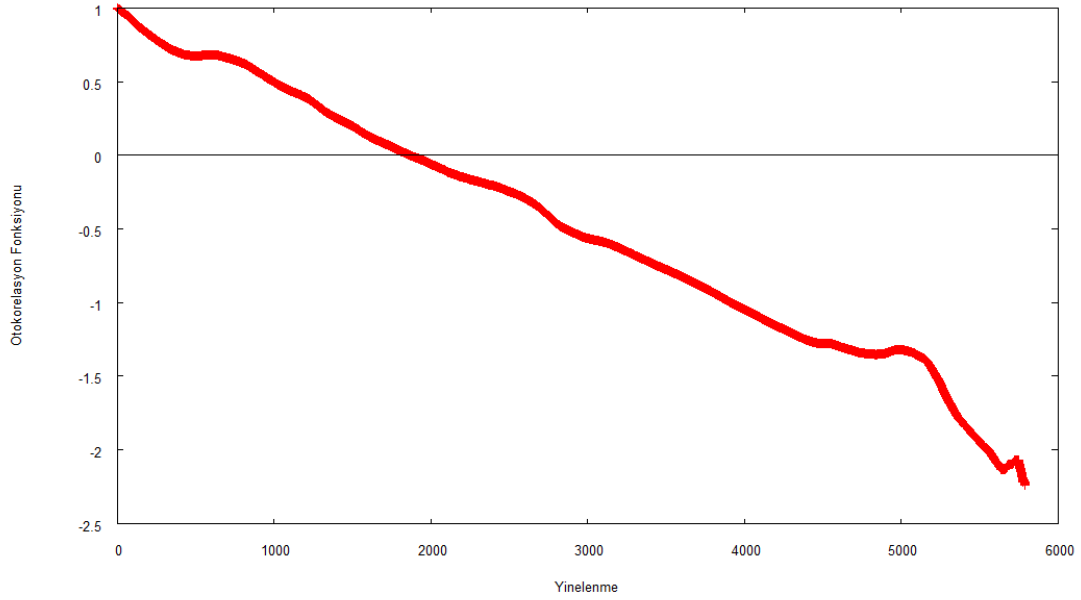
### 3.5.3.5. Türk Hava Yolları



Şekil 3.10. Türk Hava Yolları mutual information grafiği

### 3.6. Otokorelasyon Grafikleri

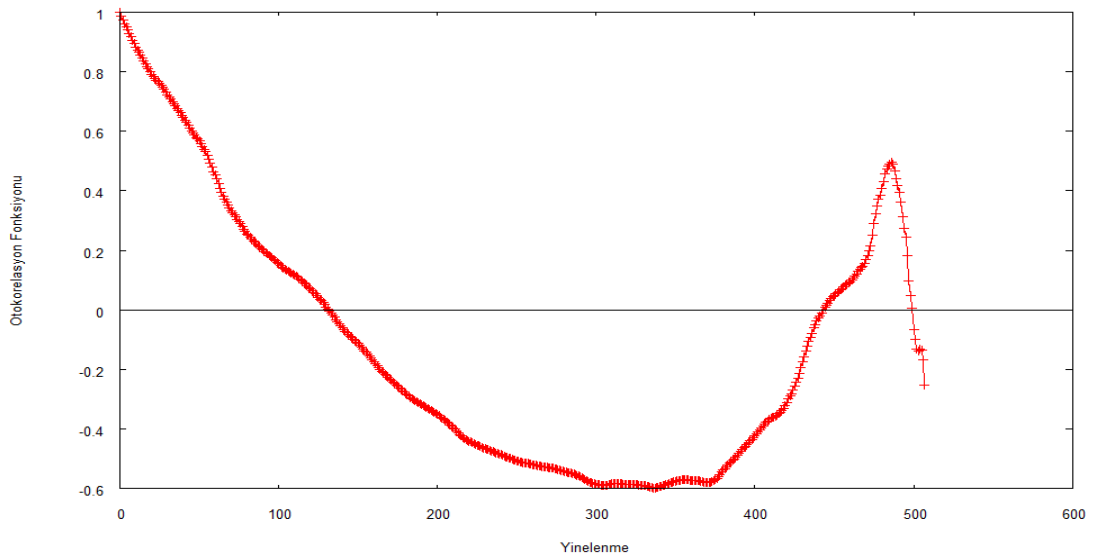
#### 3.6.1. 04.01.1988 – 22.04.2011 kapanış değerleri üzerinden



Şekil 3.11. İMKB kapanış değerleri otokorelasyon grafiği

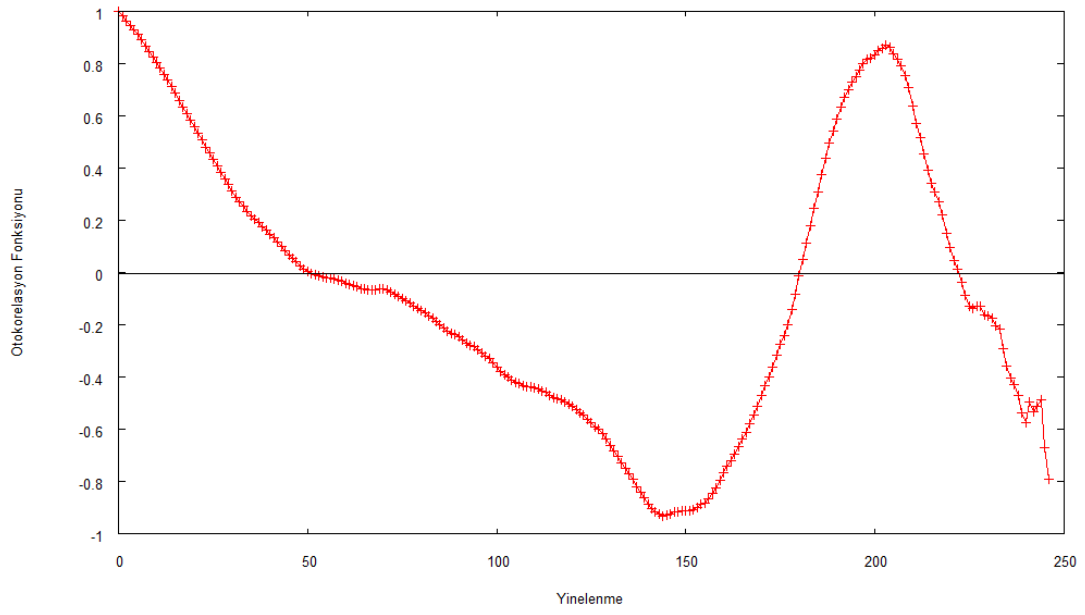
#### 3.6.2. Kriz dönemleri

##### 3.6.2.1. 1988 – 1989 krizi (04.01.1988 – 29.12.1989)



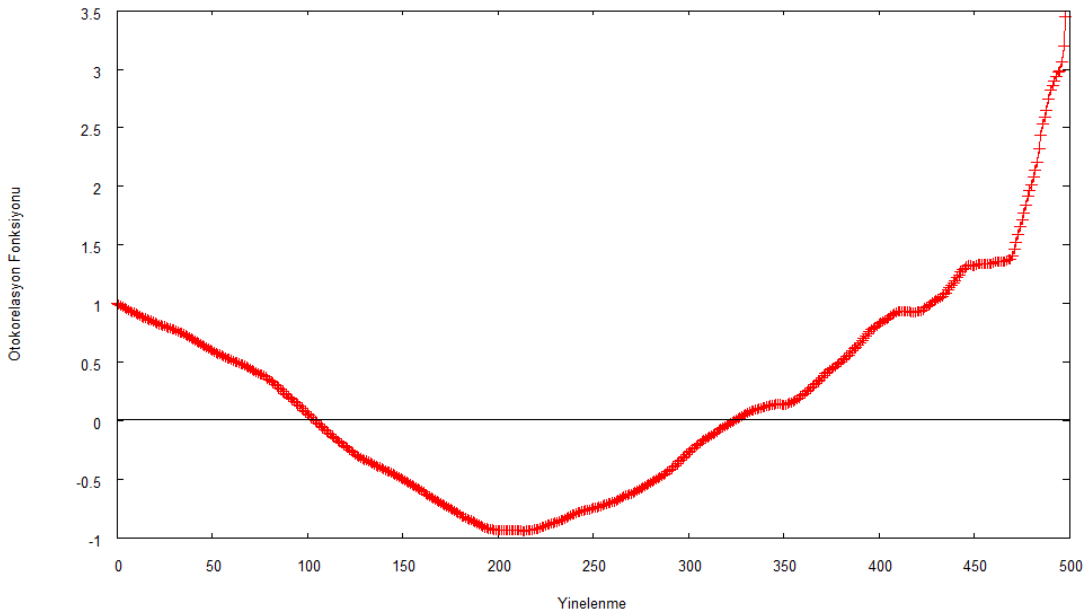
Şekil 3.12. 1988 – 1989 krizi otokorelasyon grafiği

### 3.6.2.2. 1991 finansal krizi (02.01.1991 – 31.12.1991)



Şekil 3.13. 1991 finansal krizi otokorelasyon grafiği

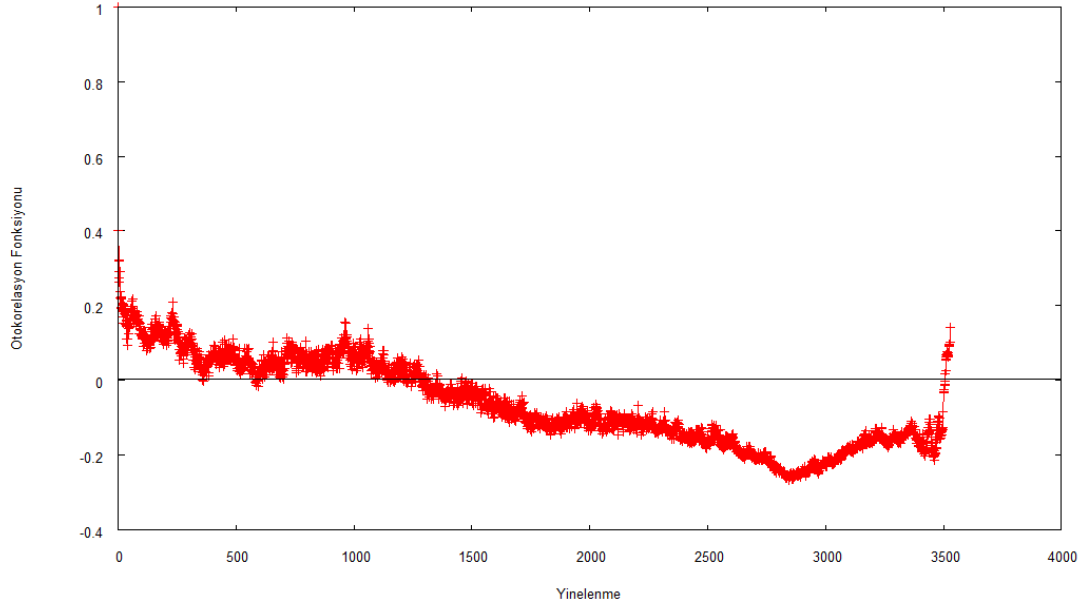
### 3.6.2.3. 2008 krizi (02.01.2008 – 31.12.2009)



Şekil 3.14. 2008 krizi otokorelasyon grafiği

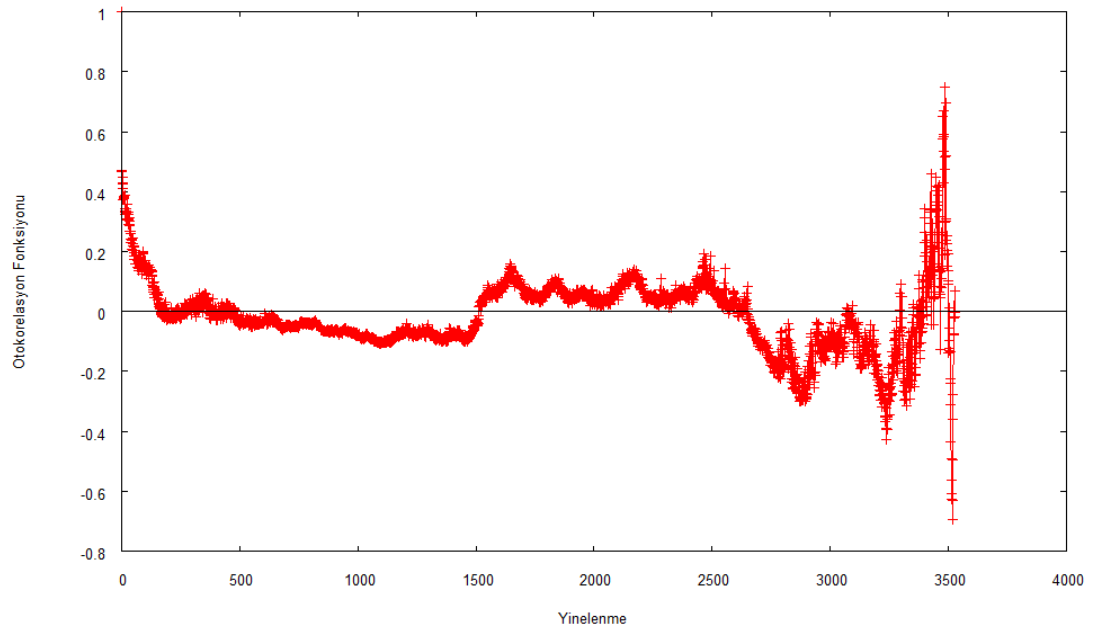
### 3.6.3. En çok işlem gören beş hisse

#### 3.6.3.1. Aksigorta



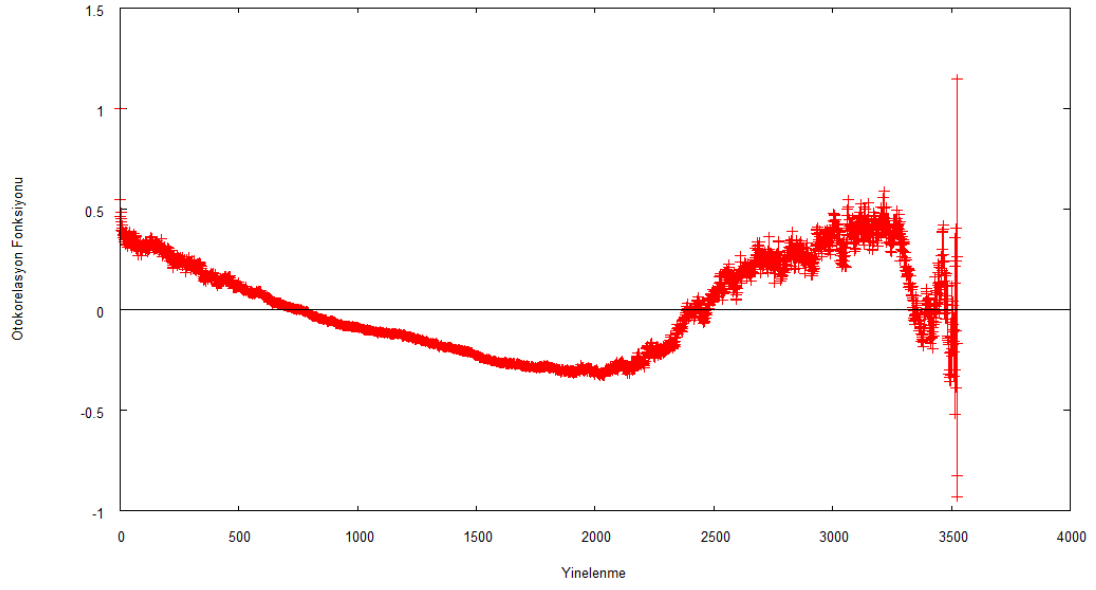
Şekil 3.15. Aksigorta otokorelasyon grafiği

#### 3.6.3.2. Doğan Holding



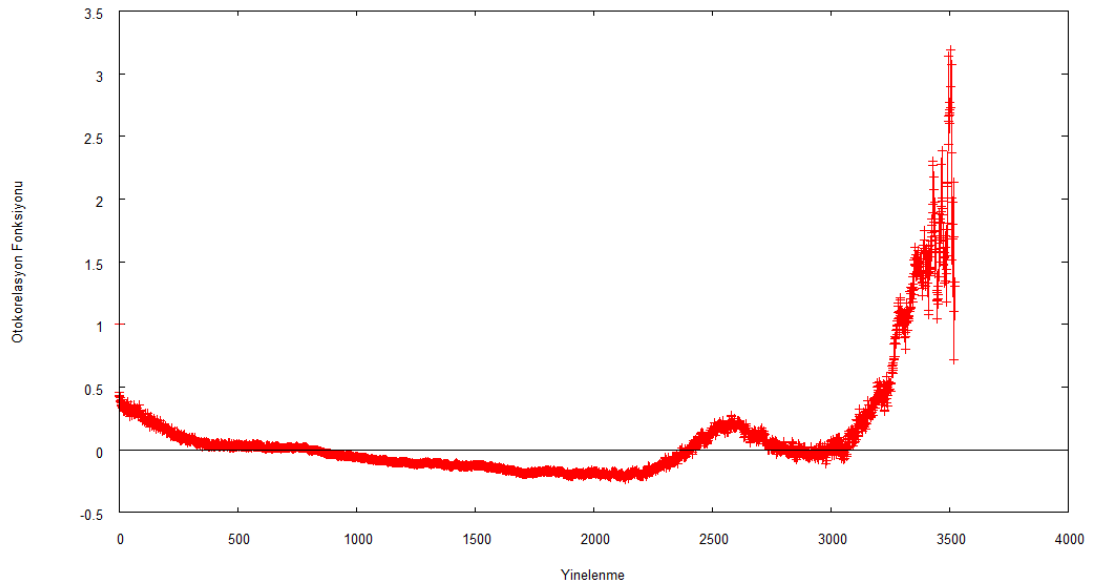
Şekil 3.16. Doğan Holding otokorelasyon grafiği

### 3.6.3.3. Garanti Bankası



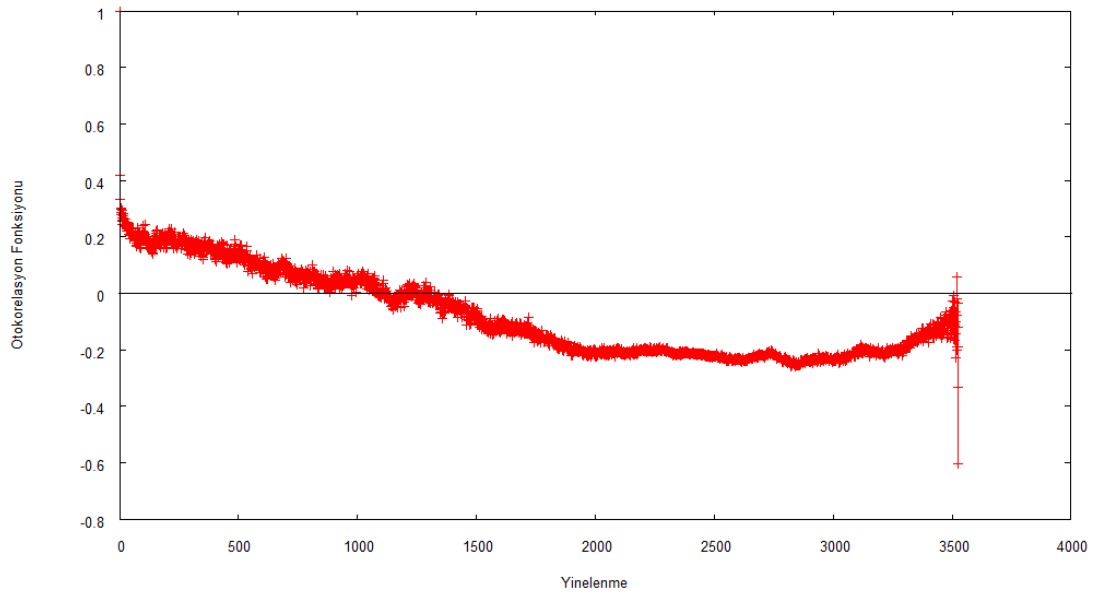
Şekil 3.17. Garanti Bankası otokorelasyon grafiği

### 3.6.3.4. İş Bankası



Şekil 3.18. İş Bankası otokorelasyon grafiği

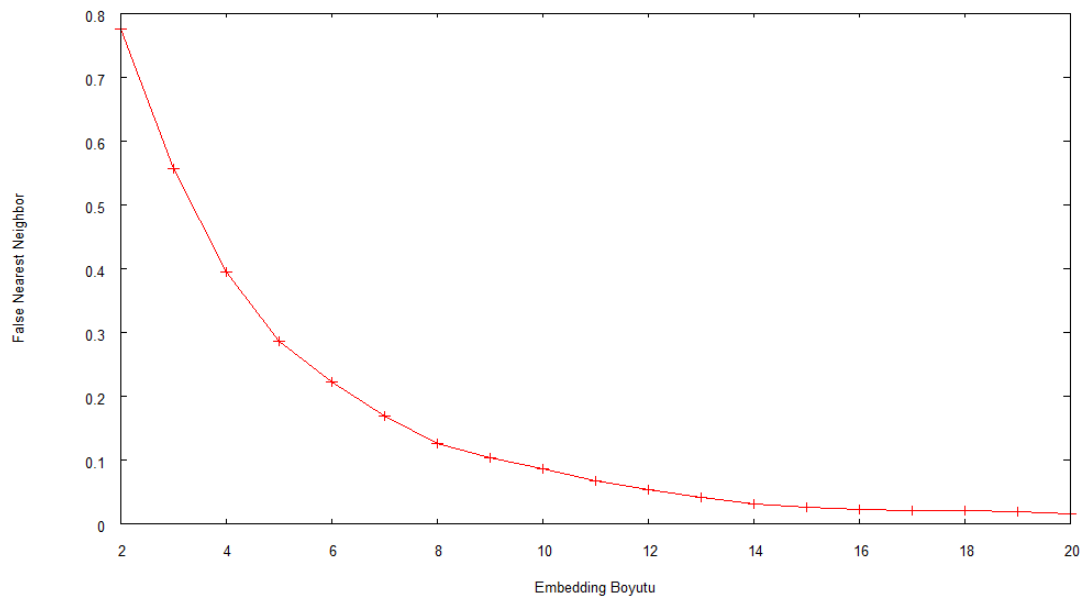
### 3.6.3.5. Türk Hava Yolları



Şekil 3.19. Türk Hava Yolları otokorelasyon grafiği

## 3.7. Yanlış En Yakın Komşuluklar (False Nearest Neighbor) Metodu Grafikleri

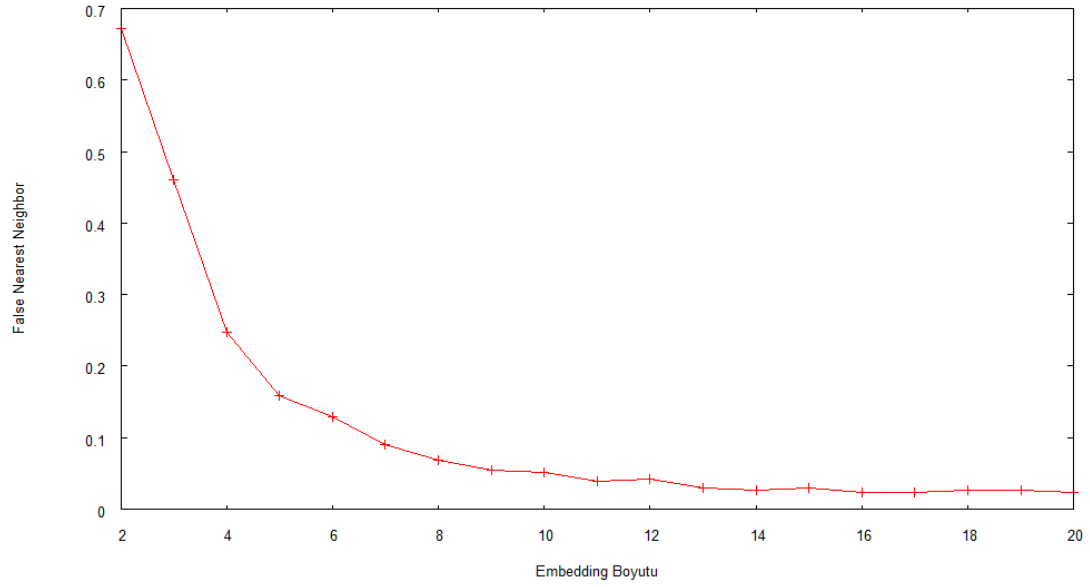
### 3.7.1. 04.01.1988 – 22.04.2011 kapanış değerleri üzerinden



Şekil 3.20. İMKB kapanış değerleri false nearest neighbor grafiği

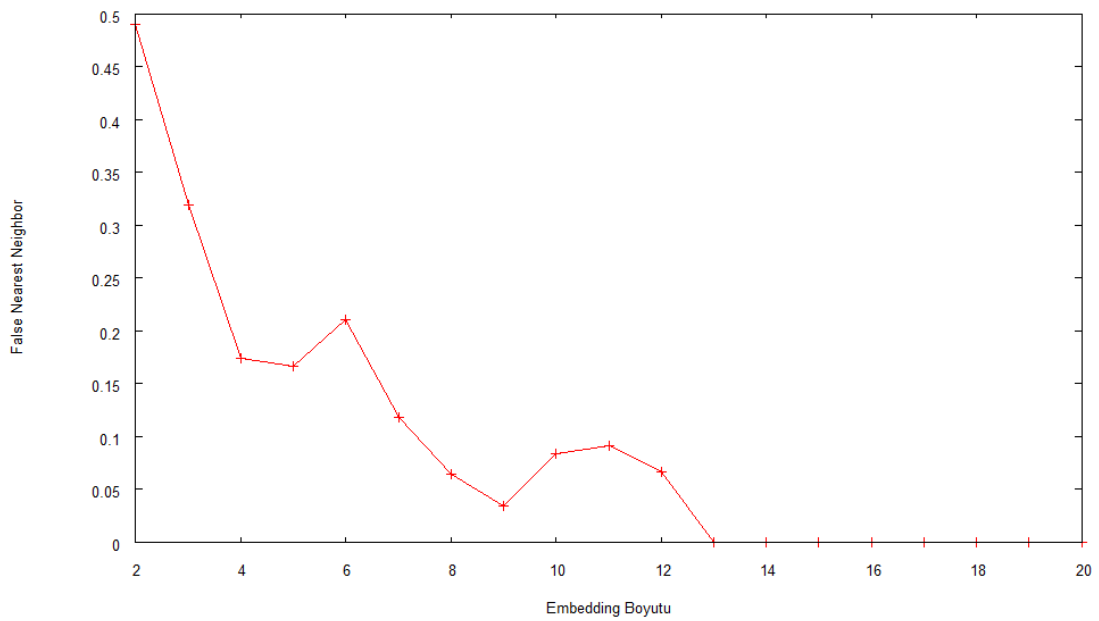
### 3.7.2. Kriz dönemleri

#### 3.7.2.1. 1988 – 1989 krizi (04.01.1988 – 29.12.1989)



Şekil 3.21. 1988 – 1989 krizi false nearest neighbor grafiği

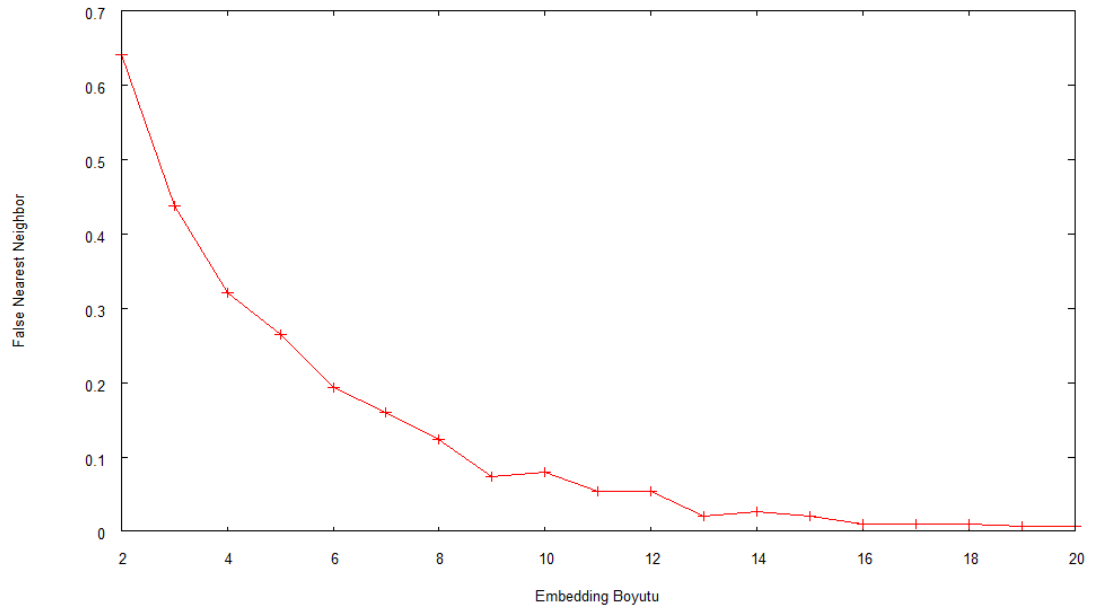
#### 3.7.2.2. 1991 finansal krizi (02.01.1991 – 31.12.1991)



Şekil 3.22. 1991 finansal krizi false nearest neighbor grafiği



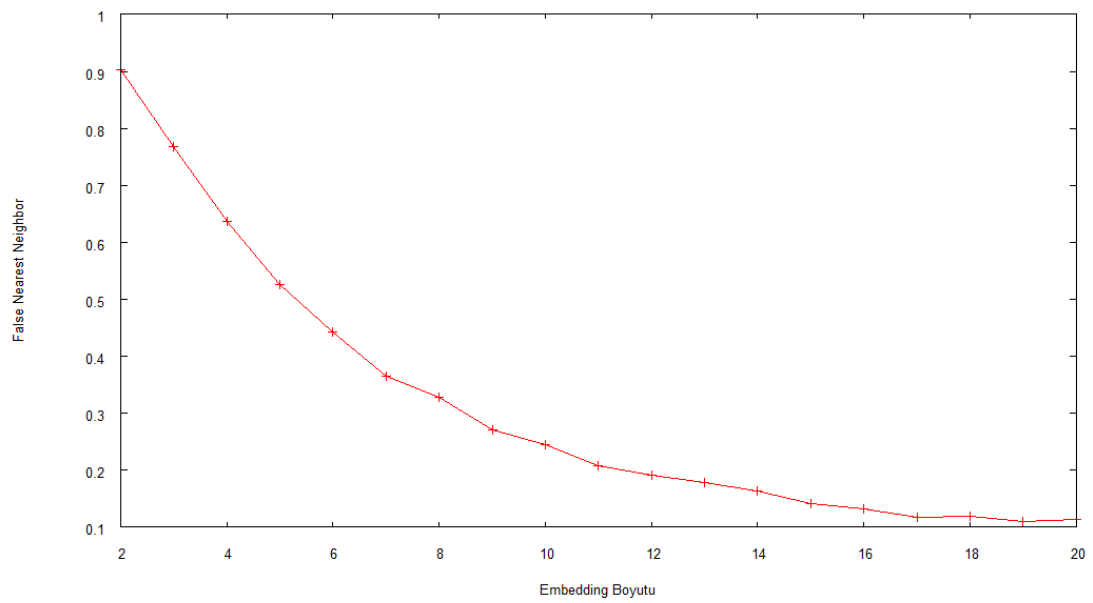
### 3.7.2.3. 2008 krizi (02.01.2008 – 31.12.2009)



Şekil 3.23. 2008 krizi false nearest neighbor grafiği

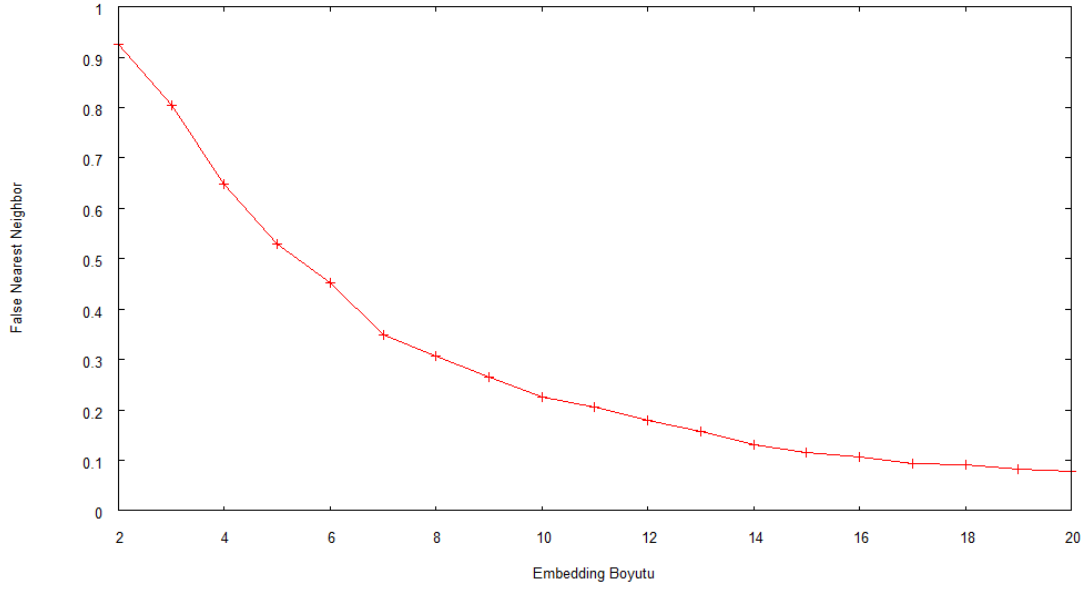
### 3.7.3. En çok işlem gören beş hisse

#### 3.7.3.1. Aksigorta



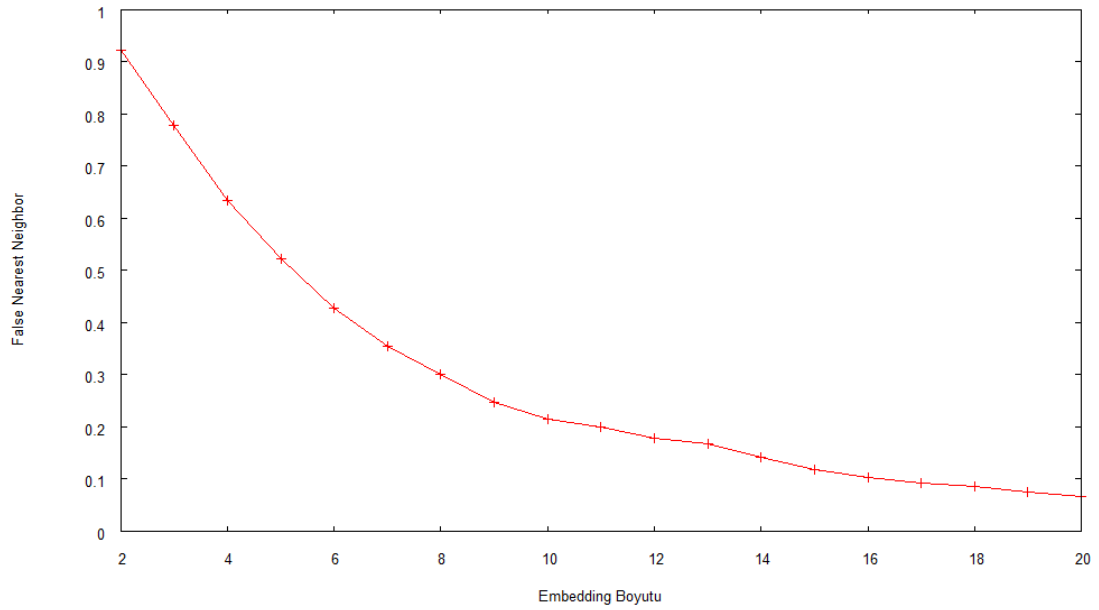
Şekil 3.24. Aksigorta false nearest neighbor grafiği

### 3.7.3.2. Doğan Holding



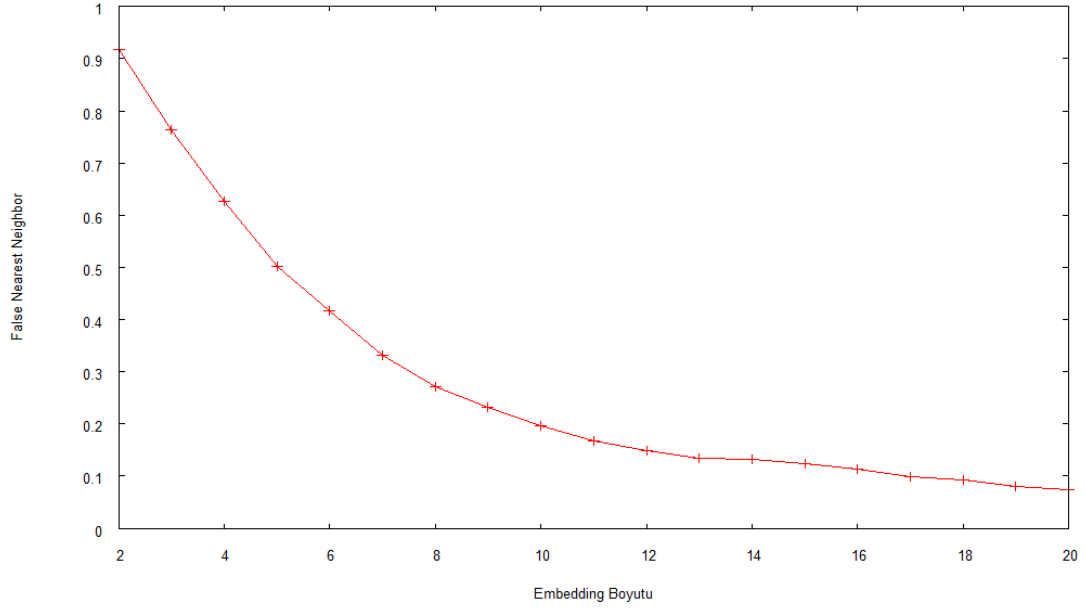
Şekil 3.25. Doğan Holding false nearest neighbor grafiği

### 3.7.3.3. Garanti Bankası



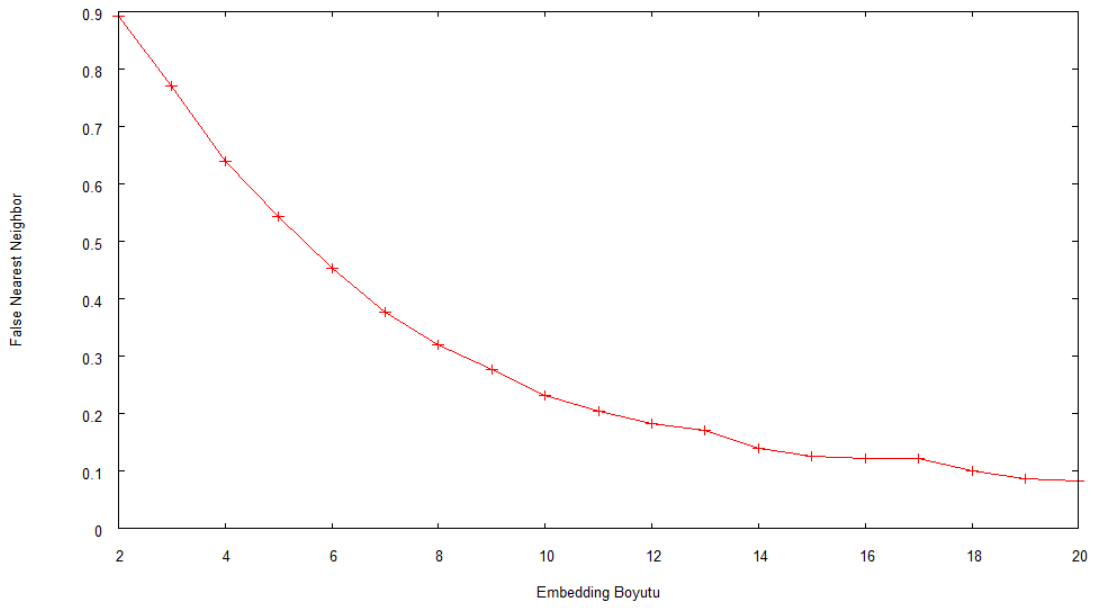
Şekil 3.26. Garanti Bankası false nearest neighbor grafiği

### 3.7.3.4. İş Bankası



Şekil 3.27. İş Bankası false nearest neighbor grafiği

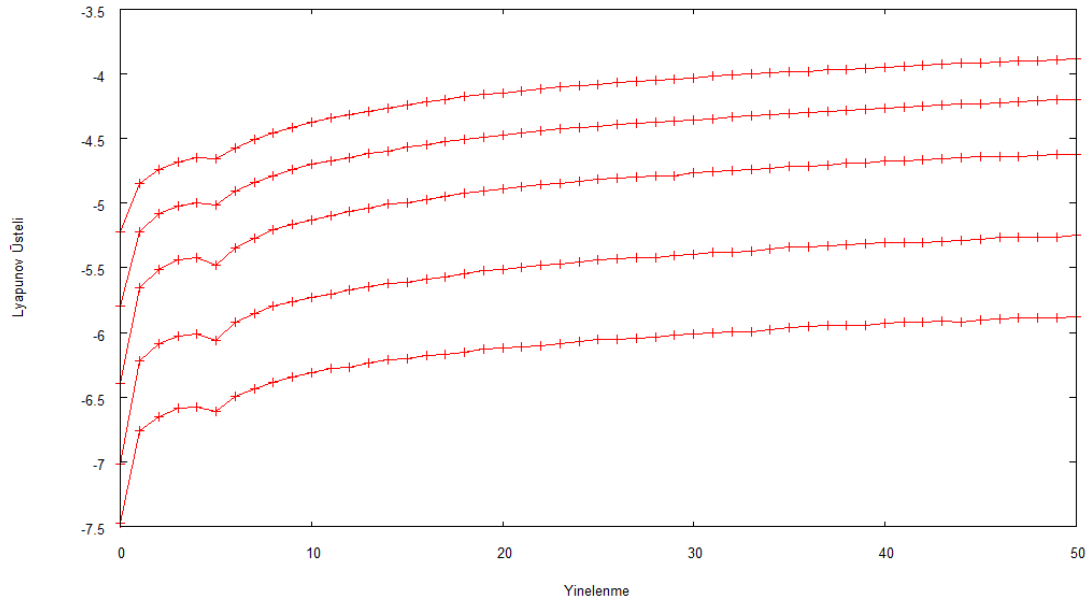
### 3.7.3.5. Türk Hava Yolları



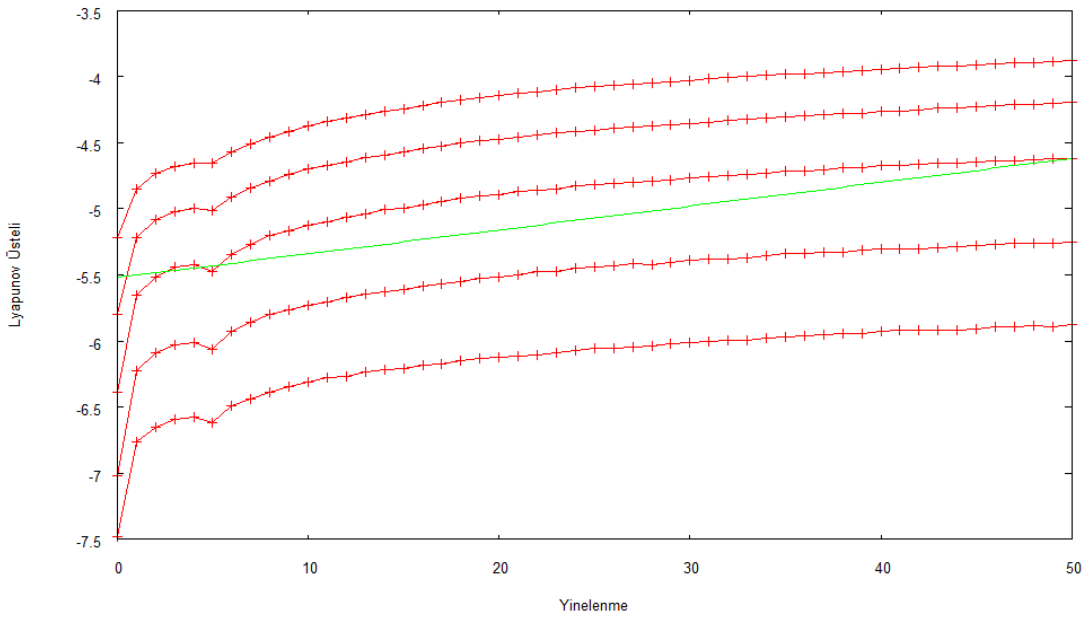
Şekil 3.28. Türk Hava Yolları false nearest neighbor grafiği

### 3.8. Lyapunov Üsteli ve Eğim Grafikleri

#### 3.8.1. 04.01.1988 – 22.04.2011 kapanış değerleri üzerinden



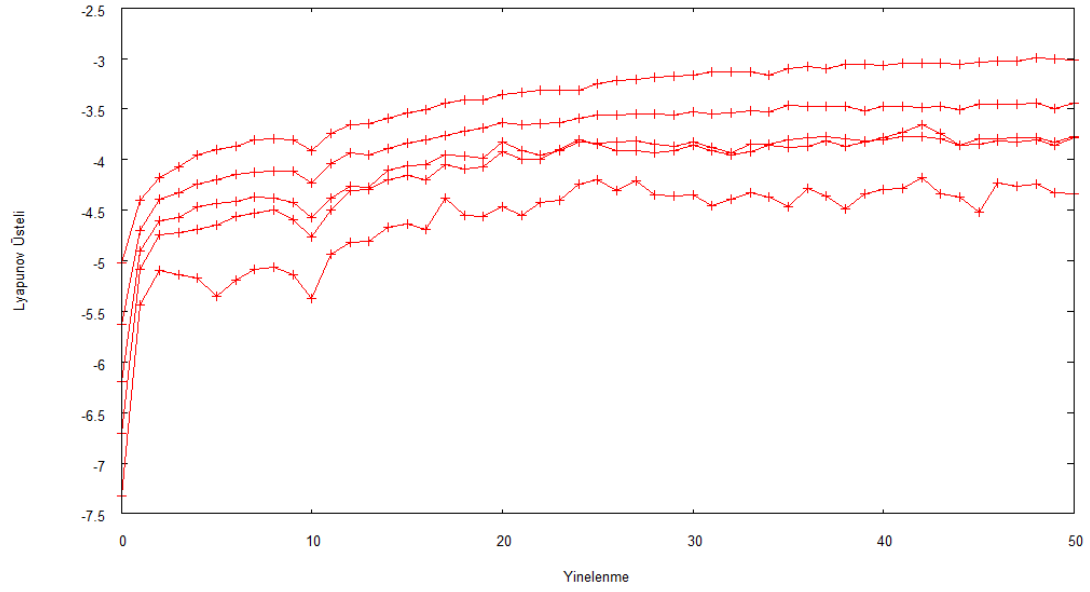
Şekil 3.29. İMKB kapanış değerleri Lyapunov üsteli grafiği



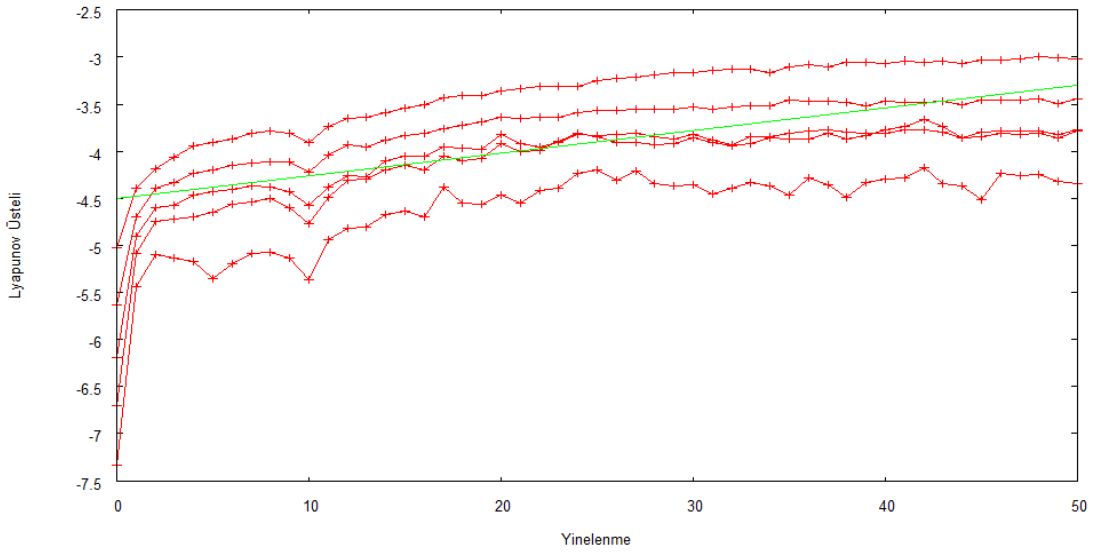
Şekil 3.30. İMKB kapanış değerleri eğim grafiği

### 3.8.2. Kriz dönemleri

#### 3.8.2.1. 1988 – 1989 krizi (04.01.1988 – 29.12.1989)

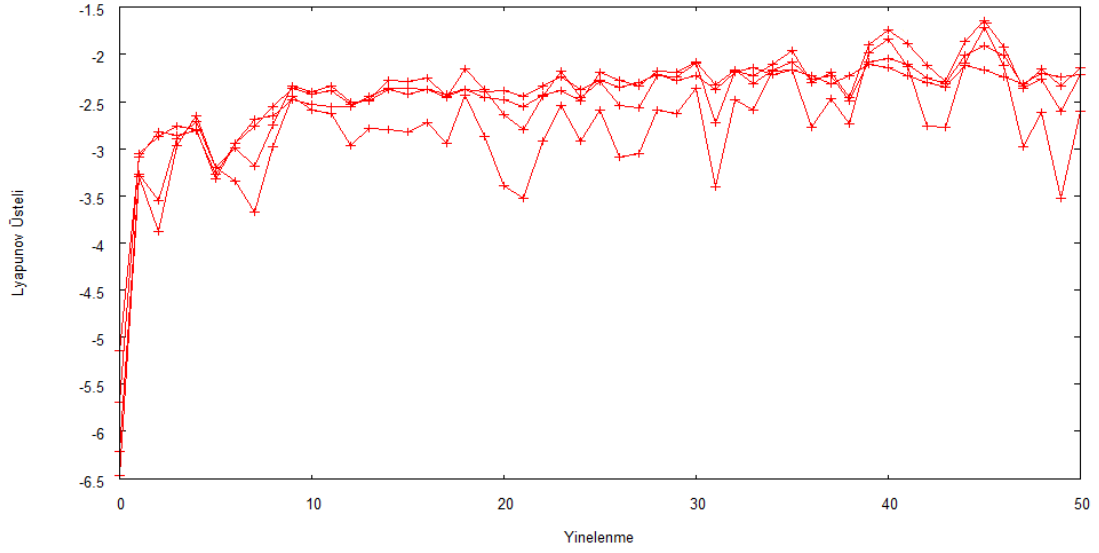


Şekil 3.31. 1988 – 1989 krizi Lyapunov üsteli grafiği

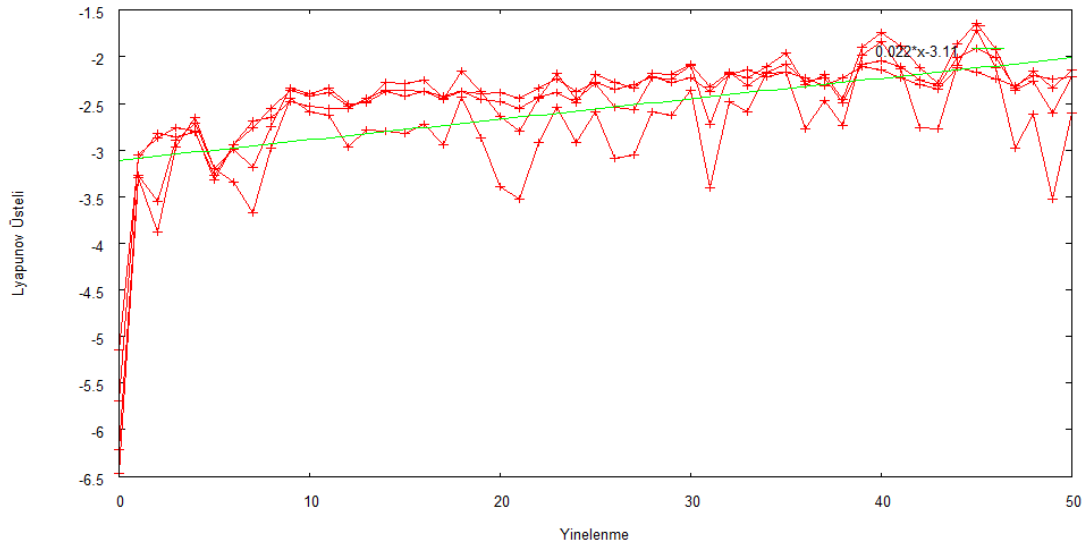


Şekil 3.32. 1988 – 1989 krizi eğim grafiği

### 3.8.2.2. 1991 finansal krizi (02.01.1991 – 31.12.1991)

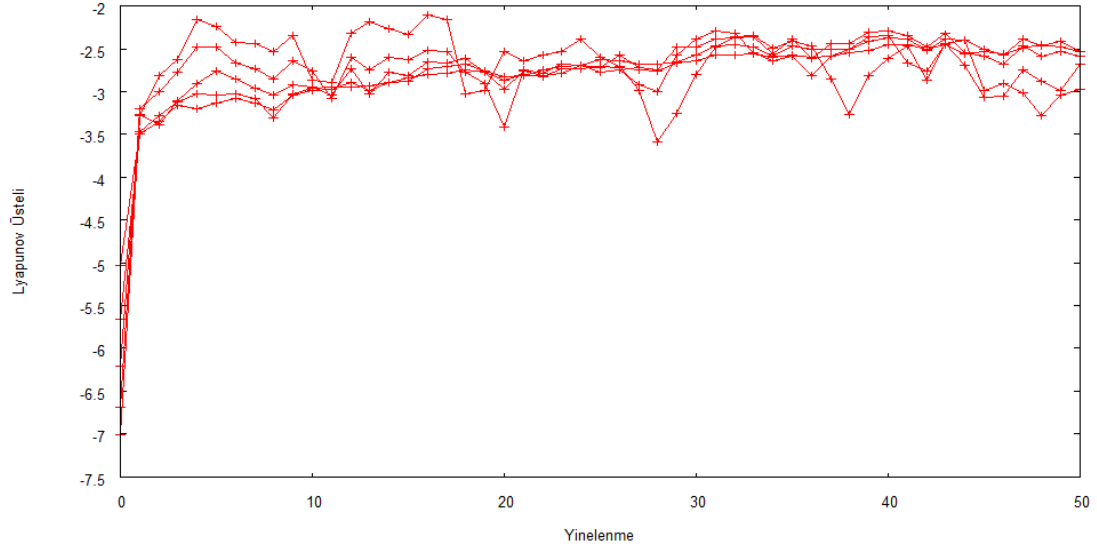


Şekil 3.33. 1991 finansal krizi Lyapunov üsteli grafiği

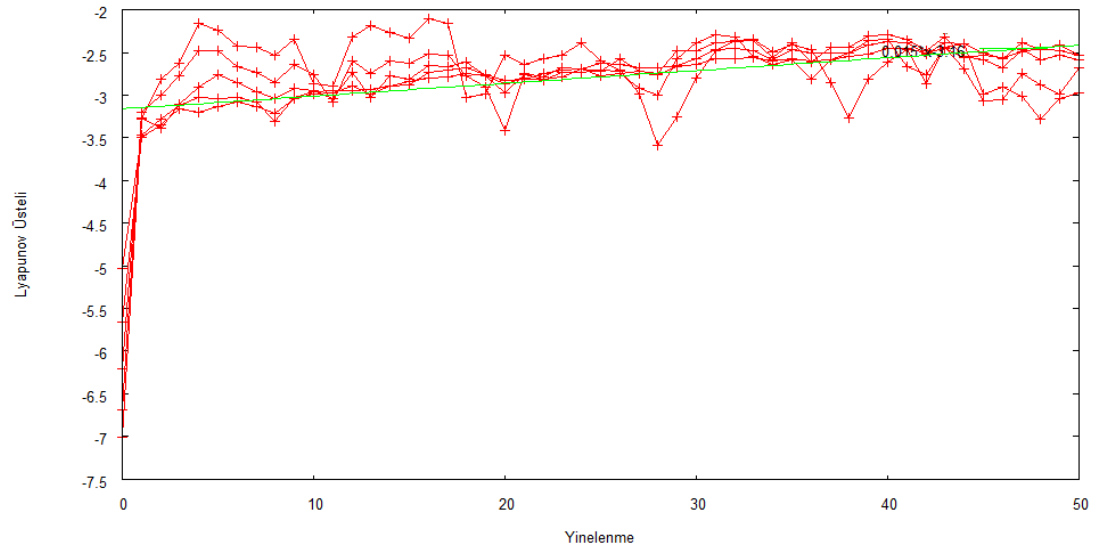


Şekil 3.34. 1991 finansal krizi eğim grafiği

### 3.8.2.3. 2008 krizi (02.01.2008 – 31.12.2009)



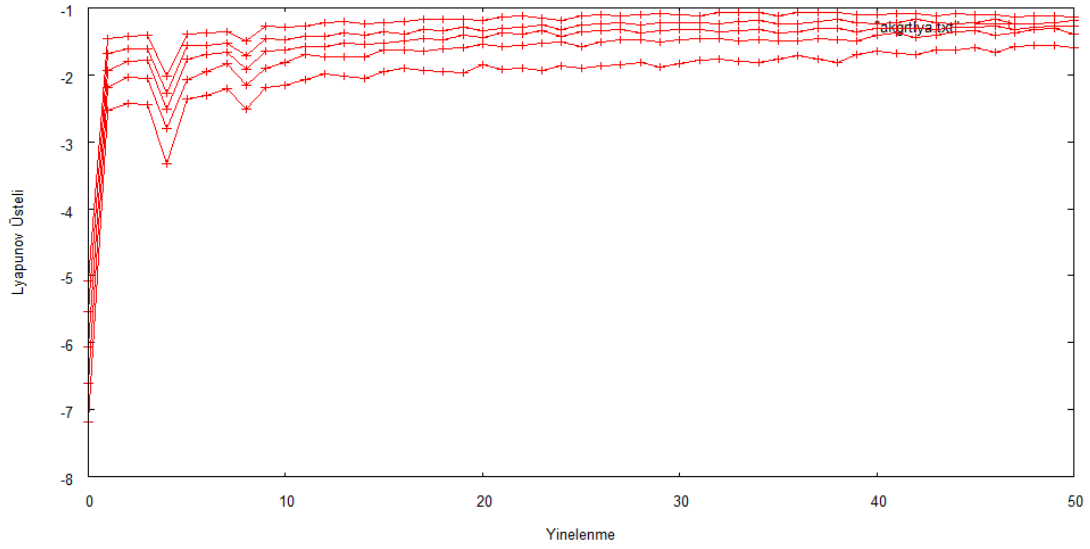
Şekil 3.35. 2008 krizi Lyapunov üsteli grafiği



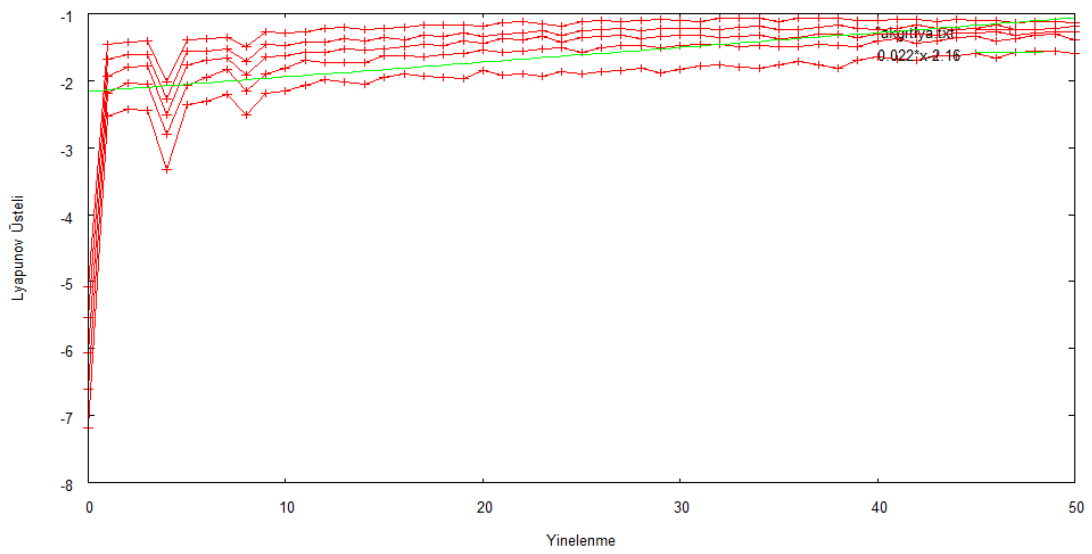
Şekil 3.36. 2008 krizi eğim grafiği

### 3.8.3. En çok işlem gören beş hisse

#### 3.8.3.1. Aksigorta



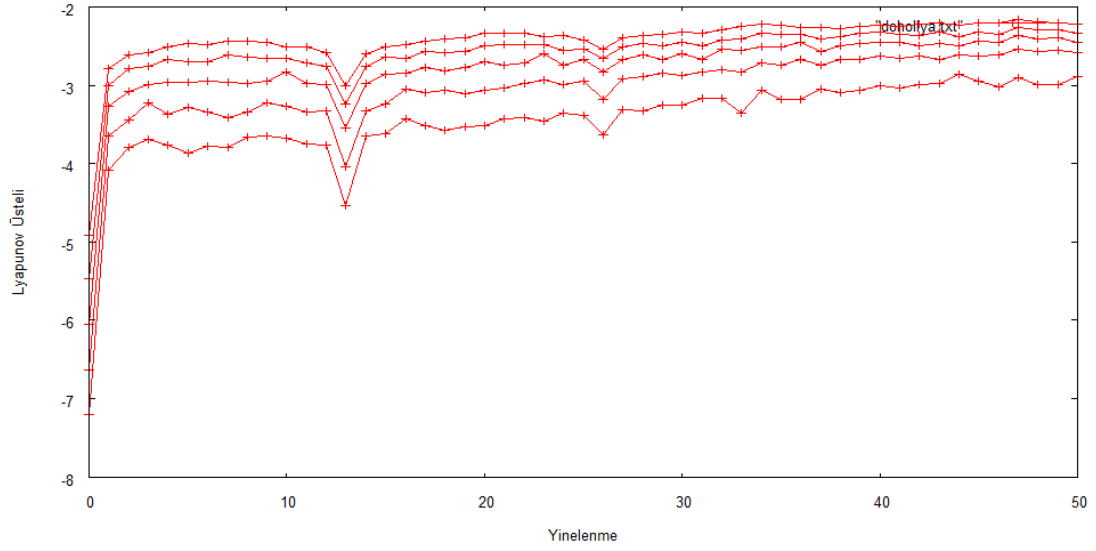
Şekil 3.37. Aksigorta Lyapunov üsteli grafiği



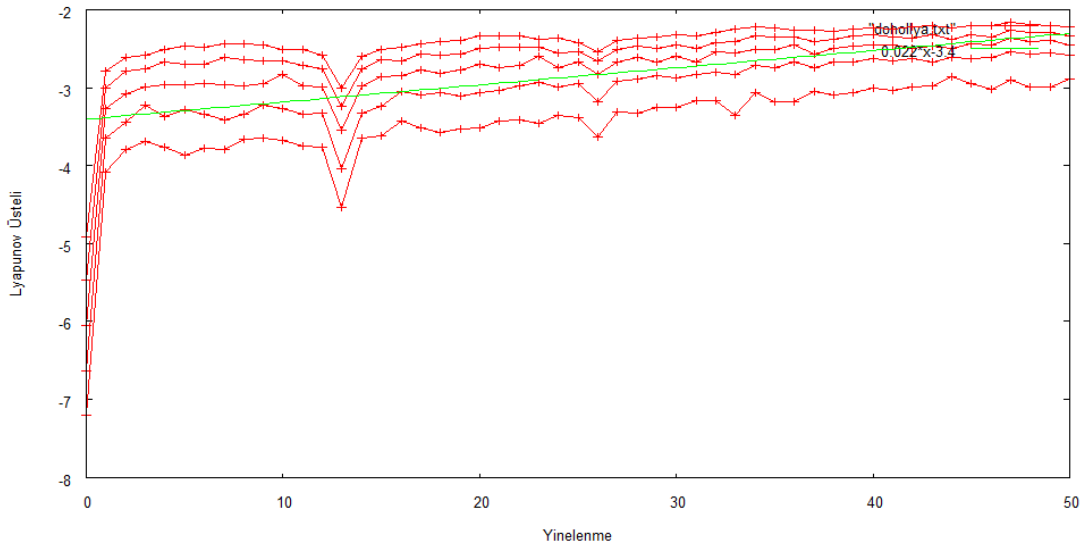
Şekil 3.38. Aksigorta eğim grafiği



### 3.8.3.2. Doğan Holding

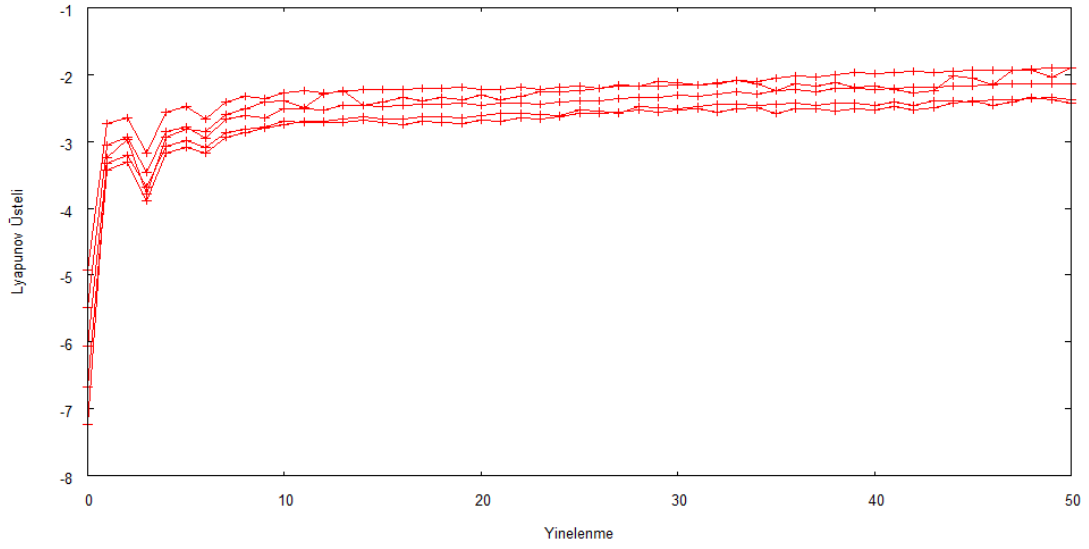


Şekil 3.39. Doğan Holding Lyapunov üsteli grafiği

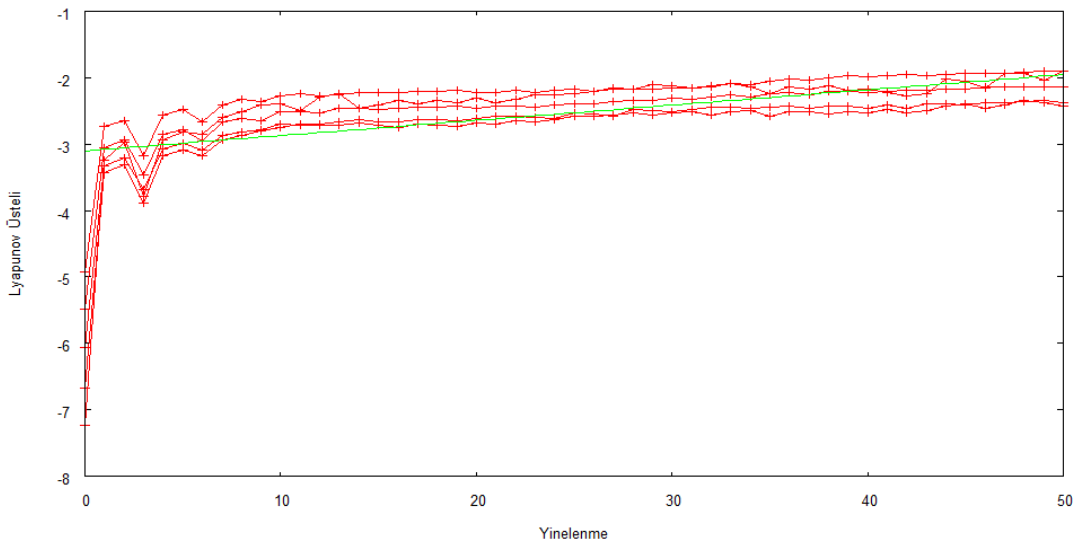


Şekil 3.40. Doğan Holding eğim grafiği

### 3.8.3.3. Garanti Bankası

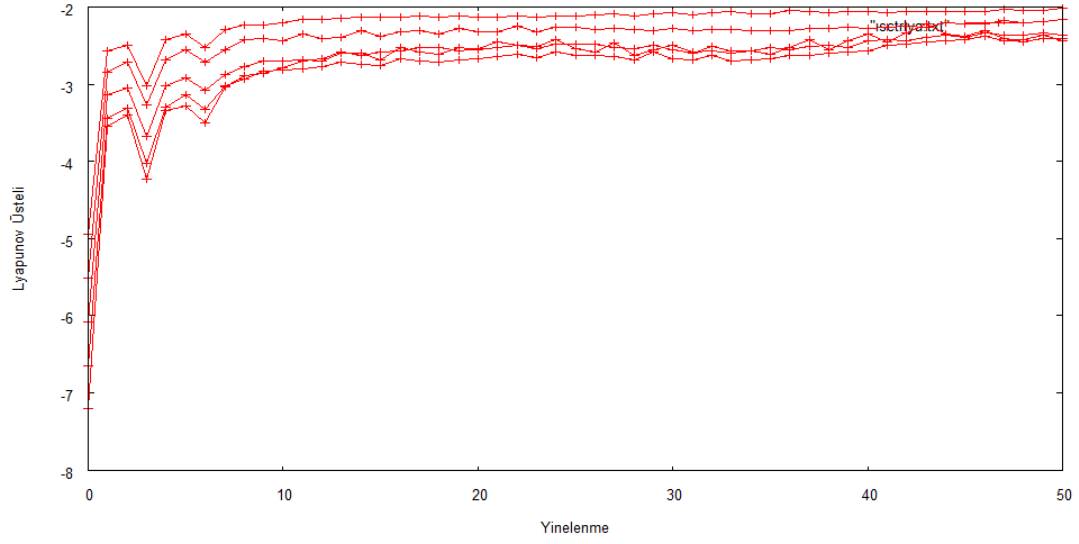


Şekil 3.41. Garanti Bankası Lyapunov üsteli grafiği

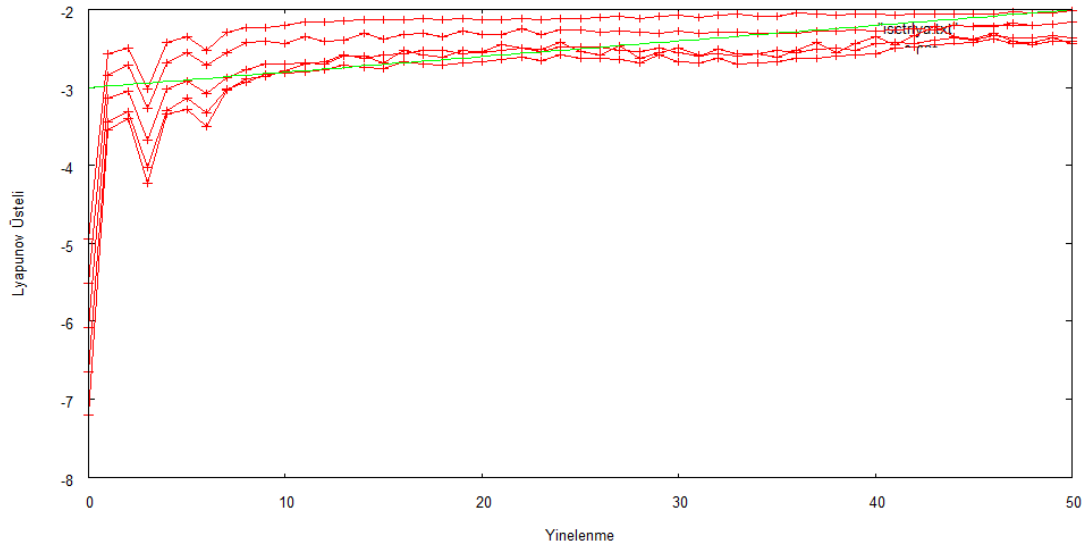


Şekil 3.42. Garanti Bankası eğim grafiği

### 3.8.3.4. İş Bankası

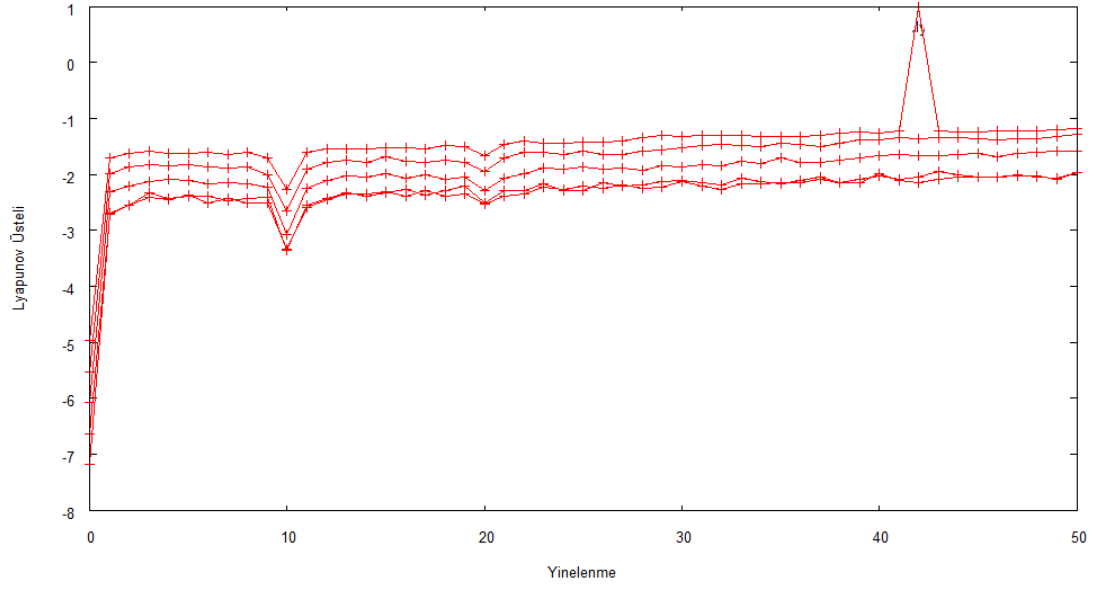


Şekil 3.43. İş Bankası Lyapunov üsteli grafiği

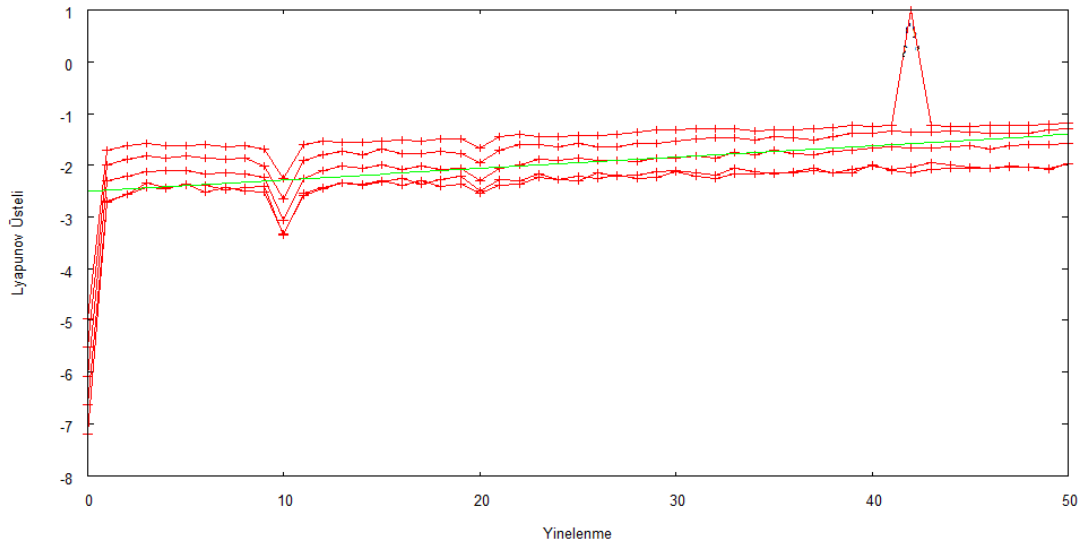


Şekil 3.44. İş Bankası eğim grafiği

### 3.8.3.5. Türk Hava Yolları



Şekil 3.45. Türk Hava Yolları Lyapunov üsteli grafiği



Şekil 3.46. Türk Hava Yolları eğim grafiği

## BÖLÜM 4. SONUÇ

Tablo 4.1. İncelenen serilerin grafiklerinin değer tablosu

İncelenen Seriler	Karşılıklı Bilgi Mutual Information	Otokorelasyon Fonksiyonu	Maksimum Lyapunov Üsteli
İMKB – 100 (4.01.1988– 22.04.2011)	10	1736	0.02
1988 – 1989 Krizi (04.01.1988 – 29.12.1989)	12	121	0.024
1991 Krizi (02.01.1991 – 31.12.1991)	13	48	0.022
2008 Krizi (02.01.2008 – 31.12.2009)	9	101	0.015
Aksigorta	4	322	0.022
Doğan Holding	13	133	0.022
Garanti Bankası	3	546	0.023
İş Bankası	9	375	0.02
Türk Hava Yolları	10	560	0.022

İncelenen serilerden elde edilen değerler tablo 4.1 de verilmiştir.

Karşılıklı bilgi (mutual information) metodu değerleri analizi yapılan serilerin değerlerinin çoğunluğunda 10 olarak belirlenmiştir. 1988-2011 İMKB - 100 verileri ile çeşitli yıllardaki kriz dönemlerinden elde edilen sonuçlar yaklaşık olarak aynıdır.

Otokorelasyon değerleri ise karşılıklı bilgi (mutual information) metodu değerlerinden oldukça farklı bulunmuştur. Bunun yanında farklı dönemler ve yüksek işlem hacimli şirketleri için de kendi aralarında oldukça farklılıklar göstermektedir. Bu sonuç fiyatlanma sürecinin pek çok farklı dinamik sistem tarafından yönetilen bir süreç gibi düşünülmesini akla getirmektedir.

Gömme boyutu (embedding dimension) tahmininde kullanılan, yanlış en yakın komşular (false nearest neighbors) metodundan elde edilen sonuçlar, tüm seriler için 10 ve üstünün Lyapunov üstelinin hesaplanmasında yeterli olduğunu göstermiştir.

Verilerin kaotik olup olmadığının anlaşılmasında Tisean 3.0.0. paketinde bulunan lyap\_k programı kullanılmış ve elde edilen sonuç tablo 4.1 de verilmiştir.

İncelenen tüm zaman serileri için Lyapunov üsteli pozitif çıkmıştır. Bu sonuç, eş zamanlı borsa verilerinin kaotik olduğunu göstermektedir. Lyapunov üsteli değerleri 1988 - 2011 yılları, kriz yılları ve borsada ağırlığı olan belli başlı şirketler için hesaplanmış ve tüm bu durumlarda pozitif değerler elde edilmiştir.

Bu sonuç borsa verilerinin incelenmesinde kaotik modellerin kullanılmasının daha doğru tahmin ve analiz sonuçları göstereceğinin ipuçlarını vermektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] ÖĞE, S., Düzen Mi Düzensizlik ( Kaos) Mi? Örgütsel Varlığın Sürdürülebilirliği Açısından Bir Değerlendirme, Selçuk Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi.
- [2] GLEICK, J., Kaos, Tübitak Yayınları, Popüler Bilim Kitapları Genel Dizisi, Ankara, 1995:16.
- [3] LATİF, H., “Kaotik Ortamlarda Yönetim”, Stratejik Boyutuyla Modern Yönetim Yaklaşımları, 1. Baskı, Beta Basım - Yayım – Dağıtım A.Ş.,İstanbul 2002:126.
- [4] LATİF, H., “Kaotik Ortamlarda Yönetim”, Stratejik Boyutuyla Modern Yönetim Yaklaşımları, 1. Baskı, Beta Basım - Yayım – Dağıtım A.Ş.,İstanbul 2002:124.
- [5] <http://www.elyadal.org/privolka/01/kaos.htm>, Nisan 2011.
- [6] LATİF, H., “Kaotik Ortamlarda Yönetim”, Stratejik Boyutuyla Modern Yönetim Yaklaşımları, 1. Baskı, Beta Basım - Yayım – Dağıtım A.Ş.,İstanbul 2002:127.
- [7] GLEICK, J., Kaos, Tübitak Yayınları, Popüler Bilim Kitapları Genel Dizisi, Ankara, 1995:67.
- [8] [http://tr.wikipedia.org/wiki/Kelebek\\_ etkisi](http://tr.wikipedia.org/wiki/Kelebek_ etkisi), Nisan 2011.
- [9] [http://tr.wikipedia.org/wiki/Kaos\\_kuram%C4%B1](http://tr.wikipedia.org/wiki/Kaos_kuram%C4%B1), “Teorinin Temel Önergeleri”, Nisan 2011.
- [10] ÖZOĞUZ, K., “Zaman Serilerinde Trend Fonksiyon Tipinin Belirlenmesi ve Yorumu” Ömer Saraç’a Armağan kitabı içinde, İktisat Fakültesi Mecmuası, Cilt:42, Sayı:1-4, İstanbul, 1986.
- [11] ENDERS, W., “Applied Time Series Analysis”, John Willey & Sons, Inc., 1995:135-136.
- [12] DURU, Ö., Zaman Serisi Analizinde Arma Modelleri ve Bir Uygulama, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul, 2007:12.

- [13] DURU, Ö., Zaman Serisi Analizinde Arıma Modelleri ve Bir Uygulama, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul, 2007:13.
- [14] GÖÇMENÇELEBİ, K., İstatistik Metotları, Ankara, Ongun Kardeşler Matbaacılık Sanayii, 1976:185.
- [15] GEORGE, E. P. B., ve JENKİNS, G. M., Time Series Analysis Forecasting and Control (San Fransisco:Holden Day Inc., 1979) s. 7; JENKİNS, G. M. Ve DONALD, G. W., Spectral Analysis and Applications (San Fransisco:Holden Day Inc., 1953) s. 1.
- [16] KAYIM, H., İstatiksel Ön Tahmin Yöntemleri, H.Ü. İ.İ.B.F. Yayın No.11, Ankara, 1985:12.
- [17] NELSON, C. R., Applied time series Analysis For Managerial Forecasting (U.S.A.:Holden-Day, Inc., 1973), s. 21.
- [18] GÜLER, F., ARIMA Modelleriyle Gelecek Tahmini ve THY Yolcu Sayıları Üzerine Bir Deneme, Basılmamış Doktora Tezi, İstanbul, 1991, sf. 9.
- [19] ERDOĞAN, E., Zaman Serilerinde Arıma Modelleri, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Ve Bilgisayar Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi), Muğla, Kasım, 2006:10.
- [20] [http://tr.wikipedia.org/wiki/%C4%B0stanbul\\_Menkul\\_K%C4%B1ymetler\\_Borsas%C4%B1](http://tr.wikipedia.org/wiki/%C4%B0stanbul_Menkul_K%C4%B1ymetler_Borsas%C4%B1), Nisan 2011.
- [21] <http://www.imkb.gov.tr/Training/Guides.aspx>, Endeks Verileri s. 3, Nisan 2011.
- [22] <http://www.imkb.gov.tr/Training/Guides.aspx>, Endeks Verileri s. 5, Nisan 2011.
- [23] <http://www.imkb.gov.tr/sirketler/sirketler.aspx>, Şirketler, Nisan 2011.
- [24] <http://www.imkb.gov.tr/Data/volatility.aspx>, Volatilite Hesaplanması, Nisan 2011.
- [25] TAKEN, F., “Detecting strange attractors in turbulence”, Lecture Notes in Mathematics, Vol. 898, pp. 366-381, 1981.
- [26] SAUER, T., YORKE, J., and CASDAGLI, M., “Embedology”, Journal of Statistical Physics, Vol. 65, pp. 579-616, 1991.
- [27] PALADİN, G., and VULPANİ, A., “Anomalous scaling laws in multifractal objects”, Physics Reports, Vol. 156, pp. 147-225, 1987.



- [28] REYNİ, A., “Probability Theory”, North-Holland, Amsterdam, 1970.
- [29] HEGGER, R., KANTZ, H., and SCHREİBER, T., “Practical implementation of nonlinear time series methods: The TİSEAN packege”, CHAOS, Vol. 94, pp. 413-435, 1999.
- [30] ABARBANEL, H.D.I., Analysis of Observed Chaotic Data., Springer Verlag, New York, 1996.
- [31] SANO, M. And SAWADA, Y., “Measurement of the Liapunov spectrum from a chaotic time series”, Physical Review Letters, Vol. 55, pp. 1082-1085, 1985.
- [32] KANTZ, H., “A rebuts method to estimate the maximal Liapunov exponent of a time series”, Physics Letters A, Vol. 185, pp. 77-87, 1994.
- [33] <http://borsa.ku.edu.tr/dokumanlar/borsa%20genel.pdf>, Borsa nedir? Nelerden etkilenir?, Nisan 2011.
- [34] <http://www.imkb.gov.tr/Data/StocksData.aspx>, Fiyat endeksleri, Günlük/Tarihsel, XU100-İMKB 100, Nisan 2011.
- [35] [http://www.imkb.gov.tr/Publications/Publications\\_Guides.aspx](http://www.imkb.gov.tr/Publications/Publications_Guides.aspx), Verilerle İMKB, sf.8, Nisan 2011.

## ÖZGEÇMİŞ

Emine BAYĞIN, 1986 yılında Bursa'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Kestel Atatürk İlköğretim Okulu'nda tamamladı. Lise öğrenimini Kestel Hasan Coşkun Lisesi'nde tamamladı. 2004 yılında Balıkesir Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü'nü kazandı. Dört yıllık lisans eğitimi sürecinden başarılı bir şekilde mezun oldu. 2008 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik bölümünde yüksek öğrenimine başladı. Halen aynı üniversitede öğrenimine devam etmektedir.