

**T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI**

**EKONOFİZİK VE FİNANS:
İMKB ÜZERİNE GÖRGÜL BİR ÇALIŞMA**

Doktora Tezi

Tolga ULUSOY

Ankara-2008

**T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI**

**EKONOFİZİK VE FİNANS:
İMKB ÜZERİNE GÖRGÜL BİR ÇALIŞMA**

Doktora Tezi

Tolga ULUSOY

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Yalçın KARATEPE

Ankara-2008

T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

EKONOFİZİK VE FİNANS:
İMKB ÜZERİNE GÖRGÜL BİR ÇALIŞMA

Doktora Tezi

Tez Danışmanı: Doç Dr. Yalçın KARATEPE

Tez Jürisi Üyeleri

Adı ve Soyadı

İmzası

Doç. Dr. Yalçın KARATEPE

.....

Doç. Dr. Çağlar TUNCAY

.....

Doç. Dr. Hasan ŞAHİN

.....

Doç. Dr. Ali Argun KARACABEY

.....

Doç. Dr. Güven SAYILGAN

.....

Tez Sınavı Tarihi 27/06/2008

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**

Bu belge ile, bu tezdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik davranış ilkelerine uygun olarak toplanıp sunulduğunu beyan ederim. Bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçları andığımı ve kaynağını gösterdiğimi ayrıca beyan ederim.(27/07/2008)

Tolga Ulusoy

GİRİŞ	1
--------------------	---

KISIM I

EKONOFİZİK

1. FİZİKÇİ GÖZÜYLE EKONOMİ.....	4
2. EKONOFİZİK NEDİR?.....	9
3. EKONOFİZİKLE İLGİLİ TEMEL ÇALIŞMALAR.....	16
4. KURAMSAL ÇERÇEVE.....	22
4.1 Mikroskopik Çevre ve Sistem Entropisi.....	22
4.2 Makroskopik Çevre	25
4.3 Hisse Senedi Sıcaklığı İle İlgili Bir Çalışma.....	27
5. EKONOFİZİĞİN İSTATİSTİK ALT YAPISI İLE İLGİLİ GÖRÜŞLER.....	36
5.1 Mikroskopik Durumlara Göre Parçacık Çeşitleri.....	37
5.2 Boltzman Dağılımının Temelleri ve Finansla olan İlişkisi	41
5.3 Boltzman Dağılımı ve Brewer'a Göre Fermi Dirac Yaklaşımıyla Ekonomik Sıcaklık	47
Örnekleme	
5.4 Finansal Modeller ve Bose Spinler.....	53
5.5 Finansal Sistemlerde Bose-Einstein Yoğunluğu.....	59

KISIM II

EKONOFİZİK UYGULAMASI:

İMKB İÇİN GÖRGÜL DEĞERLENDİRME

1. BOZON TANECİĞİ VE TÜRK YATIRIMCISI.....	66
2. İMKB İÇİN MİKROSKOPİK ÇEVRE DEĞERLENDİRMESİ.....	72
2.1 İniş Çıkışların Modellenmesi ve Sıcaklık Etkisi.....	72
3. VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	81
SONUÇ	112
KAYNAKÇA	116
EK I: Dow Jones ve İMKB İndeksleri Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafikleri.....	130
EK II: FTSE100 ve İMKB İndeksleri Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafikleri.....	141

ŞEKİL ve GRAFİK LİSTESİ

	Sf
Şekil 1.1 : Yatırımcı Kabı.....	23
Şekil 1.2 : Finansal Kap.....	26
Şekil 1.3 : Bir Parçacığın Yerleşebileceği Enerji Düzeyleri.....	37
Şekil 1.4 : Ayırt Edilemeyen Parçacıkların Enerji Düzeylerine Yerleşmesi	39
Şekil 1.5 : Ayırt Edilebilir Parçacıkların Enerji Düzeylerine Yerleşmesi...	40
Şekil 1.6 : Bir Parçacığın E Enerji düzeyinde Olma Durumu.....	45
Şekil 1.7 : Bir Hisseli Sistemin Faz Uzayı.....	62
Şekil 2.1 : Finansal Fiziğin Yeri	67
Tablo 2.1 : Ocak2003 İlk Çeyrek Örnek Tablo.....	74
Grafik 2.1 : Mart 2003 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Örnek Grafiği.....	78
Grafik 2.2 : Mart 2003 Entropi-İndeks Karşılaştırmalı Örnek Grafiği.....	79
Grafik 2.3 : Ocak 2003 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği.....	83
Grafik 2.4 : Ocak 2003 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği.....	83
Grafik 2.5 : Ocak 2003 Ayına Ait Günlük Volatilite- İndeks Grafiği.....	83
Grafik 2.6 : Şubat 2003 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği.....	84
Grafik 2.7 : Şubat 2003 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği.....	84
Grafik 2.8 : Şubat 2003 Ayına Ait Günlük Volatilite- İndeks Grafiği.....	84
Grafik 2.9 : Mart 2003 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği.....	85
Grafik 2.10 : Mart 2003 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği.....	85
Grafik 2.11 : Mart 2003 Ayına Ait Günlük Volatilite- İndeks Grafiği.....	85
Grafik 2.12 : Nisan 2003 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği.....	86
Grafik 2.13 : Nisan 2003 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği.....	86
Grafik 2.14 : Nisan 2003 Ayına Ait Günlük Volatilite-İndeks Grafiği.....	86
Grafik 2.15 : Mayıs 2003 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği.....	87
Grafik 2.16 : Mayıs 2003 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği.....	87
Grafik 2.17 : Mayıs 2003 Ayına Ait Günlük Volatilite- İndeks Grafiği.....	87
Grafik 2.18 : Haziran 2003 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği.....	88

Grafik 2.19	: Haziran 2003 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği.....	88
Grafik 2.20	: Haziran 2003 Ayına Ait Günlük Volatilite- İndeks Grafiği.....	88
Grafik 2.21	: Temmuz 2003 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği.....	89
Grafik 2.22	: Temmuz 2003 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği.....	89
Grafik 2.23	: Temmuz 2003 Ayına Ait Günlük Volatilite- İndeks Grafiği.....	89
Grafik 2.24	: Ağustos 2003 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği.....	90
Grafik 2.25	: Ağustos 2003 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği.....	90
Grafik 2.26	: Ağustos 2003 Ayına Ait Günlük Volatilite- İndeks Grafiği.....	90
Grafik 2.27	: Eylül 2003 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği.....	91
Grafik 2.28	: Eylül 2003 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği.....	91
Grafik 2.29	: Eylül 2003 Ayına Ait Günlük Volatilite- İndeks Grafiği.....	91
Grafik 2.30	: Ekim 2003 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği.....	92
Grafik 2.31	: Ekim 2003 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği.....	92
Grafik 2.32	: Ekim 2003 Ayına Ait Günlük Volatilite- İndeks Grafiği.....	92
Grafik 2.33	: Kasım 2003 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği.....	93
Grafik 2.34	: Kasım 2003 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği.....	93
Grafik 2.35	: Kasım 2003 Ayına Ait Günlük Volatilite- İndeks Grafiği.....	93
Grafik 2.36	: Aralık 2003 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği.....	94
Grafik 2.37	: Aralık 2003 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği.....	94
Grafik 2.38	: Aralık 2003 Ayına Ait Günlük Volatilite- İndeks Grafiği.....	94
Grafik 2.39	: Ocak 2004 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği.....	95
Grafik 2.40	: Ocak 2004 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği.....	95
Grafik 2.41	: Ocak 2004 Ayına Ait Günlük Volatilite- İndeks Grafiği.....	95
Grafik 2.42	: Şubat 2004 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği.....	96
Grafik 2.43	: Şubat 2004 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği.....	96
Grafik 2.44	: Şubat 2004 Ayına Ait Günlük Volatilite- İndeks Grafiği.....	96
Grafik 2.45	: Mart 2004 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği.....	97
Grafik 2.46	: Mart 2004 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği.....	97
Grafik 2.47	: Mart 2004 Ayına Ait Günlük Volatilite- İndeks Grafiği.....	97
Grafik 2.48	: Nisan 2004 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği.....	98
Grafik 2.49	: Nisan 2004 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği.....	98
Grafik 2.50	: Nisan 2004 Ayına Ait Günlük Volatilite- İndeks Grafiği.....	98

Grafik 2.51	: Mayıs 2004 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği.....	99
Grafik 2.52	: Mayıs 2004 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği.....	99
Grafik 2.53	: Mayıs 2004 Ayına Ait Günlük Volatilite- İndeks Grafiği.....	99
Grafik 2.54	: Haziran 2004 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği.....	100
Grafik 2.55	: Haziran 2004 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği.....	100
Grafik 2.56	: Haziran 2004 Ayına Ait Günlük Volatilite- İndeks Grafiği.....	100
Grafik 2.57	: Temmuz 2004 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği.....	101
Grafik 2.58	: Temmuz 2004 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği.....	102
Grafik 2.59	: Temmuz 2004 Ayına Ait Günlük Volatilite- İndeks Grafiği.....	102
Grafik 2.60	: Ağustos 2004 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği.....	102
Grafik 2.61	: Ağustos 2004 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği.....	103
Grafik 2.62	: Ağustos 2004 Ayına Ait Günlük Volatilite- İndeks Grafiği.....	103
Grafik 2.63	: Eylül 2004 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği.....	103
Grafik 2.64	: Eylül 2004 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği.....	104
Grafik 2.65	: Eylül 2004 Ayına Ait Günlük Volatilite- İndeks Grafiği.....	104
Grafik 2.66	: Ekim 2004 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği.....	104
Grafik 2.67	: Ekim 2004 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği.....	105
Grafik 2.68	: Ekim 2004 Ayına Ait Günlük Volatilite- İndeks Grafiği.....	105
Grafik 2.69	: Kasım 2004 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği.....	105
Grafik 2.70	: Kasım 2004 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği.....	106
Grafik 2.71	: Kasım 2004 Ayına Ait Günlük Volatilite- İndeks Grafiği.....	106
Grafik 2.72	: Aralık 2004 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği.....	106
Grafik 2.73	: Aralık 2004 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği.....	107
Grafik 2.74	: Aralık 2004 Ayına Ait Günlük Volatilite- İndeks Grafiği.....	107
Grafik 2.75	: Ocak 2005 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği.....	107
Grafik 2.76	: Ocak 2005 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği.....	108
Grafik 2.77	: Ocak 2005 Ayına Ait Günlük Volatilite- İndeks Grafiği.....	108
Grafik 2.78	: Şubat 2005 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği.....	108
Grafik 2.79	: Şubat 2005 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği.....	108
Grafik 2.80	: Şubat 2005 Ayına Ait Günlük Volatilite- İndeks Grafiği.....	108
Grafik 2.81	: Mart 2005 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği.....	109
Grafik 2.82	: Mart 2005 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği.....	109

Grafik 2.83	: Mart 2005 Ayına Ait Günlük Volatilite- İndeks Grafiği.....	109
Grafik 2.84	: Nisan 2005 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği.....	110
Grafik 2.85	: Nisan 2005 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği.....	110
Grafik 2.86	: Nisan 2005 Ayına Ait Günlük Volatilite- İndeks Grafiği.....	110

ÖNSÖZ

Çalışma içeriği itibariyle alanındaki ilk Türkçe kaynak olması ile göze çarpmaktadır. Ekonofizik hakkında bir literatür taraması ve özet bilgiler veren bu araştırmaya, konuyla ilgili çalışacak araştırmacılar için referans kaynak özelliği de kazandırılmaya çalışılmıştır.

Özellikle bu alanda çalışma yaparken, Türkçe kaynak eksikliği ve yurt dışında yapılmış olan makalelerin bir arada bulunmaması, bu tezin oluşmasında en büyük engellerden birisi olmuştur. Ancak araştırmacılarla internet üzerinden yapılan görüşmeler sonucunda kendileri tarafından verilen destekler çalışmanın sağlıklı bir şekilde yürütülebilmesini sağlamıştır.

Yurt dışındaki kaynaklara bakıldığında; bu çalışmanın ana hatlarını belirleyen kısımları yazarken, referansların temeli olan, önemli ölçüde hem fizik hem de finans dallarının tartışabileceği, temel teoriler ile tamamen çelişmeyen, bilim çevrelerinin reddetmeden tartışmak isteyeceği kadar yoruma açık, önemli yayınlarda yayınlanmış olmalarına dikkat edildi. Geniş çapta çalışma olmasına rağmen bu özelliklere sahip kaynaklara erişim yok denecek kadar azdır.

Bazı yerlerde ise doğrudan ilgili kaynakların var olmayışı ile var olan kısıtlı sayıdaki seminer tebliğine erişimin güç olması az sayıda kaynaktan çok sayıda yerde faydanılması sorununu doğurmuştur

Bu sebepten ötürü çalışmada oldukça fazla alıntıya yer verilmiştir. Burada özellikle belirtmek isterim ki Science News dergisinden Oliver Baker'ın çalışması giriş kısmının netleşmesinde, Yi-Cheng Zhang'in Europhysics News'da yayınlanan yazıları temel çalışmalar kısmının oluşmasında yardımcı olmuştur.

İlerleyen iki kısımda, hisse senedi sıcaklığı ile ilgili belki de bilim çevrelerinin en fazla kabul görüp temel bilgiler verilirken örneklediği Emanuel Derman'ın çalışmasıdır. Derman yaklaşımı tezin simulasyon kısmının ana hattını oluşturmuştur.

University of British Columbia'da bu konuda ders veren Jess H. Brewer'in sınıf içi ders notları ise uygulamaya geçirilmiş tek örnek olarak 5.3 nolu başlık altında yerini almıştır.

Kestutis Stalinas'ın Bose-Einstein Yoğunluğu ile hisse senedi yatırımcı davranışı ve takas durumunu birleştirdiği makalesi ise bu konuyla ilgilenen araştırmacıların ve çeşitli enstitülerin ilgisini çekmiş ve neredeyse tüm makale ve diğer çalışmalarda bu çalışmaya oldukça fazla atıfta bulunulmuştur. Stalinas yaklaşımı ise değerledirmeyi kolaylaştırması açısından çalışmada yer almıştır.

Çalışmamda desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, kariyerimin bugünlere gelmesini sağlayan sevgili hocam Sayın Doç Dr. Yalçın Karatepe'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Beni sabırla dinledikleri ve olumlu katkıları için değerli jüri üyeleri Sayın Doç.Dr. Argun Karacabey'e, Sayın Doç.Dr. Hasan Şahin'e, Sayın

Doç.Dr. Güven Sayılđan’a, Sayın Doç. Dr. ağlar Tuncay’a teşekkürlerimi sunarım. Tezime katkıları dolayısıyla Sayın Yrd. Doç Dr. Fatma Zehra Savi hocama ayrıca teşekkürü bir borç bilirim. Öte yandan bu süreci benimle birlikte yaşıyan, en başta eşim ve aileme, bitmek tükenmek bilmeyen sorularıma her zaman sabırla cevap veren arkadaşlarım Dr. Cengiz Keleş’e, Dr.Betül Balıkçioğlu’na ve Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü çalışanlarına da destekleri dolayısıyla en derin şükranlarımı sunarım. Bu çalışmayı canım oğluma ithaf ediyorum.

GİRİŞ

Finansal tahmin problemlerinin çok karmaşık yapıda olmaları, çözümlerine matematik ve istatistik çözüm tekniklerini uygulama imkânı vermekte, fakat tek başlarına yeterli olmamakta, bilgisayarlarla çözümlene şansına sahip olan modeller kullanma zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır. Tüm simülasyon modeller, matematik modellerde karşılaşılan sırayı izlemektedir. Modellemeler tamamiyle matematik denklemlere değil aynı zamanda denemelere dayanmaktadır.

Bu denemelerin sonucunda bilgisayarlara doğru sonuçlandırma yeteneği kazandırılmaya çalışılmaktadır. Son yıllarda teknolojinin önlenemez yükselişi beraberinde insanoğlunun teknolojiyi çeşitli alanlarda kullanma isteği fizik ve bilgisayar birlikteliğinin etkisini finans alanında da hissettirmeye başlamıştır.

Finans yapısı itibariyle aralıksız yaşayan, doğrudan ilgili olsun ya da olmasın tüm insanlığı yakından ilgilendiren bir bilim dalıdır. Bu bilim dalı da sonsuz olan ihtiyaçlarını karşılamak ve zamana karşı olan yarışını, zaman zaman tüm destek bilim dalları aracılığı ile sürdürmek istemekte ve bunu yaparken diğer bilim dallarından da yararlanmaktadır. Modellenen yapılar için hız, güvenilirlik, ulaşılabilirlik ön planda olduğu için finans bilim olarak yerinde durmadan kendini geliştirmekte ve diğer bilim dallarıyla etkileşim içerisinde en iyisini başarmaya çalışmaktadır.

Hesaplamalarından faydalandığı matematikle, oluşturduğu ortamın yapısal durumuyla ilgili faydalandığı felsefe ile bireysel yatırımcısının davranışlarını gözlemek için faydalandığı psikoloji ile, belirli bir yatırımcı grubu ile toplumsal olayları araştırmasına yardımcı olduğu sosyoloji ve daha bir çok bilim dalı ile iç içe geçmiş olan finansın son yıllarda en gözde çalışma arkadaşı ise “*Fizik*” olmuştur. Bu ise literatüre “*Ekonofizik*” terimini kazandırmış ve çalışmalar bu adla anılmaya başlanmıştır.

Bu çalışma da ise fizik-finance etkileşimi tanıtılarak, bunun bazı alt çalışmalarının Türk Sermaye Piyasası ile yapılan uygulamasında başarılı olup olmayacağı tartışılacak, fiziğin ve finansın ortak ispatı olan ekonofiziğin deneye dayalı düzeyde yapılan çalışmalarının yurdumuzda uygulanabilirliği tartışılacak, tüm bunlar yapılırken literatümüz “*Ekonofizik*” kavramıyla ve yapılan çalışmalar ile ilk defa tanıştırılmış olacaktır. Çalışma Ekonofizik ile ilgili alanındaki ilk kapsamlı çalışma olmakla birlikte, bu alana yónelen ve Türkçe kaynak isteğinde olan araştırmacılara bu yönde fayda sağlama amacıyla olacaktır.

Fizik ve Finance ortak noktalarının ortaya konması, bu konu hakkında yapılan çalışmalar ile bir literatür taraması özelliği de kazandırılacak olan çalışma, ekonofizik ve istatistik alt yapı işleyişine yer vermekte ve İMKB100 İndeksi üzerinde bir deneme ile örneklendirilmektedir. Ek I ve Ek II kısımlarına ise hacim değişkeni hesaplara katılarak DJIA ve FTSE100 indeksleri ile İMKB indeksleri ile hesaplanan sıcaklık değerleri karşılaştırmalı grafikleri yerleştirilmiş ve ikişer aylık periyotlar halinde yapılan hesaplamalar aynı zamanda logaritmik olarak da gösterilmiştir.

Ekonomi ve fizik anabilim dallarının ortak özellikleri ortaya konarak dünya literatürüne geçmiş olan EKONOFİZİK (econophysics) ya da diğer adıyla EKONFİZİK (econphysics) ile bunun öncü çalışmaları tanıtılarak, sıcaklık ve entropi gibi kavramların aylık grafiklerin yorumlanmasına yardımcı olması açısından başarılı olup olmayacağı tartışılacaktır. Araştırma mutlak bir kesinlik içerisinde tahmin yapma amacıyla değildir. Yapılmış olan çalışmaların finans alanına olan benzeşimlerini kullanmakta olup grafik yorumlamaları ve karşılaştırmalarını kapsar niteliktedir.

KISIM I

EKONOFİZİK

1. FİZİKÇİ GÖZÜYLE EKONOMİ

Fizikçiler ekonomistlerin finansal teoriler üzerindeki tekellerini kırmak üzere yıllardır çalışmaktadırlar.

Borsa bileşenleri bir atomun çekirdeğine nasıl olurda benzetilebilir? Geçmişte bir ekonomiste sorulacak olsaydı bunun imkânsız olduğunu dile getirecekti. Fakat zamanında ilgilenilmeyen bu olaylar artık gerçek olmakta ve fizikçiler de ekonomi alanında ağırlıklarını ortaya koymak için ellerinden gelen her türlü çabayı göstermektedirler.

Geçmiş yıllarda geçişler fiziğın kuantum mekaniğinden¹ elde ediliyordu. Bu geçiş çalışmaları ile fizikçiler finansın daha keşfedilmemiş kurallarını keşfetmeye var olanları ise aynı tabanda fakat farklı mantıksal boyutlar içinde değerlendirmeye başladılar. Bundan kendileride alanlarında kazanç elde etmiş oldular.

Boston Üniversitesi fizikçilerinden Stanley; ekonofizik alanında yaptığı çalışmalarda² çeşitli moleküller ve parçacıkların davranışları üzerinde durmuş ve

¹ Newton mekaniğinin mikroskopik ölçekte olayları açıklayamaması yirminciyüzyılın başlarında kuantum mekaniğinin doğmasına neden olmuştur. Newton mekaniği herhangi bir kuvvet altında herhangi bir parçacığın bir t zamanında konumunu, hızını, ivmesini tam bir doğrulukla ölçebileceğini varsayar. Newton mekaniği makroskopik ölçekte işe yaramakla beraber deneyler daha mikroskopik ölçeklere indikçe güvenilirliğini yitirmeye başlar. Kuantum mekaniği ise mikroskopik düzeyde bunun doğru olmadığını yani parçacığın konumu ve hızı aynı anda tam bir doğrulukla belirlenemeyeceğini söyler.

² Araştırmacının en temel çalışmalarını şu şekilde sıralamak mümkündür. H. E. Stanley, X. Gabaix, Economic Fluctuations and Statistical Physics 44,2006, 329-340; H. E. Stanley, Institutional Investors and Stock Market Volatility, Statistical Regularities in the return intervals of volatility,Euro Physics J.B

söylemlerinde, ekonomide yaşanan bazı problemlerin bu yaklaşımlarla değerlendirildiğinde çalışmalarda ideal bir temel oluşturacağını belirtmiştir. Ekonominin istatistiksel fizikte başlıbaşına bir araştırma konusu olduğunda ısrarcı olan Stanley, ekonomik araştırmalarda bulunurken sadece bu alanda yapılan çalışmaların da yeterli olmadığını değişik anabilim dallarında da desteklenmesi gerektiğini belirtmiştir.

Stanley ayrıca fizik alanında verilen bir eğitimle fizikçiye kuvvetli bir matematik bilgisi verildiğini vurgulamış; zaten gelişen bilgisayar teknolojisi, bilişim alanında kişisel çabalar ve alınan eğitimle oldukça büyük finansal verilerin artık rahatlıkla işlenebildiği kanısındadır. Bunun fizikçiye modelleri daha rahat kurabilme, fizik ile matematik ve finansı birleştirecek yeni bilim dalları yaratabilme, bunu basitleştirme ve modelleme olanağı sağladığını önemle belirtmiştir. Jeofiziğin, astrofiziğin ve biofiziğin fizikçileri bu araçlar ile yeni alanlar yaratmalarına olanak tanıdığını da eklemiştir.

Wall Street’de bulunan finansal şirketler yaklaşık on yıl kadar önce kapılarını fizikçilere açmıştır. Eğitimini oldukça iyi yapan fizikçiler buradaki enstitülerin en az yarısında sayısal analiz konusunda hizmet vermektedirler. New York’ta Denison Group’ ta kariyer avcılığı yapan Robert Long bu alanda çalışan fizikçilerin sayıca ekonomistlerden daha fazla olduğunu söylemiştir.

Wall street fizikçileri; ilk başladıkları günden bu yana geleneksel yöntemlerle analizi yapılan finansal enstrümanların yeni dönüşümlerle oluşan modern metotlarla

araştırılmasının peşinde olmuşlardır. Sınır konularda ise oldukça az sayıda fizikçi halen geleneksel alım satım unsurlarını geliştirmeye çalışmaktadırlar.³

Yukarıda da bahsedildiği üzere fizik ve ekonominin birbirini tanıma aşaması son on yılda akademik düzeylere de taşınmıştır. Üniversiteler bünyesinde araştırmalarını yürüten fizikçiler, yeni konular üzerinde araştırma yaparken, belirli temellere oturtulmuş konular hakkındaki görüşlerini piyasada çalışan fizikçilerle paylaşmaya başlamışlardır. Örnek olarak, ortalama her yıl ekonofizik konusu etrafında yer alan ellinin üzerinde akademik araştırma fizik dergilerinde yer almaktadır.

Bu yapılanmanın içinde olanlar, fiziğin ekonomi içinde yayılımını, diğer dallar içindeki yayılımından daha ileri seviyede olmasını sağlamakta, uluslararası sempozyumlar ile desteklemeye çalışmaktadırlar. 1999 yılında Dublin’de ilk büyük organizasyon gerçekleşmiş, “Finansal Analizde Fiziğin Uygulamaları” adlı sempozyuma 200 civarında fizikçi katılmıştır. Bu olay ise ekonofizik adı verilen yeni bir alanın doğuşuna hem resmi hem de ulusal anlamda tanıklık etmiştir.⁴

Deprem tahminlerinde kullanılan fizik teorileri ile türbülans, radyoaktivite, çekirdeğin bulunduğu enerji seviyeleri ile fraktalar; faiz oranlarının ve hisse fiyatlarının dağılımının açıklanması üzerinde en etkili olan konular arasında gösterilmektedir.

³ J. Quellette, Physicists Graduate from Wall Street, The Industrial Physicist, American Institute of Physics, s.9, 1999, S. Stein, Memoirs of a Physicist on Wall Street, Financial Times, 2004

⁴ Applications of Physics in Financial Analysis Conference 15-17 July 1999, Trinity College, Dublin

Ekonofizikçiler tarafından olaya bakış açısı klasik bakış açısından farklılıklar göstermektedir. Ekonofizikçilerin bir kısmı, araştırmalarını yaparken ekonomi alanında çıkardıkları yeni teorilere, kuşkuyla bakmayı hala sürdürmektedirler. Ekonomistlerin bu olaya bakış açılarını bildiklerinden yaptıkları çalışmalarda yalnız olduklarını düşünmektedirler. Fransa'nın Levallois şehrinde bankalarla çalışan Science&Finance adlı şirketin kurucusu ve ekonofiziğin önde gelen temsilcilerinden olan Jean-Philippe Bouchaud ise her fizikçinin ekonomiyi derinlemesine incelenmesinden, ekonomik temellerin öğrenilmesine fazla zaman ayırmadan araştırmaların yürütülmesinden dolayı her fizikçinin ekonofizikçi olarak nitelendirilemeyeceği görüşündedir. Bouchaud ayrıca yeni şekillenen bu bilim dalının kolay olduğu gibi bir fikir oluşmaması gerektiği konusunu her konuşmasında dile getirmektedir.

Bouchaud bu tip çalışmalar haricinde diğer tüm çalışmaların ekonomistler tarafından düşünölmeye değeri görölməsi gerektiğini ileri sürmektedir. Öyle ki, ekonofizikçilerin her yeni elde ettikleri verilerle çalışmalarını daha da ilerlettikleri ve dahası, zaman zaman ellerindeki kısıtlı kaynakları kullanmaya çalışarak bunu bilgisayar ortamında analiz etmeye çalıştıklarını söylemektedir.

Bouchaud 1998 yılında Stanley ve ekibi ile bir çalışma yürötmüştür.⁵ Ekip, NYSE ve NASDAQ'ta işlem gören 1000 hisse senedinin 2 yıllık analizini gerçekleştirmiştir. 5 dakika arayla tüm kotasyonlar not edilmiş ve araştırmacılar yaklaşık 40 milyon adet fiyat üzerinde analiz yapmışlardır. Ekip, kendilerine kadar

⁵ P.Gopikrishnan, M. Meyer, H.E. Stanley, Inverse Cubic Laws for the Distribution of Stock Price Variations, European Physics Journal B., s.139-141, 1998.

yapılan tüm araştırmalar içinde en çok veriye sahip araştırmayı yaparak bu alandaki ilklerden biri olmayı başarmışlardır.

Her beş dakika arayla takip edilen bin adet hisse senedinin analizinde Stanley ve ekibi sonuç takibi için histogram oluşturmuşlardır. Fiyat sıralanmasının büyüklük ile değişmekte olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Fiyatların kaçının belirtilen aralıklar içine düştüğünün ve değişen büyüklükler karşısında fiyatların nasıl değiştiğinin araştırmasını yapmışlardır.

Bulunan şekil an şeklinde oluşsa da, çoğu insanın bildiği gibi oluşan şekil araştırmacıya yaptığı araştırmada ki rasgele değerlerin nasıl dağıldığını göstermektedir. Bu eğrinin her iki yanında yanında yer alan kısımların geniş olması, yani eğrinin üstten basık olması normal dağılımın bir gerekliliği olmaktadır. Bu da geleneksel bir yaklaşımla istatistiksel öngörü metotlarına temel teşkil etmektedir.⁶

Stanley ve ekibi kuyruk istatistiği ile ilgilenen ve bunu fizikle ilişkilendirmeye çalışan tek ekip değildir. Daha önce de bahsedildiği üzere Dublin’de yapılan ekonofizik konferasında araştırmacılar, sunumlarında benzer çalışmalarda bulunmuşlar ve istatistik temelli bir takım öngörülerini diğer araştırmacılar önünde sunma olanağı bulmuşlardır

Araştırmalara bakılacak olunursa; Stanley’in de üzerinde durduğu gibi aslında tüm bunların altında çok sağlam bir matematik altyapısı vardır. Pazar davranışları incelenirken bunlardan faydalanılmaktadır. Öte yandan Bouchaud’un da

⁶ Buradaki temel yaklaşım istatistikteki bilinen normal dağılım dinamikleri ile ilgilidir.

alışmalarında belirttiği gibi temelde çoğu bulgular bir ülke pazarından diğerine değişe de temelde bazı değişken ve bulgular aynı kalmaktadır. Buradan da dünya borsalarının temelinde yapılan araştırmalarda bulguların aynı bazda değerlendirilebileceği fikri ortaya çıkmaktadır.

Bu alanla ilgili olan genel amaçlı tüm makalelerde, ekonofizikçilerin çıkardığı bu sonuçların, aslında asıl mesleği finans olan araştırmacılara ışık tutacak nitelikte olduğu ve öncelikli olarak sonuçlarına ulaşılması en zor konulardan biri olan risk yönetimi konusunda araştırmalar yapıldığında, çok daha verimli sonuçlar elde edilebileceği vurgulanmaktadır.

Temelde Ekonofizikiler, birbirlerinin bakış açısını paylaşmaktadır ve fizikçilerin risk hesaplama tekniklerinde tamamen devrim niteliğinde çalışmalar üretme fikrinde birleşmektedirler. Ayrıca öngörülerde bulunan kişilerin yeniliğe açık olmalarının önemli olduğunu, bazı araştırmacıların ise yapılan çalışmalara gereğinden fazla önem vermedikleri içinde yararı olmayan birçok veriyle uğraştıklarını ve masalarını bunlarla doldurarak yaptıklarını gereğinden fazla saatler aldığını belirtmişlerdir.⁷

2. EKONOFİZİK NEDİR?

Ekonomiyi somut olarak yorumlamak için Ekonomik neden ve sonuçları, fiziksel neden ve sonuçlarla açıklayan bilim dalına “*Ekonofizik*” denir.

⁷ O. Baker, Schroedinger's Cash Register Physics meets economics, Science News, Vol. Nov 27, 1999

Çoğunlukla bir pazar bir sıvı ya da bir gazın davranışlarını göstermektedir. Nitekim fizik ve finansın birlikte aldığı yol çok önceleri başlamaktadır. 1900’lerde Paris Borsası’nda fiyat dalgalanmaları üzerine araştırmalarını yürüten Louis Bachelier fizik ve matematiğin en güzel karışımı olan “rassal yürüyüş” kavramının literatüre kazandırılmasına zemin hazırlamıştır ki daha sonraları Einstein; bu çalışmayı geliştirerek, gazın içindeki parçacıkların dağılımı açıklamak üzere kullanmıştır.⁸

60 ve 70’lerde ise üç Amerikalı; fizikçi Fischer Black, ekonomist Myron Scholes ve mühendis Robert Merton; zaman, fiyat, faiz oranı ve volatilité gibi finansal değişkenleri de içine alarak fiyat değişimlerinin öngörüsünü yapabilen bir denklemle uğraşmışlardır. Yaptıkları araştırma, türev enstrümanlarının kompozisyonunda büyük, oldukça da yeni bir finansal endüstrinin tabanını oluşturmuştur.⁹

Fizik ve paranın birçok ortak noktası olduğu artık ispatlanmış bir gerçektir. Parayı yönetmek, tıpkı bir fizik deneyi gibi düşünüldüğünde, her ikisinde de denklemlerle ve sayılarla uğraşilmektedir. Fakat son yıllarda yapılan çalışmalar bunun daha da ilerisine gidildiğini göstermektedir. Fizik, temelinde matematiksel

⁸ Rassal yürüyüşle ilgili ilk deneme 1900 yılında Fransa’da ticari mal fiyatları üzerinde çalışmalar yapan ve ticari bir malın şu andaki fiyatının aynı zamanda gelecek fiyatı için bir tahmin edici olduğu sonucuna varan Louis Bachelier tarafından yapılmıştır. Ancak Bachelier “rassal yürüyüş” deyimini çalışmalarında kullanmamıştır. Bachelier’in çalışmalarından sonra hisse senedi fiyatıyla ilgili çalışmalar bilgisayarın etkin bir şekilde araştırma faaliyetlerinde kullanımına kadar duraklamıştır.

⁹ Scholes ve Merton 1997 yılında Ekonomi alanında Nobel ödülüne layık görüldüler. Black ödülünden 2 yıl önce ölmüştür. Bu yüzden Black-Scholes adı da verilen denklem, bakıldığında fizikte sıcaklığın yayılımını inceleyen denklemlere olan benzerliği ile dikkati çekmektedir. R.Merton, B.Scholes, The Valuation of Options Contracts and a Test of Market Efficiency, Journal of Finance, Vol. 27, No.2, 1972

modeller kullanılarak dünya üzerindeki fiziksel bir takım olayları geliştirmek üstüne kurulmuştur. Moleküllerin hareketlerinden başlayarak, galaksideki yıldızların dinamiklerine kadar birçok karışık konuyu çözümlmeye çalışmaktadır. Bilim adamları ise son yıllarda fizik için geliştirilen modellerin “*finansal dünya*” için nasıl uygulanacağı üzerine çalışmışlar ve “*moleküler dünya*” da elde edilen bir takım matematiksel modellerin finans literatürüne nasıl adapte edilebileceği üzerinde durmuşlardır. Özellikle bankacılık dünyası bu konuyla yakından ilgilenmiştir. Rastgele sonuçların oluşturulduğu süreçler kullanılarak modeller oluşturulmuş ve finansal enstrümanların fiyatlandırılması, para ve sermaye piyasalarının gelecekteki hareketleri, pazarın trendi, gibi konularda bir takım araştırmalar yapılmış ve buradan hareketle yatırımcının karlı yatırım stratejilerine ulaşması için bu sonuçların kullanılması olanaklı hale getirilmeye çalışılmıştır.

Batı toplumlarında; fizikçilerin bilgi ve kabiliyetleri, günümüzde her alanda büyük talep görmeye başlamıştır. Doktorasını henüz almış olan bir fizikçinin en üst düzeyde matematiksel kabiliyete ve istatistiksel yorumlamalara sahip olduğu düşünülürse; araştırmacının, dolaşımdaki herhangi bir finansal enstrümanın fiyat trendini ve borsa hareketlerini modellemeye, dahası yatırımcı davranışlarına yardımcı olabilecek kullanışlı matematiksel formuller ve hesaplama teknikleri geliştirmeye yabancı olmadığı sonucu rahatlıkla çıkarılabilir¹⁰.

¹⁰ Günümüzde büyük yatırım bankaları eleman istihdamında bulunurlarken fizikçilere ve roketler ile uğraşan bilim adamlarına yer vermektedirler. Her yıl ortamala olarak yüz adet doktorasını almış fizikçi bankalarda çalışmaya başlamaktadır. Bankaların ardından diğer finansal enstitüler, deniz aşırı hizmet veren bankalar, batıdaki finansal denetim organları, danışmanlık ve sigorta şirketleri sağlam fizik ve bilgisayar temeli almış olan fizikçilere yer vermeye başlamışlardır

Fizikçilerin bir arada çalışması ile bankacılık sektörü fiyatlandırma ve riski kolayca hesaplayacak teknikler istemektedirler. Bunu, günümüzde henüz işlem görmeyen ya da son yıllarda işlem görmeye başlamış yeni finansal enstrümanların geliştirilmesi ile yapmaya çalışmaktadır. Buna en güzel örnek “*vadeli işlemler*” olabilir. Vadeli işlem borsalarında alım satımı yapılan “*Opsiyonlar*” ya da “*futures*” işlemler piyasalara büyük miktarda sıcak para akmasına yardımcı olmakta ve yatırımlara derinlik kazandırmaktadır.¹¹ Örneğin; hisse senetleri üzerine yazılan opsiyonlar, bugünden kararlaştırılan bir fiyattan gelecekte o hissenin alım ya da satımına olanak verirken bunu bir zorunluluk olarak kabul etmemektedir. Bu ise bankalar için belirli bir aralıkta maliyet artışına yol açabilmektedir. Açıkçası eğer sözleşmeye konu olan hisse senedi, sözleşmenin başlangıç ve bitiş tarihini kapsayan aralıkta değerinin üstüne çıkarsa, opsiyon sözleşme sahibine prim yapmaktadır. Bu ise riski kontrol (hedge) etmenin bir yolu olarak bilinmektedir. Bankanın ise, üzerinde önemle durduğu konu; maliyetlemeyi, sözleşmeye konu olan finansal enstrümandan hak ettiği oranda prim elde ederek ve bunu opsiyon fiyatlandırmada kullanılan “*Black-Scholes Denklemi*” gibi fizik ilişkili modellerle yerine getirmeye çalışarak kontrol altına almaktır. Vadeli işlemler (türevler) bireysel yatırımcının portföyünü oluşturmaya temel teşkil etmekte dahası bir bankanın pazardaki dakikalık değişimler veya fiyat hareketlerinden faydalanmak isteyeceği milyarlarca dolarlık yatırım stratejilerini inşa etmektedir

Yatırımın merkezinde olan olgu, finansal varlıkların alım satımının ve bunlara ait fiyatlandırmaların değerlendirilmesi ve tüm bunların riskinin yönetilmesidir. Risk;

¹¹ Y. Karatepe, Türev Piyasalar, Ankara Üniversitesi Yayınları, 2000.

alım satıma konu olan varlığın ticaretinin yapıldığı kişi ve kurum arasında optimum şekilde dağıtılmaktadır. İşte bu konuda devreye fizikle uğraşan bilimadamları girmekte, gelecekte olması muhtemel faiz oranları ve fiyatlar hakkında hesaplar yapmaktadırlar. Tıpkı kendi fizik laboratuvarlarında gözlem ve deneylerini yapıyormuş gibi modellerini test etmekte ve geliştirdikleri bilgisayar simülasyonları sayesinde beklenen ile var olan arasındaki sonuçları karşılaştırmaktadırlar.

Burada savaş verilen önemli cephelerden birtanesi de “*volatilite*” yani pazardaki iniş çıkışın diğer bir deyişle dalgalanmanın miktarıdır¹². Finansal analistlerin en önemli ihtiyacı, değişik durumlarda karşı karşıya kalabilecekleri riskleri önceden tahmin edebilecekleri kuvvetli bir volatilite modeli olmuştur. Bu yolda finansal krizleri öngören tatmin edici bir sonuç hala yoktur. Bunun için gerekli olabilecek bir yol rakamlarla belirtilen sağlam şablonlar oluşturmaktır. Öyle ki, pazarın dinamikleri aslında doğrusallığı olmayan hareketlerden oluşmaktadır. Yani değişimler belirtilen alım satım arasındaki zamanla doğrudan ilişki içinde değildir ve sonuçlar ise oldukça rasgelelik göstermektedir. Bunun için akademik düzeyde çalışmalar yapan fizikçiler düzensiz gibi görünen şablonlar için kullanışlı bilgiler veren araçlar geliştirmeye başlamışlardır. Bunu yapmak için kullandıkları tekniklerden bir tanesi “*kaos teorisi*” ile birlikte yürüttükleri “*fraktallardır*”.¹³

¹² O.G.Zumbach, P.Lynch, Heterogeneous Volatility Cascade in Financial Markets, Consulting in Financial Engineering – General University of Manchester Institute of Science February 22, 2001 Olsen & Associates Working Paper No. GOZ.2000–11–06. R. CONT,Beyond Implied Volatility: Extracting Information From Option Prices, Ecole polytechnique Federale, IPT-EPFL., L. Yanhui, P.Cizeau, P.Gopikhrisanan,M. Meyer, Volatility Studies of the S& P 500 Index, Center for Polymer Studies and Department of Physics, Boston University,H.Takayasu,A.Sato, M.Takayasu, Power law behavior in dynamic numerical models of stock market prices

¹³ Fraktal; matematikte, çoğunlukla kendine benzeme özelliği gösteren karmaşık geometrik şekillerin ortak adıdır. Fraktallar, klasik, yani öklit geometrisindeki kare, daire, küre gibi basit şekillerden çok farklıdır. Bunlar, doğadaki, öklit geometri aracılığıyla tanımlanamayacak pek çok düzensiz olguyu ve düzensiz biçimli tanımlama yeteneğine sahiptir. Fraktal terimi “parçalanmış” yada “kırılmış”

Finansal fiziğin özelliklerinden bir tanesi de, fizik kuralları ile oluşturulan bir modelin üzerinde birçok araştırma yapılması ve temel değişkenlerin modelin piyasayı temsil etmediği durumlarda yapıdan yapıya farklılaştırılmasının gerekli olmasıdır. Burada ise fizikçiye özgü olan birtakım beceriler devreye girmektedir. Nitekim finansal piyasalardaki araştırmacılar trend analizleri uğraşırken fizik bilimciler günümüzün rekabetçi dünyasında fiyatlama modellerini yenileme ve varolanı daha da geliştirme çalışmalarında bulunmaktadırlar. Bu benzer özellikler hisse senedi fiyatlarının çıkış ve inişlerine uygulanabilmekte dahası pazarın gelecekte değişme olasılığının ne olduğunu kestirmeye olanak sağlamaktadır.

Ekonofiziğin belki de en çok ilgi çeken alanlarından biri finansal pazarların mikroskopik modellerinin hazırlanması ve geliştirilmesi sürecidir. Nitekim gazların kinetik teorisi yani gaz parçacıklarının çarpışmasının yaratacağı etkilerin modellenmesi; gazın davranışlarını ısı, basınç ve hacim yönünden denklemlerle göstermeye çalışır.

anlamına gelen Latince "fractus" sözcüğünden türetilmiştir. İlk olarak 1975'te Polonya asıllı matematikçi Benoît B. Mandelbrot tarafından ortaya atılan fraktal kavramı, yalnızca matematik değil fiziksel kimya, fizyoloji ve akışkanlar mekaniği gibi değişik alanlar üzerinde önemli etkiler yaratan yeni bir geometri sisteminin doğmasına yol açmıştır. Tüm fraktallar kendine benzer ya da en azından tümüyle kendine benzer olmamakla birlikte, herhangi bir kısmında benzerlik özelliği taşır. Kendine benzer bir cisimde, cismi oluşturan parçalar ya da bileşenler cismin bütününe benzer. Düzensiz ayrıntılar ya da desenler giderek küçülen ölçeklerde yinelenir ve tümüyle soyut nesnelerde sonsuza değin sürebilir; öyle ki, her parçanın her bir parçası büyütüldüğünde, yine cismin bütününe benzer. Bu fraktal olgusu, kar tanesi ve ağaç kabuğunda kolayca gözlenebilir. Bu tip tüm doğal fraktallar ile matematiksel olarak kendine benzer olan bazıları rastgeledir; bu nedenle ancak istatistiksel olarak ölçeklenirler. Fraktal cisimler, düzensiz biçimli olduklarından ötürü Öklitçi şekilleri ötelenme bakışına sahip değildirler. (Ötelenme bakış açısına sahip bir cisim kendi çevresinde döndürüldüğünde görünümü aynı kalır.) Fraktalların bir başka önemli özelliği de, fraktal boyut olarak adlandırılan bir matematiksel parametredir. Bu cisim ne kadar büyütülürse büyütülsün ya da bakış açısı ne kadar değiştirilirse değiştirilsin, hep aynı kalan fraktalların bir özelliğidir. Öklitçi boyutun tersine fraktal boyut, genellikle tam sayı olmayan bir sayıyla, yani bir kesir ile ifade edilir. Fraktal boyut, bir fraktal eğri yardımıyla anlaşılabilir. (library.thinkquest.org den tercüme edilmiştir.)

Buradan hareketle bireysel yatırımcıları mikroskopik bir parçacık gibi düşünüp bunun üzerine evrensel, yani olası tüm yatırımcı davranışlarını da içine alan bir finansal model geliştirilmeye çalışılır.¹⁴ Bazı yollardan gazın sıcaklığı ile benzer özellikler gösteren pazarın volatilitesi, aynı ortam içinde yer alan bütün yatırımcıların ne yapıyor olduklarına bağlıdır. Öyle ki yatırımcıların ne davranış göstereceği konusunda ortalama olarak bir tahminde bulunmanız söz konusu değildir çünkü kâr normal şartlarda herkesin yaptığıının tersini yaptığınızda ortaya çıkan bir olgudur. Bir nevi azınlığın çoğunluğa karşı yaptığı bir oyun olarak da nitelendirilebilir. Dahası, gaz parçacıklarından farklı olarak, yatırımcıların davranışlarını sürekli değiştirecekleri kadar bir hatırlama kabiliyetleri vardır. Araştırmacılar, bu açığı kapatmak için de kendilerine yeni olanaklar sağlayacak yeni fizik formüllerinin modellenmesi sürecine girmişlerdir. Şimdilerde, magnetizmadan evrimsel oyun teorisine, nöral ağlara, diğer öğrenme teorilerine ve örüntü tanımlamaya kadar bütün fikirleri kullanmaktadırlar. İşte finans ile bu şekilde devam eden birliktelik yeni bir çeşit fizik dalının ortaya çıkmasına yol açmıştır. Şimdilerde finansın emrineymiş gibi görünen bu dal yeni modeller ile bilgi teknolojisi, biokimyasal sistemler gibi diğer bilimsel alanlara da uygulanacaktır.

¹⁴ Maddenin moleküler kavramı gazların moleküler davranışını da açıklayabilir. Bu yaklaşım Gazların Kinetik-Moleküler Teorisi olarak bilinir. 1800 yıllarda Ludwig Boltzmann, James Clerk Maxwell ve R. J. E. Clausius teorisinin geliştirilmesi için çalışmışlardır. Geliştirilen teori için şunları söylemek mümkündür: Gazlar moleküler olarak adlandırılan taneciklerden oluşur. ve belirli bir gazın molekülleri tamamen birbirine özdeştir. Farklı gazlara ilişkin moleküller ise farklı kütle ve boyuttur. Kap içindeki gaz molekülleri ortamın sıcaklığına da bağımlı olarak sürekli ve tamamen gelişigüzel hareket ederler. Gaz moleküllerinin gerek kendi aralarında gerekse kabın iç çevresi ile yaptıkları çarpışmalar tamamen esnekler. Gaz moleküllerinin iç çevreyle çarpışmaları sonucu basınç olarak bilinen olay ortaya çıkmaktadır. Basınç, gaz moleküllerinin birim yüzeye uyguladıkları kuvvettir. Kap içindeki gaz moleküllerinin sabit sıcaklıktaki basınçları zamanla değişim göstermez, moleküller çarpışmaları sırasında sürtünme kuvvetleriyle karşılaşmazlar. Böylece hareket enerjileri kayba uğramaz. Gaz ortamdaki moleküllerin kinetik enerjileri ortamın mutlak sıcaklığı ile doğru orantılıdır. Düşük basınçlarda gaz molekülleri arasındaki mesafeler, molekül çaplarına oranla çok fazladır. Böylece moleküller arasındaki uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak değişen moleküller arası çekim kuvveti ihmal edilebilecek kadar düşük değerdedir. Gaz moleküllerinin kendi hacimleri, işgal ettikleri kabın hacmine oranla çok küçüktür ve hesaplamalarda ihmal edilebilir.

3. EKONOFİZİKLE İLGİLİ TEMEL ÇALIŞMALAR ¹⁵

Ekonofizikle ilgili çalışmalar beklediğimizden daha da uzundur. Günümüzün önde gelen araştırmacılarından Sorin Solomon¹⁶; çekirdek bilgilerin modernleşmediği, üzerinde daha fazla çalışılması gerektiği görüşündedir. Bir asırdan daha da önce; 1897 yılında, Fransız mühendis Pareto, ekonomi hakkında bir araştırma yayınlamıştır. Bu çalışmada amaç olarak ekonomiyi fiziğin temelleri üzerine inşa etmeye çalışmıştır. Solomon ayrıca, ekonofizik ile uğraşan araştırmacıların, bu çalışmayı, tarihte yapılmış ilk ciddi çalışma olduğunu kabul etmekte olduğunu söylemiştir.¹⁷ Pareto yüz yıldan daha uzun bir süre önce fiziğin ciddi anlamda borsa dinamikleri üzerinde etkili olabileceğini gözlemlemiştir. Fakat çalışmalarının kapsamlı bilgisayar simülasyon yapılamayan bir çağda olunmasına rağmen gelinen noktada çok büyük temel oluşturduğu bir gerçektir.

Araştırmacılar günümüzde, çalışmalarını aynı doğrultudan hareketle yerine getirmektedirler. Araştırmalarında teorilerini borsa simülasyonlarına ve öncesinde istatistik yöntemlerine yöneltmişlerdir çünkü birçok ekonofizikçi, kritik sistemlerin oluşturduğu istatistiksel mekaniklerin bu alanda çalışabildiğini görmüştür. Çalışmalarda sıklıkla işaret edildiği üzere; ekonofizik, eğer elimizde karmaşık bir sistem var ise bu sistemin aslında basit iletişim içerisinde olan birçok elemanın

¹⁵ Y. Zhang, One Hundred Years of Physics in Finance, Europhysics Notes, Europhysics News January/February, s.35,1998.

¹⁶ S.Solomon, Hebrew University, Racah Institute of Physics, Theoretical Physics Dept. Givat Ram,1904, Jerusalem, Israel.

¹⁷ V.Pareto, The New Theories of Economics, Journal of Political Economy, Volume 5, 1897 İtalyan iktisatçısı ve sosyologudur. İktisat Teorisi'ne matematik analiz metotlarını uygulamıştır. Maliyetler, üretim ve değer teorilerine yeni anlayışlar getirmiştir. Zaman ve mekâna bağlı olmaksızın bütün ülkelerde gelir dağılımını gösteren eğrilerin üst kademelerindeki eğimin hep aynı kaldığını ifade eden Pareto Kanunu meşhur olmuştur.

olduğunu kabul ettiğimizde, varolan iletişimin basit kurallarla yürüdüğünü anlamamıza olanak sağlamaktadır. Bunun yanında, araştırmalar derinleştikçe görürüz ki ekonomik alanda bu basit kurallar basitten karmaşığa doğru bir yol çizmektedir.

Ekonofizik temellendirmeyi şu şekilde yapmıştır: Karmaşık fiyat hareketleri oluşmaktadır çünkü bu hareketi sağlayan birçok yatırımcı bir sistem içerisinde tıpkı parçacık fiziğinde olduğu gibi birbirleriyle bir takım kurallar ile iletişim içerisinde. Ekonofizikçilere göre ise moleküllerin birbirleriyle olan etkileşimleri ve oluşan gaz basıncı gibi hisselerin fiyat davranışları da spekülörlerin birbirleriyle olan etkileşimlerinden ortaya çıkmakta ve kendini bu doğrultuda düzenlemektedir.

Bir başka araştırmacı, Bachelier ise çalışmalarını 1900'lerde borsaların istatistiksel mekanikleri üzerine yapmıştır¹⁸. Aynı tarihlerde Fransız Paul Levy de aynı doğrultuda araştırmalarda bulunmuştur. Piyasalar üzerinde yaptığı çalışmalarda istatistik fiziği matematiksel dağılımlar açısından incelemiş ve araştırmalarını¹⁹ bunun üzerine yoğunlaştırmıştır.

Aslında baktığımızda hisse fiyatlarındaki dalgalanmaların rassal yürüyüş dediğimiz gelişigüzelikten bağımsız olmadığını fakat bu kavramın piyasaları yeterince sağlıklı açıklayamadığını görürüz. Burada şunu diyebiliriz ki fizikte

¹⁸ L. Bachelier, *Theorie de la Speculation*, Gauthier-Villars, Paris, 1900.

¹⁹ L. Cam, P. Lévy, *Proceedings of the Sixth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability III: Probability theory* (Berkeley, Calif., 1972), xiv-xx. K. L. Chung, *Reminiscences of some of Paul Lévy's ideas in Brownian motion and in Markov chains*, *Colloque Paul Lévy sur les Processus Stochastiques*, Astérisque, s.157-158, 1988. K. L. Chung, *Reminiscences of some of Paul Lévy's ideas in Brownian motion and in Markov chains*, *Colloque Paul Lévy sur les Processus Stochastiques*, Astérisque 157-158, 99-107, 1988. J. L. Doob, Paul Lévy, *Annals of Probability*-1, 1-18, 1971. J. L. Doob, *Obituary: Paul Lévy*, *J. Appl. Probability*-9, 870-872, 1972. D. Kendall, *Obituary: Paul Lévy*, *J. Roy. Statist. Soc. Ser. A* 137, 259-260, 1974. M. Loève, P. Lévy, 1886-1971, *Ann. Probability* 1 (1), 1-18, 1971.

yaptığımız çalışmalar bizi Gauss dağılımına götürse de ekonomik alanda çalışmalarda bu durum dağılımlar açısından oldukça farklılık gösterebilmektedir. İşte bu noktada Levy ekonomik anlamda dağılımların çok büyük verilerle gerçekleşmesi gerektiği fikrinde olmuştur. Burada Gauss dağılımı ile Levy dağılımlarının farkı ortaya çıkmaktadır

20'li ve 30'lu yıllar arasında ise Princeton Üniversitesinde Prof. Zipf bu konuyla ilgili olarak daha gelişmiş simülasyonlar üzerinde çalışmıştır. Birbirinden üs kanunları ile ayrılmış popülasyonlar üzerine araştırmaları olmuştur.

Örneğin gazın enerji dağılımlarını dikkate alınırsa; enerjiyi ifade ederken, merkezinde tipik fiziksel sistemler ile ekonomik sistemler arasındaki fark çok basit bir şekilde şöyle ifade edilebilir. Moleküllerin enerjisinde bir değişim olduğu zaman, moleküller ya belirli bir miktar quantum enerjisi kazanır ya da kaybederler. Bir yatırımcının ise piyasadaki yatırımın değerinde bir değişim olduğu zaman yatırımcı da yatırımının değerinin bir bölümünü kaybeder veya geri kazanır. Böylece yatırımcının, yatırımının değeri ile moleküllerin quantum enerjisi bir şekilde özdeşleşmiş olur.

1960'larda ise üs kanunları yerini fraktallarla ilgili çalışmalara bırakmıştır. Fraktallar, dağılımların geometrik yorumu üzerine yoğunlaştığı için üs kanunları ile ilgili yapılan çalışmaları daha da ileriye götürmüştür. Mandelbrot'un araştırmalarının dışında birçok çalışma fraktal yorumlarının dışında kalmış, ancak Kenneth Wilson'ın

alışmaları ile fraktallar tekrar odak noktası haline gelmiştir.²⁰ Wilson, çok geniş bir aralıktaki gelişen mikroskopik etkileşmeler için; eğer etkileşmeler aynı genel simetri özelliklerini paylaşıyorlarsa, mikroskopik dağılımlarının sonuçlarının da aynı olmaması için hiçbir neden olmadığı görüşünü savunmuştur. Bu yol Wilson'ı çalışmaların ekonomik araştırmalara uygulanabilirliği konusunda kendisini ikna etmeye yetmiştir. Ayrıca bu alanda araştırma yapanların bir kısmı da yatırım yapan alıcı veya satıcıların beynine girmenin, ne düşündüğünü net olarak anlamının tam olarak mümkün olmadığını, ancak alım satım yaparken, bulundukları yerde tam olarak ne için bulunduklarının kestirilebileceğini söylemiştir. Bütün çalışmalarda istatistiksel mekaniklerden oluşturulmuş olan tüm bu güçlü teknikler, araştırmacıya, belirlenmiş şartlarda makroskopik özellikler tanımlanabileceğini ve bunların da aynı atom parçacıklarda olduğu gibi mikroskopik etkileşmelerinin kestirilebileceğini göstermektedir.

Önceki bölümlerde de sıklıkla belirtildiği üzere; günümüzde oldukça küçük gruplar halinde çalışan fizikçiler matematik bilgi ve deneyimlerini finans alanına yöneltmiş bulunmaktadır. Bu konuda bazı araçlardan yararlanmaktadırlar. Bu araçlardan örneklenmesi en hızlı ve gelişmiş olanı bilgisayar simülasyonlarıdır. Oldukça büyük yatırımcı grubuna uygulanan uygulamalarda yatırımcılar, birbirleriyle sanal olarak bilgi alışverişinde bulunuyomuş gibi düşünölmekte ve geçmiş fiyat hareketlerinden yararlanarak bir hisse senedi üzerinde işlem yapıyormuş

²⁰ Kenneth Wilson The Renormalization Group and Critical Phenomena adlı çalışması ile 1982 yılında Nobel Fizik Ödölüne Layık görölmüştür.

gibi simule edilmektedir. Bazı bilgisayar simulasyonları ise alım-satımın daha değişik yönlerini geliştirmeye çalışmaktadırlar.

Solomon, 1994 yılında kendi kurduğu sistemle yatırımcıların değişik algılamaları olduğunu matematiksel olarak göstermiş ve değişik zaman dilimleri içinde gerçekleşen fiyat hareketlerinin etkilerini araştırmış ve yatırımcıların düşünsel zaman sürelerinin birbirinden farklı olduğu üzerine yoğunlaşmıştır.

Nice Üniversitesinden Didier Sornette 1997 yılında yatırımcıların olağanüstü benzerlikte taklitlerinden oluşan hiyerarşik modellerini kurmuş ve çalıştırmıştır. Sornette bilgisayar modellemekten daha fazlasını da yapmış, finansal araçların gerçek piyasalar üzerinde nasıl karlı bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir. Bu alanda, uğraşlarını gerçek piyasalar üzerinde pazarlayan nadir araştırmacılardan biri olarak gösterilmiştir. Buna karşın çalışmalarının tamamını hiçbir zaman tam olarak yayınlamamıştır çünkü onun kurduğu alım-satım projeleri gerçek anlamda kendisine para kazandırdığı söylenmektedir.

Sornette bu anlamda parasını gerçek piyasalarda teorilerinin işleyip işlemediğini kontrol etmek için ortaya koymaktan çekinmeyen nadir araştırmacılardan biri olarak gösterilmektedir. 1997 ekim krizinde yatırımcılar varlık kaybederken belirli bir süre zarfında araştırmalarının kendisine %500 gibi inanılmaz bir kar kazandırdığı söylenmektedir. Bu tip girişimler doğal olarak ekonofizikçilerin

böyle giderlerse zamanla fizik bölümlerinde kendi alanlarından sıyrılıp, yatırımcı olarak boy göstermeye başlayacakları fikrini hemen akla getirmektedir.²¹

Öte yandan Belçika’ da Universite de Liege de çalışmalarını sürdüren Marcel Ausloos Ekim-97 krizini önceden tahmin ederek bilim camiasını şaşırtmayı başarmış bu konuyla ilgili olarak Belçika televizyonlarına konuk edilmiş ve fikirlerini açıklama imkanı bulmuştur.²² Bu konuşmalarından birinde fizikçilerin aslında yatırımlarında hatırı sayılır bir kazanç elde edemeyeceklerini çünkü öngörülerin kısa dönemli olduğunu ancak finans uzmanlarına kuvvetli bilgiler verilebileceğini anlatmıştır. Buna rağmen ekonofizikçiler daha sağlam temeller üzerine oturtulmuş modeller üzerinde çalışmalarını sürdürmektedirler. Oldukça birbirinden farklı yöntemler ve simülasyonlar ortaya çıkışından itibaren tartışılmakta ve dünya konudan haberdar edilmeye çalışılmaktadır. Bu çalışmalar bazen fizikçiler ve ekonomistleri karşı karşıya getirmekte, fizikçiler bazı ekonomistler tarafından ortaya atıkları fikirler nedeniyle suçlanmaktadır.

²¹ Didier Sornette yaptığı çalışmalarda kompleks teoriler üzerinde durmuş ve teorinin neden ve nasıl olduğu üzerine çalışmalarda bulunarak bunları hisse senetleri davranışları üzerinde incelemeye almıştır. Borsalardaki ani çıkış ve kırılmaların kompleks sistemler üzerinde incelenmesi adıyla yayınladığı çalışmasında savunduğu düşünceleri şu şekilde özetlemek mümkündür: Borsalar her ne kadar dengede gibi görünselerde dengesizliği oluşturan etmenler fizikte kendine oldukça fazla çalışma alanları yaratmıştır. Daha alt dallar olan jeoloji, biyoloji gibi anabilim dallarında yapılan çalışmalar bunlara örnek gösterilebilir. Bu tip çalışmalarda ana amaç, karışık sistemleri incelerken bunları birbirleriyle etkileşimli parçalar haline getirip o şekilde düşündürmektir. Makro sistemleri aynı fiziksel sistem gibi düşünüp mikro parçalara bölmek bu mikro parçaları gruplandırarak ayrı incelenmesi çalışmalarda daha anlamlı olmaktadır. Sornette çalışmalarında borsa hakkında ani iniş ve çıkışları tahmin etmenin kolay olmadığını anlatmış ve bunu deprem örnekleriyle pekiştirmeye çalışmıştır. Şöyle ki; aslında depremler birbirleriyle ilişkili olan yer hareketlerinden meydana geliyorsa, bu konuda öngörü de bulunurken büyük ve ani depremleri tahmin etmenin öncesinde oldukça küçük ve ardıl depremleri tahmin etmenin öngörülere ulaşmada daha sağlıklı sonuçlar verebileceğini söylemiş, bunun tüm fiziksel sistemlerde bu şekilde yapılması gerektiğini belirtmiştir. Borsalardaki ani hareketlerin de aynı bu depremler gibi, öngörülmesi için sistemler olduğu görüşünü savunmuştur. D.Sornette, A Complex System View of Why Stock Markets Crash, Institute of Geophysics and Planetary Physics and Department of Earth and Space Science, University of California, New Thesis, Vol: 01(1)2004. W.X. Zhou, D. Sornette, Antibubble and Prediction of China's Stock Market and Real-Estate, Physica A, 337 (1–2), s.243–268, 2004

²² N.Vandewalle, M.Ausloos, Coherent and Random Sequences in Financial Fluctuations, Physica A 246, s.454-459, 1997.

Köln Üniversitesi'nden Dietrich Stauffer; 1998 yılında yazdığı Sayısal İstatistiksel Fiziğin Modern Uygulamaları adlı eleştirel yazısı ile bu konulara da ağırlık vermiş ve kuşların yaşamından immunolojiye, finanstan ekonomiye birçok konu hakkında fizikçilerin rolleri hakkında genel fikirlerini yazmıştır.²³

4. KURAMSAL ÇERÇEVE

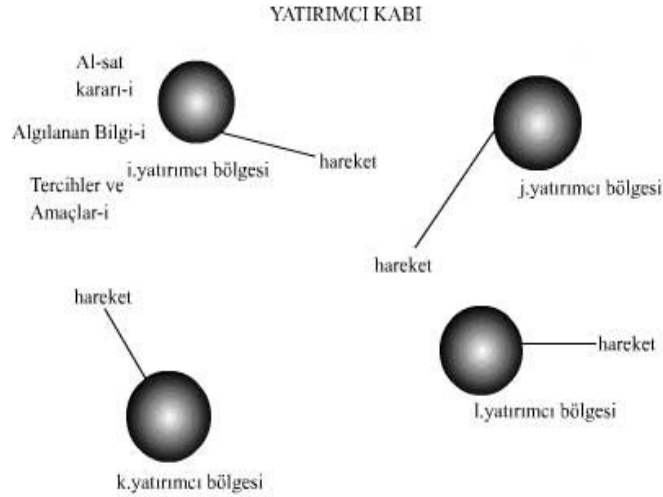
4.1 Mikroskopik Çevre ve Sistem Entropisi

Türk sermaye piyasasına ve diğer ülke piyasalarındaki işleyişe baktığımız zaman ortak nokta, bunların hemen hemen aynı dinamiklere sahip olmasıdır. Piyasada herhangi bir finansal enstrümanın fiyatı, piyasadaki halka açık verilere ve bilgilere dayanmakta olup ilgili enstrümanı alıp satanların aralarında vardıkları ortak ilişkiyi yansıtmaktadır. Ortama yeni bir sayısal veri veya sözel bir bilgi geldiğinde bu bilgi alıcılar, satıcılar ve onlara aracılık edenler olarak adlandırdığımız kişiler tarafından analiz edilir. Yorumlamalar ve ortak uzlaşi noktaları ise ilgili araçlar için yeni piyasa fiyatı oluşturur. Bu fiyat, bir sonraki aşamada elden geçirilerek üstünde karar mekanizmaları çalışana kadar veya yeni denge fiyatları oluşana kadar varlığını sürdürür. İşte bu işleyiş içindeki finansal enstrümanlar ile hisse senedi alıp satan

²³ Stauffer yazısında tüm yaklaşımların farklı bir açıdan değerlendirilmesi gerektiği konusunu dile getirmiştir. Ekonofizik hakkında yapılan tartışmaların normal olduğunu, bu alanın daha tam olgunlaşmadığını, daha da yapılacak çalışmalarla günün birinde kendisini her alanda kabul ettirebileceğini, bir konuyla ilgili olarak tüm otoritelerin aynı fikir birliği içinde olmasının da zaten bilimin doğasına ters düştüğünü söyleyerek, ekonofizikçileri cesaretlendirecek anlatımlarda bulunmuştur S.M.Oliveira, D.Stauffer, Evolution, Money, War, and Computers - Non-Traditional Applications of Computational Statistical Physics, Teubner, Stuttgart-Leipzig,1999.

gerçek ya da tüzel kişiler olarak tanımlanan oyuncular mikroskopik çevrenin ana elemanları olarak değerlendirilmektedir.

Belirli sayıda yatırımcının operasyonda bulunduğu özel pazarın organize olmuş hali pazarın mikro-yapısı olarak değerlendirilir. Mikro-yapıda yatırımcıların karar verme yapılarındaki benzerlik veya farklılıklar ile var olan bilgilerin yorumlanmasında ki benzerlik ya da farklılıklar, hatta yatırımcı gruplarının öğrenme ve değerlendirme kapasiteleri bu kapsamda değerlendirilir ve değişken olarak ortaya çıkar.



Şekil.1.1 Yatırımcı Kabı

Yatırımcıların katlanması gereken risk ve hareketlerin zaman dilimlerine bölünmesi ise mikro yapı içerisindeki hareketlerde çeşitliliği ortaya çıkarmaktadır. Bu da beraberinde fizikte kullanılan sıcaklık ve entropi gibi kavramları akla getirmektedir. Modelde mikroskopik gözlemler yapılırken moleküller, yatırımcılar veya enerjisel yatırımlar olarak düşünülmekte, temel ekonofizik deneylerinin yapıldığı ortamlar ise finansal kap olarak adlandırılmaktadır.

Bir sistemin düzensizliğinin ölçüsü olan entropi mikroskopik sistemde sıcaklık ile beraber en temel ve en önemli ölçüdür. Entropi, içsel sistemde öyle bir fiziksel kavramdır ki, ayrı ayrı finansal kapların oluşturduğu disiplinlerde ayrı ayrı entropi tanımlamaları yapılır. Örneğin termodinamik entropi, finansal entropi gibi. Finansal sistemin düzensizliği arttıkça artan herhangi bir fonksiyon entropi fonksiyonu olabilir. Örneğin finansal kap içerisinde piyasadaki herhangi bir miktar yatırımcı/yatırım/portföy olduğunu ve bunun içine bir damla yeni arz hisse senetlerinden damlatıp gözlediğimizi düşünelim ve içeride neler olduğunu hayal etmeye çalışalım. Yeni arz edilen hisse molekülleri (senetleri) başlangıçta kısa bir süre bir arada bekledikten sonra var olan portföy içine dağılmaya başlayacaklardır çünkü kendilerine çarpan yatırımcı/yatırım/portföy molekülleri tarafından değişik yönlerde saçılmaktadırlar.

Bütün mümkün durumların sayılabildiği düşünölsün. Sistemin bir durumu denildiğinde anlamamız gereken, bir molekülün belirli bir koordinata ve belirli bir hıza; bir başka molekülün bir başka belirli koordinata ve hıza sahip olduğu bir konfigürasyondur. Kaptaki arz molekülleri örneğinde bu tür durumların sayısının çok fazla olduğu açıktır, ama bunların çok büyük bir kısmı, arz edilen hisse senedi moleküllerinin kap içinde herhangi bir yöne rasgele dağıldığı, düzensiz, yani yüksek entropili durumlara karşılık gelir. Bunların hepsi homojen durumlardır çünkü karışma bakıldığında moleküllerin nerede olduğuna aldırmadan, arz edilen hisse senetlerinin piyasanın homojenitesi içerisinde en olası durumda dağıldığı söylenebilir. Yani olağanüstü sayıda farklı mikroskopik durum tek bir makroskopik duruma, yani homojen duruma karşılık gelir.

Esasında kaba her yeni arz hisse damlatışımızda, hisselerin dağılmasının nedeni budur. Homojen bir makroskobik duruma karşılık gelen mikroskobik durumların sayısının fazlalığı onun olasılığını artırır. Çünkü istatistik fizik yasaları bir makroskopik durumun olasılığının, ona karşılık gelen mikroskobik durumlarla orantılı olduğunu söylemektedir.

Ancak, var olan portföy molekülerinin yeni arzı, yeniden bir damla haline getirmesi ya da belki küçük bir köşede toplaması olasılığı sıfıra çok yakın olmakla birlikte, sıfır değildir. Bu sadece moleküllerin çok özel hız ve koordinatlara sahip oldukları durumlarda mümkündür ve bu durumların sayısı da yok denecek kadar azdır ve etkin piyasa koşullarında oluşmaları da muhtemel gözükmez.

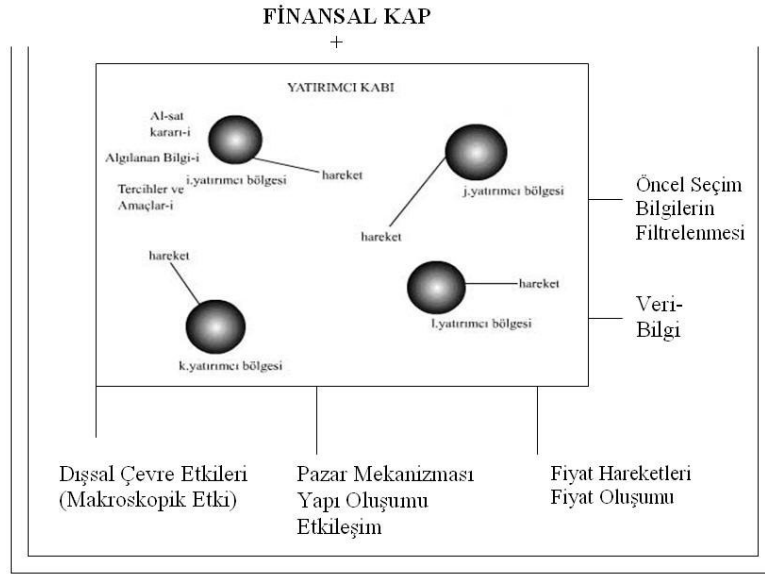
4.2 Makroskopik Çevre²⁴

Termodinamiğin İkinci Kanunun, evrende kendi haline, doğal şartlara bırakılan tüm sistemlerin, zamanla doğru orantılı olarak düzensizliğe, dağınıklığa ve bozulmaya doğru gideceğini söylediği bilinmektedir. Bir sistemin düzenli, organize ve planlı bir yapıdan düzensiz, dağınık ve plansız bir hale geçmesinin o sistemin entropisini arttırdığını ve bir sistemdeki düzensizliğin fazla olması durumunda, o sistemin entropisinin de o kadar yükseleceğini bilimektedir.

Bu bütün hayat boyunca sıkça karşılaşılan bir durumdur. Bir eşya depoya konup yıllar sonra durumu kontrol edilirse eskimiş hatta çürümüş olduğu görülür.

²⁴ J.Rifkin, Entropy: A New World View, Viking Press, New York, s. 6,1980. A.Barth, The Creation, s.144. 1968, P.Davies, Chance or Choice: Is the Universe an Accident? New Scientist, vol. 80, s. 506,1968.

Kendi haline bırakılmış odaların müdahale edilmeden her geçen gün daha fazla dağınıklaştığı, düzensizleştiği aşîkardır. Süreci geriye çevirmenin bir tek yolu düzensizliğe mutlaka müdahale etmekle olur. Bunun gibi genel müdahalelerin geldiğı yer ise makroskopik çevre adını alır. Bu da bir taraftan en genel ifadeyle finansal evren ya da bir diğér deyişle finansal kap olarak adlandırılabilir.



Fizik yasaları ile benzeşim açısından irdelenecek olunursa evrende olduğu gibi finansal evreni de her türlü müdahaleye kapalı, bir yığın olarak ifade etmektense makroskopik seviyede çok belirgin bir düzen ve kurallar olduğunu belirtmek yanlış olmaz. Öyle ki finansal evrenin kendi kanunları bile bu düzeni bozmaya yönelik olabilmektedir.

Ülkemiz sermaye piyasasına bakılacak olursa, makroskopik düzeyde oluşan çevre etmenlerini şu şekilde sıralamak mümkündür. Hazine ihale ödemesi, TCMB ters repo itfası, TCMB İnterbank para alış, TCMB döviz satış, TCMB doğrudan bono

satışı, likidite rezerv rakamının düşük açıklanması, hazine ihalesinde oranların yükselmesi, hazine ihalesinde beklenenden yüksek satış, maaş ödeme günleri, vergi ödeme günleri, ekonomik istikrarsızlık, politik istikrarsızlık, döviz fiyatlarında hızlı artış, YTL faizlerinin yükselmesi, bono fiyatlarının düşmesi hisse senedi piyasasında düşüşleri beraberinde getiren makroskopik çevre etmenleridir. Öte yandan; hazine bono itfası, TCMB repo ihalesi, TCMB İnterbank para veriş, TCMB döviz alış, TCMB doğrudan bono alış, TCMB zorunlu döviz kurunu yükseltme çalışmaları, likidite rezerv rakamının yüksek açıklanması, hazine ihalesinde oranların düşmesi, hazine ihalesinde beklenenden düşük satış, YTL faizlerinin düşmesi, bono fiyatlarının yükselmesi ise hisse senedi piyasasında yükselişleri beraberinde getiren makroskopik çevre etmenleridir. Bu değişkenlerin sadece hisse senedi piyasalarına değil, YTL faizi, repo faizi, tahvil fiyatları, döviz ve altın fiyatlarına da ayrı ayrı etki ettiği bilinmektedir. Yukarıda açıklanan piyasa hareketlerinin oluşturduğu yükseliş ve düşüşler ile repo, tahvil, döviz, altın değişkenleri de dolaylı yoldan finansal evrene de etki etmektedir.

Bu hareket ve değişkenler finansal kabın sıcaklığını ve dolayısıyla entropisini de belirleyici değişkenler olabilmektedir.

4.3 Hisse Senedinin Sıcaklığı İle İlgili Bir Çalışma ²⁵

Emanuel Derman tarafından 2002 yılında yapılmış olan çalışma hisse senedi sıcaklığını, bir ekonomistin anlayabileceği şekilde örneklemekte, sıcaklığın ne demek olduğunu anlaşılmaya yardımcı olması açısından önem teşkil etmektedir.

²⁵ E.Derman, The Perception of Time, Risk and Return During Period of Speculation. Quantitative Finance, Volume 2 ,s.282–296.,2002.(Modelleme yayıncının yazılı izni alınarak yapılmıştır)

Ekonomik rezervuarda N farklı şirket var . β fiyatında ve getirisi r olan (r_f) B hazine bonusu mevcut olsun. Her i şirketinin pazar fiyatı S_i olan n_i tane hisse senedi var. Hisse senetlerinin risk belirleyicileri, klasik Markowitz yaklaşımına göre volatilité ve korelasyondur. Sıcaklık hesaplamasında bu varsayımlardan yola çıkarak bir hisse senedinin ekonomik anlamda sıcaklığının ne anlama geldiği araştırılmıştır.

Bütün yatırımcılar her bir hisse senedi fiyatının lognormal olarak arttığını düşünüyor olsunlar.²⁶

Başlangıçta, Markowitz yaklaşımına göre düşünülürse, bütün yatırımcıların her bir hisse senedi fiyatının süreklilik kavramı içerisinde ve dt kadar bir zamanda lognormal olarak arttığını düşünölsün.

$$\frac{dS_i}{S_i} = \mu_i dt + \sigma_i dz_i \quad (1.1)$$

$$[dz_i^2 = dt] \text{ ve } [dz_i dz_j = \rho_{ij} dt] \quad (1.2)$$

$\mu_i = S_i$ hisse senedinin takvimsel zamanda getirisi (calendar time return)

$\rho_{ij} = i$ ve j hisse senetleri arasında takvimsel zamandaki korelasyon

$\sigma_i =$ takvimsel zamanda getirinin volatilitesi

²⁶ Inx normal dağılıyorsa x lognormal dağılır. Dağılım sağa yatık ve sürekli bir dağılımdır. Finansal varlıklara ait getiri ve riskte t anındaki fiyatı P_t ve $t-1$ anındaki fiyatı P_{t-1} ile gösterirsek t ve $t-1$ arasındaki yatırım dönemi için getiriyi iki farklı şekilde hesaplayabiliriz. Aritmetik getiri $R_t = (P_t - P_{t-1})/P_{t-1}$ formuna dönüşmekte, Logaritmik getiri ise $R_t = \ln(1 + R_t) = \ln(P_t/P_{t-1})$ formuna dönüşmektedir. Logaritmik getirinin düşünölmésinin iki avantajı var. Bunlardan biri hiçbir zaman negatif getiri oluşturmamalarıdır. Aritmetik getiride fiyat negatif olabilir. İkinci avantaj ise, iki veya daha fazla dönemli getirileri daha basit bir biçimde göstermek olanağıdır.

Şimdi bu yaklaşım takvimsel zamandan bağımsız olarak asıl zaman (intrinsic time) dönüşümü ile yenilensin. Burada asıl vurgulanmak istenenin, hisse senetlerinin aslında yatırımcıların düşünsel süreçleri ile değerlendirildiği olduğu unutulmamalıdır. Her hisse senedinin bilinen saniyeler ve dakikalar ile ilerleyen süreçlerinin haricinde ayrı bir takvimsel zamanının olduğu görüşü savunulmaktadır. Örneğin, bir saat takvimsel zamanda 60 dakikayı ifade etse de bir A hisse senedinin bir saat içerisinde kaç defa harekette bulunacağı önemli olmaktadır. Eğer çalışmada temel takvimsel zaman 1 saat olarak alınırsa ve bu bir saat içerisinde 12 defa alım satımda bulunuluyor ise A hisse senedinin asıl zaman birimi 12 tik /saat olacaktır düşüncesi savunulmaktadır.²⁷

$$\frac{dS_i}{S_i} = M_i d\lambda_i + \Sigma_i dw_i \quad (1,3)$$

$$[dW_i]^2 = d\lambda_i \text{ ve } [dW_i dW_j] = \pi_{ij} \sqrt{d\lambda_i} \sqrt{d\lambda_j} \quad (1,4)$$

λ_i = i hisse senedinin takas sürecinde elde edilen olumlu fırsatlara ait elde edilen asıl zaman değeri

Σ_i = asıl zaman getirilerinin volatilitesi

π_{ij} = asıl zamanda i ve j arasındaki korelasyon

²⁷ Takvimsel zaman dilimi (calendar time); bilinen işlem zamanını ifade ediyor. Asıl zaman dilimi (intrinsic time), ilgili hisseye özel asıl zaman dilimini ifade ediyor. Diğer bir deyişle o hisseye ait işlem fırsatlarının geçişini ölçen varsayımsal saat dilimidir. Çalışmanın simulasyon kısmında bu formüllerden faydalanırken, verilere ulaşma kısmındaki basitlik nedeniyle, İMKB için alım satıma konu olan sözleşme sayıları, kısaca seans bazında toplam emir sayısı dikkate alınmıştır

$M_i = S_i$ 'nin asıl zamanda getirisi

İşlem zamanı her hisse senedi için farklı değerler aldığından dolayı asıl zamanın her tıklaması tik (dikkat) uyarıcısı ile anlamca karşılık gelen takvimsel zamandaki saniye oranları da hisse senetleri arasında farklılık göstermektedir. Hisse senet fiyat değişiklikleri ise haberler veya dışsal müdahaleler ile farklılık arz ederler. Bu değişiklikler endüstriyel hisse senetleri içinde geçerlidir. Yeni endüstrilerde tüketici talebi ve ürünün kabulü ile buna karşılık rakibin verdiği tepkiler, “tiklerde” oldukça fazla bir şekilde kendini göstermektedir. Yeni gelişen pazarlar bir gün içerisinde doğumdan ölüme bir geçiş yaşayabilirler. Rutin endüstrilerde ise gelişim ve durgunluk süreçleri daha uzun süreli olarak kendini gösterir. Burada ise yine yukarıda belirttiğimiz tik/saniye veya tik/saat eğer hisse senetleri bazında düşünülecekse burada farklılık gösterebilmektedir.

i notasyonlu hisse senetlerinin V_i alım-satım(işlem) frekansını²⁸, bir saniyede oluşan asıl zaman tiklerinin sayısı olarak tanımlayalım. V_i 'nin yüksek olması yani i hisse senedi için takas frekansının yüksek olması, her takvimsel saniyede, takas fırsatlarının da²⁹ çok yüksek olması anlamına gelmektedir.

$$d\lambda_i = V_i M_i \quad (1.5)$$

Bir takvimsel saniyedeki hissenin getirisi $\mu_i = \sqrt{V_i} M_i$ 'dir. Takvimsel zamanda bir hissenin volatilitesi, Σ_i hisse senedinin asıl zamanda getirisi olmak

üzere $\sigma_i = \sqrt{V_i} \Sigma_i$ şeklinde ifade edilir.

²⁸ İşlem Frekansı (trading frequency); asıl zaman diliminde ilgili hisse senedinin geçtiği işlem sayısını ifade etmektedir.

²⁹ İşlem Fırsatı (trading opportunity); bunu kısaca pazarın hızı ya da likiditesini gösteren en önemli değişkenlerden biri olarak açıklanabilir.

Buradan iki hisse senedi arasındaki korelasyon tanımlanacak olunursa

$$\begin{aligned}
\frac{dS_i}{S_i} \cdot \frac{dS_j}{S_j} &= \Sigma_i \Sigma_j dW_i dW_j \\
&= \Sigma_i \Sigma_j \pi_{ij} \sqrt{d\lambda_i} \sqrt{d\lambda_j} \\
&= \Sigma_i \Sigma_j \pi_{ij} dt \sqrt{V_i} \sqrt{V_j}
\end{aligned} \tag{1.6}$$

ρ_{ij} i ve j hisse senetleri arasında takvimsel zamandaki korelasyon ve π_{ij} asıl zamanda i ve j arasındaki korelasyon olmak üzere

$$\frac{dS_i}{S_i} \cdot \frac{dS_j}{S_j} = \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j dt = \rho_{ij} \sqrt{V_i} \Sigma_i \sqrt{V_j} \Sigma_j dt \Rightarrow \pi_{ij} = \rho_{ij} \text{ eşitliğine götürür.} \tag{1.7}$$

Yani hisse senetleri arasında takvimsel zamandaki korelasyon, asıl zamanda i ve j arasındaki korelasyon birbirine eşittir denir.

i notasyonlu hisse senetlerinin V_i alım-satım frekansını, bir saniyede oluşan asıl zaman tiklerinin sayısı olarak tanımlanmıştı. Şimdi oluşturulan klasik formülü $\mu_i \rightarrow V_i$ ve $\sigma_i \rightarrow \sqrt{V_i}$ dönüşümleri ile yeniden yazılacak olursa

$$\frac{dS_i}{S_i} = \frac{\mu_i}{V_i} d\lambda_i + \frac{\sigma_i}{\sqrt{V_i}} dW_i \tag{1.8}$$

formunu alır. İlk başta temel aldığımız formül kendi içinde alım satım frekansları şeklinde yeniden yazılmış olur.

Örneğin hazine bonosunun işlem frekansı V_B günde bir defa olabileceği için 1'dir. Buradan

$\frac{dB}{B} = rdt$ olarak yazılabilir. Asıl zaman dönüşümü ile de $\frac{dB}{B} = \frac{r}{V_B} d\lambda$ haline ulaşmış olur.

Bu ifadede $d\lambda$ asıl zaman diliminde hazine bonusu r / V_B kadar bir getiri getirir anlamına gelmemektedir. Asıl anlatmak istenilen şu şekilde özetlenebilir: Yatırımcı bir finansal enstrümanı 1 tıklık en kısa zaman dilimi boyunca elinde tutarsa ki bu hazine bonusu için bu süre (tik zamanı) 1 gündür, r kadar bir faizle bir getiri elde edilmektedir. Hazine bonusu için $1/V_B$ 'den daha kısa yatırım periyodu mümkün değildir.

En az takas frekansına sahip portföy üyesi, tüm sonuçların değerlendirildiği en kısa elde tutma süresinin belirleyicisidir. Spekülatif hisse senetleriyle alınan pozisyonun günlük volatilitesi oldukça yüksek fiyat hareketlerine neden olmakta bu da doğal olarak hazine bonusu ile oluşturulan pozisyonlardan elde edilen kazancın miktarından daha yüksek olmaktadır. Portföy üyesi olan hisse senetlerinden düşük işlem frekansına sahip olanlar tüm sonuçlar değerlendirildikten sonra en kısa elde tutma süresini tanımlarlar.

Spekülatif hisse senetleriyle oluşan pozisyonlara ait günlük volatiliteler, bazen öyle fiyat hareketlerine neden olur ki bu fiyat hareketleri hazine bonusuyla pozisyon alınarak elde edilen faiz getirilerinden daha yüksek olmaktadır.

Şimdi S ve P gibi iki hisse senedi tanımlansın.

$$\frac{dS}{S} = \frac{\mu_s}{V_s} d\lambda + \frac{\sigma_s}{\sqrt{V_s}} dW_s \quad \frac{dP}{P} = \frac{\mu_p}{V_p} d\lambda + \frac{\sigma_p}{\sqrt{V_p}} dW_p \quad (1.9)$$

Her i hisse senedi için V_i ilgili hisse senedinin işlem frekansı, μ_i ilgili hissenin beklenen getirisi, σ_i tekrar aynı hisse senedinin volatilitesi ise bunlar takvimsel zamandaki değişkenler olarak ortaya çıkarlar.

$$\frac{\sigma_p}{\sqrt{V_p}} = \frac{\sigma_s}{\sqrt{V_s}} \quad (1.10)$$

$t \rightarrow \lambda, \mu_i \rightarrow \frac{\mu_i}{V_i}, \sigma_i \rightarrow \frac{\sigma_i}{\sqrt{V_i}}$ dönüşümleri ile takvimsel zamandan asıl zamana geçiş sağlanabilmekte, tersi de mümkün olmaktadır.

Buraya kadar anlatılanlar bundan sonraki anlatımlarda referans teşkil etmesi açısından önem arz etmektedir. Örneğin bir V portföyü oluşturulsun. Bu portföy hisse senetlerinden oluşan riskli P portföyünün hazine bonusu ile çeşitlendirilmiş hali olsun.

$$V = wP + (1-w)B \quad (1.11)$$

V portföyü w kadar hisse senetlerinden oluşmakta, kalan kısım ise hazine bonusuyla değerlendirilmektedir.

$$\frac{dV}{B_V} = \mu_V d\lambda + \Sigma_V dW_p \text{ ise} \quad (1.12)$$

$$M_V = \frac{w(\frac{\mu_p}{V_p})p + (1-w)(\frac{r}{V_B})B}{wp + (1-w)B} \quad \text{ve} \quad \Sigma_V = \frac{wp(\frac{\sigma_p}{\sqrt{V_p}})}{wp + (1-w)B}$$

w'nin değeri aşağıdaki eşitliği garanti etmektedir.

$$\Sigma_V = \Sigma_S = \frac{\sigma_s}{\sqrt{V_s}} \quad (1.13)$$

Buradan hareketle aşağıdaki dönüşümlerin artık uygulamaya geçirilmesi mümkün olacaktır.

$$\begin{aligned} \frac{1}{w} &= 1 + \frac{P}{B} \left(\frac{\sigma_p}{\sigma_s} \sqrt{\frac{V_s}{V_p}} - 1 \right) \Rightarrow M_V = M_S \equiv \frac{\sigma_s}{\sqrt{V_s}} \Rightarrow \\ \frac{1}{w} &= 1 + \left(\frac{P}{B} \right) \frac{(M_p / V_p) - (M_s / V_s)}{(M_s / V_s) - r / V_B} \end{aligned} \quad (1.14)$$

Buraya kadar ki dönüşümler aşağıdaki eşitliğe geçilmesini sağlar.

$$\frac{\frac{M_s}{V_s} - \frac{r}{V_B}}{\frac{\sigma_s}{\sqrt{V_s}}} = \frac{\frac{M_p}{V_p} - \frac{r}{V_B}}{\frac{\sigma_p}{\sqrt{V_p}}} \Rightarrow \frac{\frac{M_i}{V_i} - \frac{r}{V_B}}{\frac{\sigma_i}{\sqrt{V_i}}} = \Lambda \quad (1.15)$$

En son kısımda elde edilen Λ , asıl zamanda ortaya çıkarılan sharpe rasyosudur.³⁰

“r” hazine bonosuna ait risksiz faiz oranı ise

³⁰ William Sharpe'ın geliştirdiği bu performans ölçütünde, portföyün toplam riski standard sapma ile tanımlanmıştır ve portföyün artık getirisi standart sapma ile karşılaştırmaktadır. Portföyün artık getirisi olarak kastedilen, dönemin ortalama portföy getirisinden risksiz faiz oranının çıkarılması ile bulunmaktadır. Sharpe oranı, yatırımcının portföyü taşıırken aldığı toplam riske karşılık olarak, risksiz faiz oranı üzerinden talep ettiği ekstra getiriye göstermektedir.

$$\mu_i - r \left(\frac{V_i}{V_B} \right) = \Lambda \sigma_i \sqrt{V_i} \quad (1.16)$$

eşitliğine ulaşılır. $\mu_i = \Lambda \sigma_i \sqrt{V_i}$ ise buradan şu ortaya çıkar: Herhangi bir hisse senedinin getirisi takvimsel zamandaki volatilitesi (σ_i) ile takas frekansının karekökünün çarpımına eşittir. Buradan hisse senedinin sıcaklığı kavramına geçilirse

$$\chi_i = \sigma_i \sqrt{V_i} = \Sigma_i V_i \quad (1.17)$$

Buradaki eşitliğin sol tarafı asıl zamandaki volatilité ile işlem frekansının çarpım eşitliğini belirtir. Buradaki ifade ise “bir hisse senedinin sıcaklığı”nı ortaya koymaktadır.

V_i , hisse senedinin işlem frekansı; V_B hazine bonusuna ait işlem frekansı olmak

üzere $Ri = r \frac{V_i}{V_B}$ olmakla beraber, $\frac{\mu_i - R_i}{\chi_i} = \Lambda$ ise hisse senedi fiyat artışında

entropinin değişim oranını ifade etmektedir.³¹

³¹ Termodinamiğin, sıfıncı, birinci, ikinci ve üçüncü olmak üzere dört temel yasası vardır. Termodinamiğin I. ve II. Yasaları sadece kapalı sistemlerde geçerlidir. I. yasa evrendeki toplam enerjinin sabit olduğunu ve enerjinin yok edilemeyeceğini söyler. Diğer bir tanımlama ile enerjinin korunumu yasası olarak da bilinir. Bu yasaya göre enerji değişik formlarda bulunabilir. Isı da bir enerji formudur. Radyasyon enerjisi, kimyasal enerji, mekanik enerji, elektrik enerjisi vb. diğer enerji formlarına örnek olarak sayılabilir. Sayılan enerji çeşitleri yine I. yasaya göre birbirlerine dönüştürülebilir. Birçok enerji formu kayıpsız olarak ısı enerjisine dönüşürken, ısı enerjisinin dışardan destek olmaksızın, örneğin mekanik enerjiye kayıpsız olarak dönüşümü mümkün değildir. Kayıpsız olarak enerji dönüşümü tersinir (reversible) süreç olarak adlandırılır. 19 yüzyılda Lord Kelvin, Carnot ve Clausius gibi bilim adamları termal enerjiyle (ısı enerjisiyle) çalışan makinelerde enerji alış verişinin matematiksel esaslarını ortaya koymak için yaptıkları çalışmalarda enerjinin değişik formları arasında bir hiyerarşi olduğunu ve enerji dönüşümleri arasında bazı dengesizlikler bulunduğunu ortaya koydular. İşte bu hiyerarşi ve dengesizlikler termodinamiğin II. Yasasının temelini oluşturmuştur. II. yasaya göre tüm doğal ve teknik enerji dönüşüm süreçleri tersinmezdir ve bu süreçlerin yönü hep olasılığı yüksek olan duruma doğrudur. Enerji farklarının azaldığı ve ortadan kalktığı durum olası durumdur. Isı enerjisi hiçbir zaman tümüyle bir diğer enerji formuna, örneğin mekanik enerjiye, dönüşmez. Ancak bu saptamadan, dönüşüm süreci esnasında, enerjinin bir kısmının yok edildiği anlamı çıkarılmamalıdır. Çünkü I. yasaya göre enerji yok edilemez. Bunun anlamı; ısı enerjisinin bir kısmının iş üretme yeteneğinden yoksun kalmasıdır. I. yasaya göre yerdeki taş masanın üstüne sıçrayabilir. Bu iş ($W = m \cdot g \cdot h$) için gerekli olan enerji taşın bünyesindeki iç enerjiden (U) sağlanır ve

5. EKONOFİZİĞİN İSTATİSTİK ALT YAPISI İLE İLGİLİ GÖRÜŞLER

Bir sonraki kısımda İMKB100 indeksine uygulanacak olan parçacık istatistiğine geçmeden bunun hangisi olacağına karar verilmesi gerekmektedir. Fakat önce bir makroskopik sistemi oluşturan temelde kaç tür parçacık istatistiğinin var olduğu incelenmelidir. Öncelikli olarak ilgili kısımlara geçmeden önce bu tanımların neden yapıldığı ve ayrımın nasıl olacağına dair kısa bir açıklama yapılması yararlı olacaktır. Öncelikli olarak denilebilir ki quantumun temelinde 3 tür parçacık vardır. Bu da beraberinde ilgili hesaplama teknikleriyle 3 tür istatistik alt yapısı geliştirilmesine olanak tanımıştır. İstatistik alt yapı ve tanımlar bir bakıma enerji düzeylerinde bulunma davranışlarına göre birbirlerinden ayrılırlar. Bu yüzden bu kısımda öncelikle enerji düzeyi kavramı kısaca tanıtılacak ve daha sonra parçacık dağılım çeşitlerinin tanımları yapılacaktır. En son ise bu parçacıkların davranışlarına ait istatistik tanımlamaların finansa uygulanabilirliği ile ilgili çalışmalar ele alınacaktır

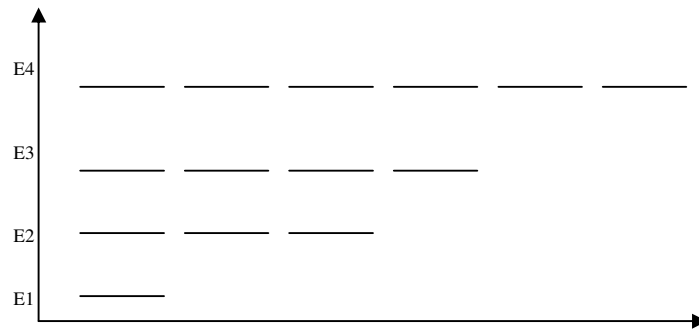
taş soğur. Böyle bir olayı pratikte gözlemlememiz mümkün değildir. Oysa bu sürecin tersi yani taşın masadan aşağı düşmesi mümkündür. Taş masadan düşerken kazandığı kinetik enerji, onun yere çarptıktan sonra tekrar masanın boyu kadar yükseltebilir. Ancak düşen taş, düştükten sonra belki bir iki küçük sıçrama yapar ve hareketsiz kalır. Çünkü düşerken kazanılan enerjinin büyük kısmı ısıya dönüşür ve bu ısı dahili (iç) enerji olarak absorbe edilir. Yani taşın absorbe ettiği ısı tekrar kinetik enerjiye ve işe dönüşmez. Taşın sıcaklığı yükselir ve bu sıcaklık çevreye ısı olarak yayılır. Sonunda taşla çevresi arasında bir ısı denge kurulur. Tüm doğal süreçlerde bir enerji dönüşümü söz konusudur. Doğal süreçlerdeki yön, enerjinin dönüşüm yönü tarafından belirlenir. Potansiyel enerji, kinetik enerji, elektrik enerjisi gibi "daha kaliteli" olan enerji formları dönüşüm esnasında "düşük kaliteli" enerji formuna örneğin ısı enerjisine dönüşür. Kapalı sistemlerde ısı enerjisi hiçbir zaman tümüyle diğer bir enerji formuna (örneğin mekanik enerjiye) dönüşmez. Isı enerjisi, sıcaklığı yüksek olan cisimlerden düşük olanlara doğru akar. Bu süreç tersinmezdir. Yani dışardan yardım olmadan ısı, düşük sıcaklıktaki cisimden yüksek sıcaklıktaki cisme ısı aktarmak mümkün olmaz. İşte, kalitesi düşen enerji için kullanılan ölçüye "entropi" adı verilir. Örneğin içten yanmalı bir motorda ısı enerjisinin mekanik enerjiye dönüşümü esnasında bu ısı enerjisinin bir kısmı iş üretme yeteneği gösterememektedir. İş üretme yeteneğinde olmayan enerjinin evrende geri kazanımı mümkün olmayan biçimde artışı entropi ile ölçülür. Bu kavramı ilk kullanan Clausius'tur. (1850, Alman Fizikçi ve Bilim adamı) T.Külahoğlu, Termodinamik Entropi ve İletişim Teorisi, TMMOB Makina Mühendisleri Odası yayınları, Ocak,2001.

5.1 Mikroskopik Durumlara Göre Parçacık Çeşitleri ³²

İstatistiksel fiziğin inceleme alanına giren ve denge durumunda olan makroskopik sistemlerin temel özelliği, sistemi oluşturan parçacıkların enerji durumlarında en olası gelişigüzel bir dağıtım göstermesidir. O halde her şeyden önce çözümlenmesi gereken sorun parçacıkların enerji durumlarına hangi koşullarda ve nasıl dağılacaklarıdır.

Daha önce de söylediğimiz gibi herhangi bir parçacıklar sisteminin en olası gelişigüzel dağılımı, o sistemin makroskopik durumunu belirler ve bir makroskopik durum çok sayıda mikroskopik durumdan oluşur.

Tanım olarak bir sistemin herhangi bir makroskopik durumuna karşı gelen eşit olasılıklı mikroskopik durumlarının sayısına bu makroskopik durumun “istatistiksel ağırlığı” denir.

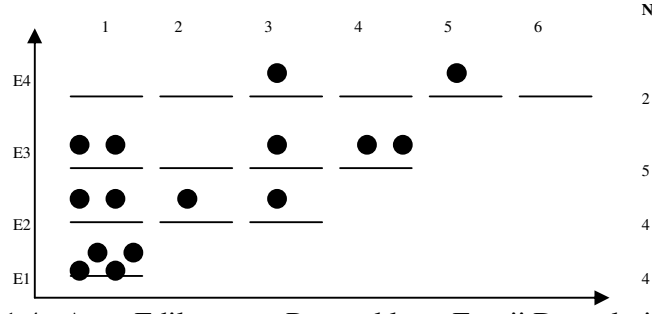


Şekil 1.3 : Bir Parçacığın Yerleşebileceği Enerji Düzeyleri

³² F.Apaydın, İstatistik Fizik,Hacettepe Yayınları, s.58-64,2004

Şimdi çoğu kez termodinamik olasılık da denilen istatistiksel ağırlığı ortaya koyarken göz önünde bulundurulacak temel ilkeleri göz önüne alalım. Bunun için şekilde görüldüğü gibi e_1, e_2, e_3, e_4 ile gösterilen dört enerji düzeyi ele alalım. Her enerji düzeyindeki enerji durumları yatay çizgilerle gösterilmiştir. Örneğin taban enerji düzeyini gösteren e_1 enerji düzeyi tek katlı, e_2 enerji düzeyi 3 katlı, e_3 enerji düzeyi 4 katlı, e_4 enerji düzeyi de 6 katlı çakışıktır. Başka bir deyişle e_1 enerji düzeyinde bir, e_2 enerji düzeyinde 3, e_3 enerji düzeyinde dört, e_4 enerji düzeyinde 6 enerji durumu vardır.

Diyelim ki bu enerji düzeylerine toplam N tane özdeş parçacıktan yalnızca 15 tanesini yerleştirilmeye çalışılsın. Kuşkusuz parçacıkların ayırt edilebilir ya da ayırt edilemez özelliklerine bakılmaksızın 15 parçacığın bu enerji düzeylerine yollanmasının birçok yolları vardır. Bu yollardan bir tanesi bir alttaki şekilde görülmektedir. Burada yapılan N tane parçacıktan gelişigüzel 15 tane alınması ve enerji durumlarına yollanma durumudur. O halde sistemin makroskopik durumu, her enerji düzeyine yollanan parçacık sayılarının bir takımı olarak belirlenir.. Yani ($N_1=4, N_2=4, N_3=5, N_4=2$) bu sistemin bir makroskopik durumudur ve e_1 enerji düzeyinde dört, e_2 enerji düzeyinde dört, e_3 enerji düzeyinde beş, e_4 enerji düzeyinde iki parçacık var diye söylenir.



Şekil 1.4 : Ayırt Edilemeyen Parçacıkların Enerji Düzeylerine Yerleşmesi

Şekilde olduğu gibi birbirinden ayırt edilemeyen parçacıklar sisteminde, bu makroskopik duruma karşı gelen mikroskopik durumlar.

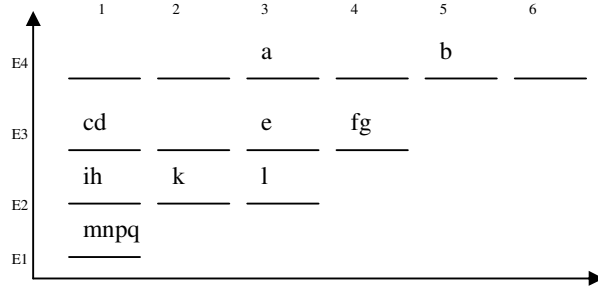
E_1 enerji düzeyinde; dört parçacık vardır

E_2 enerji düzeyinde; 1 durumunda iki, 2 ve 3 durumlarında birer parçacık vardır.

E_3 enerji düzeyinde; 1 durumunda iki, 3 durumunda bir 4 durumunda 2 parçacık vardır. 2 durumu ise boştur

E_4 enerji düzeyinde; 3 ve 5 durumlarında birer parçacık var, 1.2.4 ve 6 durumları boştur şeklinde belirlenir.

Eğer parçacıklar birbirinden ayırt edilebilir ise, mikroskopik durumların saptanması için enerji durumlarına yollanan parçacık sayısının belirlenmesine ek olarak hangi parçacığın hangi enerji durumuna yollandığı da belirlenmelidir. Bunu gerçekleştirmenin bir yolu enerji durumlarını 1.2.3 gibi sayılarla isimlendirmeye benzer biçimde parçacıkları da a,b,c gibi harflerle isimlendirmek olacaktır. Buna göre 15 tane birbirinden ayırt edilebilir parçacığın enerji durumlarına yerleşimi aşağıdaki gibi olacaktır.



Şekil 1.5: Ayırt Edilebilir Parçacıkların Enerji Düzeylerine Yerleşmesi

Buna göre sistemin mikroskopik durumları E_4 enerji düzeyinde; 3 enerji durumunda a, 5 enerji durumunda b parçacığı vardır. 1.2.3 ve 6 enerji durumları boştur gibi belirlenir.

Bu incelemelerden sonra bir makroskopik sistemi oluşturan parçacıkları üç ayrı grupta toplayabiliriz.

- i. **Maxwell-Boltzman Parçacıkları:** Bu tür parçacıklar birbirinden ayırtedilebilirdir. Herhangi bir enerji düzeyine ya da durumuna yollanan parçacık sayısında bir kısıtlama yoktur.
- ii. **Bose-Einstein Parçacıkları:** Bozon adı verilen bu tür parçacıklar birbirinden ayırt edilemeyen parçacıklardır. Maxwell-Boltzman parçacıklarında olduğu gibi herhangi bir enerji düzeyine ya da durumuna yollanan parçacık sayısında bir kısıtlama yoktur.³³

³³ Bu çalışmada birincil yaklaşım olarak yatırımlar bozon parçacıklar olarak düşünülecektir.

- iii. **Fermi-Dirac Parçacıkları:** Fermiyon adı verilen bu parçacıklar da aynı bozonlar gibi birbirinden ayırt edilmezler. ancak bozonların aksine bir tek enerji durumuna birden fazla fermiyon yollanamaz.

5.2 Boltzman Dağılımın Temelleri

Basit kapalı bir sistem düşünelim ve 4 adet girdisi olsun.(atom, molekül. vb). Bu parçacıkların birbirleriyle etkileşimde bulunmak istediklerini varsayımı altında parçacıklar birbirleriyle enerji alışverişinde bulunacaklardır. Bu parçacıkların sırasıyla aşağıdaki enerjilere sahip olduğunu düşünölsün

$$E=0, \Delta E, 2\Delta E, 3\Delta E, 4\Delta E, \dots\dots\dots$$

Sistemin toplam enerjisi ise

$$E_{tot}=3\Delta E \text{ olsun} \quad (1,19)$$

Böyle bir sistemde toplam enerji, 4 parçacık arasında kaç farklı şekilde dağılabilir? E enerji düzeyinde olası kaç parçacık tanımlanabilir? [n(E) sayısı kaçtır?].Bir parçacığın E enerji düzeyinde olma olasılığı nedir? [P(E) değeri kaçtır?

1. Senaryo: 3 parçacığın E=0; 1 parçacığın E=3ΔE düzeyinde bulunduğu düşünölüyor.

0	ΔE	2ΔE	3ΔE	4ΔE
A B C			D	
DBC			A	
DAC			B	
DAB			C	
12	0	0	4	0

Ayırdelebilir bölge sayısı 4

2. Senaryo: 2 parçacığın $E=0$; 1 parçacığın $E=\Delta E$ düzeyinde, 1 parçacığın $E=2\Delta E$ düzeyinde bulunduğu düşünülüyor.

0	ΔE	$2\Delta E$	$3\Delta E$	$4\Delta E$
DA	B	C		
DA	C	B		
DB	A	C		
DB	C	A		
DC	B	A		
12	6	6	0	0

0	ΔE	$2\Delta E$	$3\Delta E$	$4\Delta E$
AB	D	C		
AB	C	D		
AC	D	B		
AC	B	D		
BC	D	A		
12	6	6	0	0

Ayırdedilebilir bölge sayısı 12

3. **Senaryo:** 1 parçacığın $E=0$; 3 parçacığın $E=\Delta E$ düzeyinde bulunduğu düşünülüyor.

0	ΔE	$2\Delta E$	$3\Delta E$	$4\Delta E$
D	ABC			
A	DBC			
B	ADC			
C	ABD			
4	12	0	0	0

Ayırdedilebilir bölge sayısı 4

Toplam enerji 4 parçacık arasında kaç farklı şekilde dağılabilir sorusunun cevabı 20'dir. Sistemde olası bütün enerji seviyeleri aynı bulunma olasılığına sahiptir. (Yani 20 bulunma durumunun her biri eşit olasılıkla bulundukları yerde varolurlar.) Her bir bölgenin olasılığı $1/20$ 'dir. Senaryo 1'in olasılığı $4/20$, senaryo 2'nin olasılığı $12/20$, senaryo 2'nin olasılığı $4/20$, Burada belirtelim ki ikinci

senaryo olması umulan en iyi senaryodur. Çünkü burada olası düzey sayısı çok yüksektir.

E enerji düzeyinde olası kaç parçacık tanımlanabilir? [$n(E)$ sayısı kaçtır?]. Bu sorunun cevabını iki şekilde vermek mümkün olur.

Birinci Yol: E enerjisi ile 20 farklı düzeyin tüm parçacık sayısını bulmak ve bulduğumuz sayıyı 20 ile bölmek. Bu E enerji düzeyinde ortalama kaç parçacığın bulunabileceği bilgisini verir.

Enerji	E enerji düzeyindeki parçacık sayısı	$n(e)$
0	40	$40/20 = 2,0$
ΔE	24	$24/20 = 1,2$
$2\Delta E$	12	$12/20 = 0,2$
$3\Delta E$	4	$0/20 = 0$
$4\Delta E$	0	

İkinci Yol: Her 3 olası senaryo için, aynı E enerji miktarında bulunan parçacık sayısı ile o senaryonun oluşma olasılığı birbiriyle çarpılsın. Her enerji için 3 çarpım olacaktır. Bu oluşan 3 çarpımın toplamı ise bize E enerjisinde olabilecek olası parçacık sayısını verecektir.

	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3
Senaryoların oluşma olasılıkları	4/20	12/20	4/20

E enerji düzeyinde olabilecek parçacık sayıları

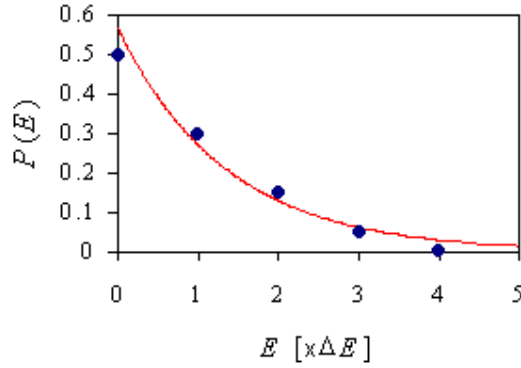
Enerji	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3	n(E)
0	3	2	1	$3(4/20)+2(12/20)+1(4/20) = 2,0$
ΔE	0	1	3	$0(4/20)+1(12/20)+3(4/20) = 1,2$
$2\Delta E$	0	1	0	$0(4/20)+1(12/20)+0(4/20) = 0,6$
$3\Delta E$	1	0	0	$1(4/20)+0(12/20)+0(4/20) = 0,2$
$4\Delta E$	0	0	0	$0(4/20)+0(12/20)+0(4/20) = 0$

Bir parçacığın E enerji düzeyinde olma olasılığı nedir? [P(E) değeri kaçtır?]

Bu olasılık n(E) sayısı ile orantılıdır. n(E) enerji düzeylerindeki olası parçacık sayısını ifade ediyor ise bu sayıları sistemde olası toplam parçacık sayısına bölmek gerekmektedir. Sistem 4 parçacıktan oluşmaktadır (A.B.C.D) O zaman P(E) değerine ulaşmak için 4'e bölmemiz yeterli olacaktır.

Energy	n(E)	P(E)
0	2,0	$2,0 / 4 = 0,50$
ΔE	1,2	$1,2 / 4 = 0,30$
$2\Delta E$	0,6	$0,6 / 4 = 0,15$
$3\Delta E$	0,2	$0,2 / 4 = 0,05$
$4\Delta E$	0	$0 / 4 = 0$

Şimdi aşağıda bir parçacığın E enerji düzeyinde olma durumları ile oluşturulan noktalar görülmektedir. Noktaların oluşturduğu fonksiyon ise $P(E) = Ce^{-E/E_0}$ Burada C ve E_0 en uygun sonuçları verecek değerler olarak seçilirler.



Şekil 1.6: Bir Parçacığın E Enerji Düzeyinde Olma Durumları

Sistemi biraz daha fiziksel bir hale getirilerek sistemin toplam enerjisi olduğu gibi sabit tutulsun. Bir parçacığın enerjisinin olası değerlerinin sayısı arttırmak için ΔE değerini küçültülsün. Bu sistem, A,B,C,D gibi 4 parçacık yerine 0 ve E_{tot} arasında dağıtmak üzere 100 parçacık içinde yapılabilirdi.

Eğer analiz bu şekilde yapılacak olsaydı yukarıdaki grafikte bir değişiklik olup olmayacağı konusunda bir karar vermek gerekirse, 100 veri noktası olacaktır ve bu parçacıklarda aynen yukarıdaki eğimi verecek şekilde sıralanacaklar ve dolayısıyla eğri değişmeyecektir. Eğri fonksiyonunda da bir değişiklik olmayacaktır.

ΔE , 0 değerine indirilirse, yukarıdaki eğri üzerindeki noktaların sayısı sonsuz bir hale gelecektir. Bu ise, girilen hangi parçacığın, 0 ve E_{tot} arasında, hangi enerji düzeyinde olduğunu gösterecektir.

Şimdi denilebilir ki bir parçacık kapalı bir sistem içerisinde E ile $E+dE$ arasında bir enerji düzeyinde mutlaka bulunmak zorundadır. Bu da $P(E)$ olasılık dağılım fonksiyonu olmak üzere şu şekilde ifade edilebilir.

$$P(E)dE = Ce^{-E/E_0}dE \quad (1.19)$$

Bir sonraki adımda, ilgili parçacığın ortalama enerjisini için E_0 'a eşit olduğunu bulunur.

$$\text{Ortalama enerji} = E_{\text{ort}} = \frac{\int_0^{\infty} EP(E)dE}{\int_0^{\infty} P(E)dE} = E_0 \quad (1.20)$$

Fizikteki enerjinin eşbölüşümü (equipartition of energy) kuralına göre basit bir osilatörün T sıcaklığında, ortalama enerjisi kT düzeyinde olmaktadır.³⁴

Böylece

$$E_{\text{ort}} = E_0 = kT$$

Bir parçacığın E ve $E+dE$ enerji aralığında olma olasılığının olasılık dağılım fonksiyonu aşağıdaki gibi olacaktır.

$$P(E) = Ce^{-(E/kT)} \quad (1.21)$$

Bu formül Boltzman olasılık dağılım fonksiyonun en genel formu olarak bilinmektedir.

³⁴ Tek boyutlu bir harmonik osilatörün λ sıcaklığına sahip bir rezervuar içinde dengede olduğunu düşünelim Bu osilatörün enerjisi genel bir ifadeyle $E=(p^2/2m) + (1/2)kx^2$ şeklindedir. Enerji formülündeki birinci taraf p momentumu ve m kütlesi ağırlığı ile kinetik enerjiyi ifade etmekte, k sabiti ve kuvvet sabiti x olan potansiyel enerji ise ikinci tarafı oluşturmaktadır. Klasik bir yaklaşımla eşitleme yapacak olursak şu eşitliğe ulaşılır. $\frac{\bar{p}^2}{2m} = \frac{1}{2}kT$ ve $\frac{1}{2}k\bar{x}^2 = \frac{1}{2}kT$. Kinetik enerji ortalaması $\frac{1}{2}kT$ 'ye eşit olan ortalama potansiyel enerjiye eşit olmaktadır. Toplam enerji ortalaması ise $\bar{E} = \frac{1}{2}kT + \frac{1}{2}kT = kT$ 'ye eşit olur.

Normalizasyon sabiti olan C, sistemi tanımlayan bir karakteristiktir. Bu sabit, sistemde parçacıklar için enerjinin ve aynı enerji düzeyine sahip olan parçacık sayısının nasıl belirlendiğini belirtmektedir.

Burada analiz edilen, sistemde parçacığın 0 ile sonsuz arasında bir enerjiyi nasıl sahiplendiği ve enerji düzeyleri aynı olan parçacık sayısıdır. Basitçe E olarak adlandırdığımız enerji düzeyinde olursa ve normalizasyon integrasyonu ile bu çalıştırılmış olursa sonuç

$$\int_0^{\infty} P(E)dE = 1 \quad (1.22)$$

olacaktır. Bu koşullar $C=1/kT$ olmasını gerektirir ve olasılık dağılımı aşağıdaki forma dönüşür.

$$P(E) = (1/kT)e^{-(E/kT)} \quad (1.23)$$

Bu fonksiyon ise Boltzman Olasılık Dağılım fonksiyonunun özel bir formu olarak tanımlanır.

5.3 Boltzman Dağılımı ve Brewer'a Göre Fermi Dirac Yaklaşımıyla Ekonomik Sıcaklık Örnekleme

S hisse senetlerinden, sabit fiyattan dolaşımda N adet hisse senedi var olsun. Hise senetleri ε fiyatından işlem görüyor varsayılmaktadır. Verilen bir t aralığında n adet hisse senedi i'nci yatırımcı tarafından satın alınıyor (tepe-head) ve N-n kadar

kısım yatırımcı tarafından alınmayan istenmeyen hala diğer yatırımcıların elinde tuttuğu kısım (kuyruk-tail). Bu durumda s hisse senetlerinin yatırımcının almaya istekli olduğu ε fiyatından n tane almasıyla elde edilen net yatırım³⁵

$$U = n\varepsilon \quad (1.24)$$

olmakta ve bu aynı zamanda yatırımın içsel enerjisini ifade etmektedir. Ekonomik sıcaklık λ olacak şekilde genel bir tanım geliştirilsin. Öyle ki sermayenin yüksek ekonomik sıcaklıktan düşük ekonomik sıcaklığa sahip hisse senetlerine kaydığını ve geçiş durduğunda ekonomik dengeye ulaşıldığı varsayalım³⁶ (termodinamik denge)

$\Omega(u) \equiv \Omega(n, N)$, U toplam sermaye yatırımında girilebilir durumların sayısı olsun (s hisse senedi ile yapılabilecek yatırım miktarı). S hisse senedinde n tanesi i'nci yatırımcı tarafından $N > n$ olacak şekilde yatırıma konu edilsin. Bu hisse senedi için entropi değeri

³⁵ U termal fizikte içsel enerjiyi ifade eder. Sistemin sahip olduğu toplam enerji içsel enerji olarak adlandırılır. Sistemin içsel enerjisi, sistemi oluşturan moleküllerin kinetik ve potansiyel enerjilerinden meydana gelir. Sistemin U_0 içsel enerjisine sahip bir t_0 zamanından t_1 zamanında yeni bir U_{t1} enerjisine sahip forma ulaştığını düşünürsek, sistemin iç enerji değişimi $\Delta U = U_{t1} - U_{t0}$ olarak yazılabilir. İç enerjilerin değeri ancak sistemin bulunduğu duruma bağlı olduğundan iç enerji bir hal fonksiyonudur. Hal değişkenlerinden herhangi birinin değişmesi (çalışmamızda fiyat gibi düşünülebilir) iç enerjinin değişmesi ile sonuçlanabilir. Bir sistemin iç enerji değişimi, sistem üzerine iş yaparak veya ısıtarak deneysel olarak belirlenebilir. Eğer bir sistem çevresinden izole edilmiş ise iç enerji değişimi meydana gelmeyecektir. Sistem üzerinde bir iş yapılırsa veya sisteme bir şekilde enerji transfer edilirse sistemin enerjisi artacaktır.

³⁶ Ekonomik denge, $\partial\sigma/\partial u$ enerji düzeyinde entropideki değişim oranının aynı olması durumu olarak tanımlanmıştır. $\partial\sigma_1/\partial U_1 < \partial\sigma_2/\partial U_2$ olsun. S_1 'den ∂U kadar enerji çekildiğini varsayalım. S_1 'in σ_1 entropisi düşecek ∂U kadar enerji tersi yönde S_2 'ye verildiği zaman σ_2 entropi değeri yükselecektir. Böylece ∂U kadar enerjinin S_1 'den S_2 'ye verilesi ile de $\sigma_1 + \sigma_2$ değeri artacaktır. Bu şu anlama gelir U enerjisi düşük $\partial\sigma/\partial u$ 'den yüksek $\partial\sigma/\partial u$ 'ye akacaktır. Eğer $\partial\sigma/\partial u$ enerjili entropide artış oranı S_1 ve S_2 için aynı ise enerji olduğu yerde kalır ve termal denge sağlanmış olur.

$$\sigma = \ln \Omega \quad (1.25)$$

ile ifade edilir.³⁷ Sıcaklık ise ters ekonomik sıcaklık değerinde³⁸

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{\partial \sigma}{\partial U} \quad (1.26)$$

değerini alır. İlgili dağılımdaki yatırım şu şekilde formullenir.

$$\Omega(n, N) = \frac{N!}{n!(N-n)!} \text{ ise } \Omega \text{ 'nin en olası ve en büyük değerini veren } U \text{ değeri}$$

$$\hat{U} = \frac{1}{2} N \varepsilon \text{ dir.}^{39}$$

$U \rightarrow \hat{U}$ dönüşümü ile formül

$$\Omega(u) = \frac{(2\hat{U} / \varepsilon)!}{(\hat{U} / \varepsilon)! [(2\hat{U} - U) / \varepsilon]!} \quad (1.27)$$

şeklini alır. Büyük sayıda N olduğunu varsayarak dağılımımızı Gauss ile yapacak olursak

³⁷ Enerjinin yüksek olduğu durumlarda entropide yüksek olur.

³⁸ ∂U kadar enerji S_1 'e eklendiğinde σ_1 artar (S_2 'den ∂U kadar enerji çekildiğinde σ_2 düşer)ve bu artış düşüşten daha fazla olacaktır. O zaman toplam entropi artacaktır. $\partial \sigma_1 / \partial U_1 < \partial \sigma_2 / \partial U_2$ ise yukarıda da açıklandığı üzere 1'den 2'ye çok az bir enerji aktarımı bile olsa bu durumda az değeri olan $\partial \sigma / \partial U$ sıcak olacak, fazla değerde olan $\partial \sigma / \partial U$ ise soğuk olacaktır. O zaman bu, sıcaklık tanımından beklendiğimiz durumun tam tersi durumda karşılaşmamıza sebep olacaktır. $\partial \sigma / \partial U = 1/\lambda$ ifadesi sıcaklığın tersi ile karşımıza çıkar

³⁹ Tüm girilebilir değerler sistem için aynıdır ve girilebilir durumları simgeleyen Ω ise toplam U enerjisine bağlıdır. U ise U_1 ve U_2 ye bölünmüş varsayalım. Gerçek bir U değerinin veya $U_2 = U - U_1$ değerinin maksimuma ulaşması beklentisi vardır. U_1 oldukça fazla çeşitte gelişigüzel durumları bir araya getirir ve bizler ise U_1 yatırımında (içsel enerjisinde) öyle durumlarla karşılaşırız ki bazı U değerleri diğerlerine göre en olası değer olarak karşımıza çıkar. Araştırmacılar ise bulundukları durumda karşılarına çıkabilecek en olası U durumun $\hat{U}$ olarak ifade etmişlerdir.

$\Omega(U) \approx \Omega(\hat{U}) \exp\left[-\frac{2(U - \hat{U})^2}{N\epsilon^2}\right] \Rightarrow \sigma(U) = \ln \Omega(U) = c - \frac{(U - \hat{U})^2}{\hat{U}\epsilon}$ sistemin entropisini ifade eder.⁴⁰

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{\partial \sigma}{\partial U} = -2 \frac{U - \hat{U}}{\hat{U}\epsilon} = 2 \frac{1 - \frac{U}{\hat{U}}}{\epsilon} \text{ veya şu şekilde kısaltacak olursak}$$

$$\lambda = \frac{\epsilon}{2(1 - \frac{U}{\hat{U}})} \quad (1.28)$$

sistemin sıcaklığını ifade eder.

Şimdi yatırımın ekonomik dengede olduğunu düşünölsün⁴¹. Her bir yerinde sıcaklığın $\lambda = 100YTL$ olduğunu varsayölsün. Ekonomik sıcaklığın ölçöldöğö yarı yatırım için alım satım yapılan alana da “ekonomik rezervuar ” diyelim. Bir A şirketine ait hisse senetlerinden yalnızca 1 adedinin $\epsilon_A = 200YTL$ ’den değör bişildiğini ve bu fiyattan yatırımcıların almaya hazır olduklarını varsayalım. Bu hisse senedinin bir alıcı tarafından alınma olasılığı ne olacaktır?

Burada Kanonik dağılımı takiben Boltzman çarpanını incelemek lazım.

$$P \propto e^{-\frac{\epsilon_A}{\lambda}} \quad (1.29)$$

⁴⁰ S_1 ve S_2 ’nin iki ayrı sistem olduğunu varsayalım. $\Omega = \Omega_1(U_1) \cdot \Omega_2(U_2)$ toplam girilebilir durumlarının sayısını göstermektedir. Yani diğör bir ifadeyle her iki sistem için girilebilir durumlarının sayısı çarpım fonksiyonundan başka bir şey değildir. İki sistemin ayrı ayrı entropilerin toplamı ise sistemin toplam entropisini vermektedir. $\sigma = \sigma_1(U_1) + \sigma_2(U_2)$

⁴¹ Yalıtılmış bir sistem girilebilir durumlarının her birinde eşit olasılıkla bulunuyorsa sistem dengededir. Yalıtılmış bir sistem girilebilir durumlarının her birinde eşit olasılıkla bulunmuyorsa dengede değildir. O zaman sistem girilebilir durumlarının her birinde eşit olasılıkla bulunduğö denge haline eninde sonunda ulaşöncaya kadar zaman süresince değışim eğiliminde olur.

α sembolünü eşitliğe çevirirsek olasılık dağılımını normalize ederek dağılımımızı daha anlaşılır bir düzeye çekmiş oluruz. .Bu anlamda bakacak olursak ekonomik anlamda 2 olasılık ortaya çıkar.⁴²

Eğer hisse senedi alınırsa, ε yatırımında $P_b = Ce^{-\varepsilon/\lambda}$

Hisse senedi alınmaz ise , $\varepsilon = 0$ yatırımında $P_{nb} = Ce^{-0/\lambda} = C$

Eğer alınma olasılığı ile alınmama olasılığı 1'e eşitse eşitliğimizi şu şekilde oluşturmamız mümkündür.

$$1 = P_b + P_{nb} = Ce^{-\varepsilon/\lambda} + Ce^{-0/\lambda} = C(1 + e^{-\varepsilon/\lambda}) \Rightarrow C = \frac{1}{1 + e^{-\varepsilon/\lambda}} \quad (1.30)$$

$P_{nb} = \frac{1}{1 + e^{-\varepsilon/\lambda}}$ alınmama olasılığı ve $P_b = \frac{e^{-\varepsilon/\lambda}}{1 + e^{-\varepsilon/\lambda}} = \frac{1}{e^{\varepsilon/\lambda} + 1}$ alınma olasılığını ifade eder.

Buradan örneğimize dönecek olursak; $\lambda = 100YTL$, $\varepsilon_A = 200YTL$ için

$$P_b = \frac{1}{e^{\varepsilon/\lambda} + 1} = \frac{1}{e^{200YTL/100YTL} + 1} = \frac{1}{e^2 + 1} = 0,1192$$

Bunun ifadesi şudur: Ekonomik sıcaklık 100 YTL olduğunda bir A hisse senedinin 200 YTL'den alınma olasılığı %11'dir.

Şimdi sermaye rezervuarının $N_A=1000$ hisse senedinden oluşan A şirketinin hisselerinin toplamından oldukça büyük olduğunu düşünölsün. A şirketine ait hisse

⁴² n tane hisse senedi için Ω girilebilir durumların sayısını ifade ettiğı durumlarda ise, yatırım olmaz ise enerji düzeyine ulaşım olamayacağı için olasılık 0'dır. Eğer ulaşılabilir durumlar söz konusu ise parçacıklar bu enerji düzeylerinde $1/\Omega$ eşit olasılıklarıyla bulunabilirler.

senedinin pay başına değeri $\varepsilon_A = 200YTL$ olsun. Tekrar ekonomik sıcaklık $\lambda = 100YTL$ ise A şirketine ait hisse senetlerinden oluşan U_A beklenen toplam yatırımın değeri ne olmalıdır?

Eğer bir hisse senedinin alınma olasılığı $P_b = \frac{1}{e^{\varepsilon/\lambda} + 1}$ ise beklenen U_A yatırımı

$$\langle U_A \rangle = N \cdot P_b \cdot \varepsilon = 1000 \cdot \frac{1}{e^{200/100} + 1} \cdot 200 = 23,84YTL$$

Bu durumdan farklı olarak ekonomik sıcaklığın $\lambda = 50YTL$ 'ye düştüğünü varsayalım. A şirketine ait hisse senetlerinden $N_A=1000$ adet var ve hisse başına değer $\varepsilon_A = 200YTL$. B şirketine ait hisse senetlerinden $N_B=1000$ adet var ve hisse başına değer $\varepsilon_A = 100YTL$. A ve B hisse senetlerinden oluşan U_{AB} yatırımının toplam değeri

$$\langle U_A \rangle = N_A \cdot P_b \cdot \varepsilon_A = 1000 \cdot \frac{1}{e^{200/50} + 1} \cdot 200 = 3,597YTL$$

$$\langle U_B \rangle = N_B \cdot P_b \cdot \varepsilon_B = 1000 \cdot \frac{1}{e^{100/50} + 1} \cdot 100 = 11,920YTL$$

$$\langle U_A \rangle + \langle U_B \rangle = 3,597 + 11,920 = 15,517 YTL.$$

Yatırımcı düşük fiyattan alıp yükseleceği beklentisi ile daha yüksek fiyattan satmak isteyeceği için daha düşük fiyattan satılan hisse senedi yukarıdaki net yatırımda daha çok yer almaya çalışacaktır. Halen T_0 zamanında çok az değerli olsa dahi fiyatı artmaya başlayana kadar bu beklenti ve oran bu şekilde devam edecektir.

Eğer $\varepsilon < \lambda$, yani hisse başına değer, ekonomik sıcaklıktan düşük ise hemen hemen tüm hissenin yarıya yakını satılabilecektir. Pay başına iki hisse senedinden daha yüksek olan net yatırımı doğal olarak daha fazla etkileyecektir. Şunuda belirtmek lazımdır ki istenen bir hisse senedinde ödenen miktar ve alınan hisse senedi sayısı sınırlı olacağından (tüm hisse senetleri satıldığında 0 entropiye ulaşılır), negatif ekonomik sıcaklığa özgü bütün etkiler sistemde açığa çıkmış olmaktadır. Fakat burada $\lambda > 0$ için, maximum düzeyde satışa konu olmuş hisselerin oranı %50 olmaktadır .(Ω 'nin en olası ve en büyük değerini veren U değeri $\hat{U} = \frac{1}{2} N\varepsilon$ dir.)⁴³

5.4 Finansal Modeller ve Bose spinler ⁴⁴

Fazla sayıda yatırımcının ardıl olarak satışa yönelmesi fiyatın çöküşüne sebep olmaktadır. Burada bilinmesi gereken her yatırımcının birbirini tanımadığı fakat bir şekilde birbirlerinin yatırımlarından haberdar olması durumudur. Satışları gerçekleştiren kalabalık grubun tamamını ele alırsak bu grup aslında fiyatı düşürmek için bir araya gelmiş değildir. Bir liderden emir almış veya piyasa provokasyonu içinde olmamaktadır. Aynı grup zamanla karşılıklı olarak fikir ayrılığına düşmekte, kimi yatırımcı fiyatın daha da yükseleceği umuduyla alımda bulunulması gerektiğini, grubun geri kalan kısmı ise fiyatın düşeceği korkusuyla satımda bulunulması gerektiğini öne sürmektedir. Fakat anahtar soru şudur: Yatırımcıların fikirlerini

⁴³ J.H. Brewer, Physics Class Assignment and Solutions #1, University of British Columbia, Department of Physics and Astronomy.

⁴⁴ Son derece küçük parçacıkların diğer bir özelliği bir eksen etrafında dönebilmeleridir. Tıpkı bilardo topları gibi kendi etraflarında döndükleri için spinleri vardır denilmektedir. Ancak elde tutulan toplar ile bahsi geçen küçük parçacıklar arasında önemli bir fark vardır. Spin yani kütle yarıçap ve dönüş hızının çarpımına eşit olan açısal momentum fizikte plank sabiti bölü 2 pi'nin katları olarak ölçülmektedir. Kuantum mekaniğine göre bir cismin spini bu birimin tam sayısı ya da tam sayı artı yarım katı olması gerekir. Her parçacığın toplam spini sabit denilmektedir. M.Koca, N.Özdeş; (çev) Maddenin Son Yapıtaşları, Tubitak Popüler Bilim Kitapları, s.44,1999.

alırken aniden koordineli bir biçimde satış verilmesi gereken toplu karar durumuna gelmelerini sağlayan mekanizma nedir?

Sornette ve Johansene göre⁴⁵ dünyadaki tüm yatırımcılar toplumsal bir ağ yapısı içerisinde yer almaktadırlar. Bu yatırımcılar lokal olarak birbirlerini etkilemektedir. Her bir yatırımcı k sayıda yakın komşuluk içerisinde birbirine bağlı bir ağ içinde düşünölsün. Yatırımcının bu ağ içerisinde kararını temelde etkileyecek 2 etken vardır. Bunlardan birincisi etrafında olan ve kendisine doğrudan bağlı olan k sayıdaki yatırımcının fikirleri, ikincisi ise yalnız kaldığındaki bireysel fikirleri. Bu tip çalışmalarda genelde başlangıç noktası olarak alınan durum, yatırımcıların ağ içerisinde bağlı oldukları diğer yatırımcıları taklit ettikleri ve onların düşüncelerinin tersinde işlem yapmaktan kaçınmaları durumudur. Açıkça yukarıda bahsedilen 2 etkenden birincisi gerçekleştiğinde yatırımcı kararlarında bir düzen, ikincisi gerçekleştiğinde ise düzensizlik gerçekleştiği varsayılmaktadır. Buradaki esas hikâye yatırımın düzen ve düzensizlik arasında verilen savaşın bir sonucu olduğudur. Varlık fiyatlandırması yapılırken, savaş düzen kazanırsa çöküş gerçekleşmektedir. Burada her yatırımcı belli bir düzen içerisinde aynı fikri paylaşmakta ve satış yapılmaktadır. Alıcı ve satıcının karşı karşıya geldiği durumlarda ise düzensizlik kazanmaktadır.

Gligor'a göre⁴⁶ yatırımcıların oluşturduğu ağın kurulumu şu şekildedir. N sabit nokta, $n=1, 2, 3$ olmak üzere n boyutlu periyodik bir şebeke oluşturur. Her şebekeye ait site grupları ise $i=1, N$ olmak üzere S_i şeklinde adlandırılır. Burada spinler devreye gireceğinden $S_i = +1$ veya $S_i = -1$ değerleri alacaktır. $S_i = +1$ bize spinin

⁴⁵ D.Sornette, A.Johansen, Large Financial Crashes, PhysicaA, s.245–411, 1997.

⁴⁶ M.Gligor, M. Ignat, Dissipative Structures in the Stock Market Space, Bulg. Journal of Physics 27, 2000.

yukarı yönlü olduğunu ve satış opsiyonunu, $S_i = -1$ spinin aşağı yönlü olduğunu ve alış opsiyonunu belirtir. S_i lerin oluşturduğu küme ise varolan sistemin konfigürasyonunu belirtir.⁴⁷ Bu konfigürasyona ait enerjiyi bu ağın dışındaki dışsal alanın etkilerini ihmal ederek formüle yerleştirecek olursak

$$E\{S_i\} = - \sum_{\{ij\}} \epsilon_{ij} S_i S_j \quad (1.31)$$

belirli bir yatırımcı için, $\{ij\}$ en yakın spin çiftini işaret etmekle beraber ϵ_{ij} bağlantı enerjisini göstermektedir. $\{ij\}$ ve $\{ji\}$ 'nin bize anlatmak istediği kavram

⁴⁷ Bir nokta etrafında dönen bir cismin, o nokta etrafında 'açısal momentum'a sahip olduğu söylenir. Örneğin dünyamız güneş etrafındaki hareketinden dolayı, bir açısal momentuma sahiptir. Açısal momentum, tıpkı doğrusal momentum gibi korunan bir büyüklük olduğundan dolayı, önemli bir kinetik değişkendir. Dünyamız güneşin etrafında olduğu gibi, kendi eksenini etrafında da dönüyor. Bu dönme hareketinden kaynaklanan bir açısal momentum bileşeni daha var: Buna veya genelde bir cismin kendi etrafında dönmesinden kaynaklanan açısal momentuma, spin deniyor. Spin, aslında açısal momentumdan farklı bir şey değil. Onunla aynı birime sahip ve ikisi vektörel olarak toplanabiliyor. Korunan büyüklük de bu toplamdır. Ancak açısal momentum bazen, sadece spin bileşeninden oluşabiliyor. Tıpkı pürüzsüz bir yüzeyde, değme noktasını değiştirmeksizin, sürtünmesiz dönen ideal bir topaça olduğu gibi. Bu değişken o zaman, daha çok işe yarıyor. Çünkü bu durumda spin, toplam açısal momentumu oluşturuyor ve tek başına korunuyor. Aksi halde açısal momentum bileşenleri, korunum hesaplarına birlikte katılıyor. Bu parçacıklardan bazıları, deneysel gözlemler sırasında, böyle birer spin bileşenine sahipmiş gibi davranıyorlar. Aslında bu parçacıklar kendi etraflarında dönmüyor, yalnızca sanki öyleymiş gibi davranıyorlar. İşin bir o kadar ilginç, diğer bir yanı; örneğin belli bir topacın spin vektörünün büyüklüğü, dönme hızına bağlı olarak değişebilirken, belli bir parçacığın spin büyüklüğü hep aynı oluyor: Parçacıktan parçacığa, Planck sabiti bölü 2π 'nin, ki bu h ile gösteriliyor; ya kesirli katları ($h/2, 3h/2, \dots$), ya da tamsayı katları ($0, h, 2h, \dots$) şeklinde değişerek... Dolayısıyla parçacık spinini de, diğer fizik değişkenleri gibi kuantum sıçramaları gösteren bir değişken. Varlığının nedeni bilinmiyor. Parçacıkların içyapısından kaynaklandığı düşünülüyor ve bu nedenle bazen, 'içyapısal açısal momentum' olarak adlandırılıyor. Parçacıklar spin büyüklüklerine bağlı olarak, önemli davranış farklılıkları sergiliyorlar. Örneğin; birbirleriyle etkileşim halindeki parçacıkların içinde bulundukları fiziksel koşullar, genellikle bu parçacıkların her birine; fiziksel değişkenlerinin sahip olabileceği değerler açısından, birer dizi seçenek sunuyor. Fiziksel değişkenlerin olası değer kümelerinden oluşan bu seçenekleri veya 'kuantum durumları'nı, bir otelin farklı katlarındaki odalara benzetecek olursak; spin h 'ın tamsayı katlarıyla orantılı ($0, h, 2h, \dots$) olan benzer parçacıklar; birbirlerine daha 'yakın' olabiliyor ve aynı odayı paylaşabiliyorlar. Yani, aynı kuantum durumunda oturmaya hiçbir itirazları yok. Bunlara 'bozon' deniyor. Halbuki, spin h 'ın kesirli katlarıyla orantılı ($h/2, 3h/2, \dots$) olan parçacıklar, aynı odayı asla paylaşmıyor ve farklı kuantum durumlarında bulunmayı tercih ediyorlar. Bunlara da Fermion sınıfı parçacıklar deniyor ve aralarındaki geçimsizlik ilişkisi, bulucusunun adıyla, "Pauli'nin dışlama ilkesi" olarak anılıyor. biltek.tubitak.gov.tr/bilgipaket/madde/ adresinden alınarak düzenlenmiştir

farklı değildir. Toplam; γ , verilen bir spinin yakınında bulunan tüm komşuluk spinlerinin sayısı olmak üzere, $\gamma N/2$ terimden oluşmaktadır

$N_+ =$ yukarı yönlü spinlerin toplamı

$N_- =$ aşağı yönlü spinlerin toplamı

Toplamdan elde edilen her spin çifti için $(++)$, $(--)$, $(+ -)$ çiftleri oluşturulabilir. $(- +)$ çifti başlangıçta da belirtildiği gibi $(+ -)$ 'ile aynı karakteristiği taşıdığından ihmal edilmiştir. Bu kısımda N_{++} , N_{--} , N_{+-} çift sayıları oluşturulabilir. Bu sayılar birbirinden bağımsız değildir. Bunlar arasındaki ilişkiyi aşağıdaki gibi tanımlamak mümkündür

Yatırımcı birbirlerine bağlı bir sistem içinde düşünülürse;

a) komşuluklara yukarı yönlü spin doğruları ile olan bağlantı yapılır. (Satış baskılı spin). Bu tüm komşuluklar için yapılırsa γN_+ adet yukarı spinli doğru elde edilir.

b) çift oluşan doğruların sayısı N_{++} , diğer basit doğruların sayısı ise N_{+-} olur. Böylece $\gamma N_+ = 2N_{++} + N_{+-}$ elde edilir

c) “+” ve “-” işaretlerini kendi içinde değiştirirsek:

$$\gamma N_- = 2N_{--} + N_{+-}$$

$$\text{Denklemler: } \begin{cases} \gamma N_+ = 2N_{++} + N_{+-} \\ \gamma N_- = 2N_{--} + N_{+-} \\ N_+ + N_- = N \end{cases} \quad (1.32)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} N_- = N - N_+ \\ N_{+-} = \gamma N_+ - 2N_{++} \\ N_{--} = \frac{\gamma}{2} N + N_{++} - \gamma N_+ \end{array} \right. \quad (1.33)$$

Sonuçlarına ulaşır ki buradan da

$$\sum_{(ij)} S_i S_j = N_{++} + N_{--} - N_{+-} = 4N_{++} - 2\gamma N_+ + \frac{\gamma}{2} N \quad (1.34)$$

Sisteme bakılacak olursa, her ne kadar konfigürasyon N sayıya bağılıymış gibi görünüyorsa da verilen enerji düzeyinde N_+ and N_{++} sayıları önemli olmaktadır. $\varepsilon_{ij} = \varepsilon =$ sabitmiş gibi düşünülebilir. N_+ / N uzun vadeli emirlerin, $N_{++} / (\gamma N / 2)$ ise kısa vadeli emirlerin sayısını ölçmektedir. Bunu şu şekilde de açıklamak mümkündür. Verilen spinlerin rastgele dağılımında eğer yukarı yönlü bir spin var ise $N_{++} / (\gamma N / 2)$, belirlenen spinin komşuluğunda bulunan yukarı yönlü spinlerin kesrini verir. Bu kesir ayrıca spinler arasındaki korelasyon ilişkisini de vermektedir. N_+ / N sayısı ise komşuluk korelasyonlarını ihtiva etmemesine rağmen şebekede satışı temsil eden yani yukarı yönlü spinlerin oranını verir. Gligor, çalışmada uzun vadeli emir parametresi olarak L, kısa vadeli emir parametresi olarak da σ seçmiştir.

$$\frac{N_+}{N} = \frac{1}{2}(L+1) \quad ; \quad (-1 \leq L \leq 1) \quad (1.35)$$

$$\frac{N_{++}}{(1/2)\gamma N} = \frac{1}{2}(\sigma+1); \quad (-1 \leq \sigma \leq 1)$$

Bunu (4) ile birleştirilirse

$$N \sum_{\langle ij \rangle} S_i S_j = \frac{1}{2} \mathcal{N} (2\sigma - 2L + 1) \quad (1.36)$$

spin başına enerji ise birinci denklemden

$$\frac{1}{N} E(L, \sigma) = -\frac{1}{2} \varepsilon \mathcal{N} (2\sigma - 2L + 1) \quad (1.37)$$

şekline gelmektedir.

Verilen emirlerin uzun dönemli emirler olduğu düşünülür ve kısa dönemli emirler ihmal edilirse

$$\frac{N_{++}}{\frac{1}{2} \mathcal{N}} = \left(\frac{N_+}{N} \right)^2 \quad \sigma = \frac{1}{2} (L+1)^2 - 1 \quad (1.38)$$

Böylece spin başına enerji dağılımı aşağıdaki şekle getirilmiş olur

$$\frac{1}{N} E(L) = -\frac{1}{2} \varepsilon \mathcal{L}^2 \quad (1.39)$$

L parametresini hesaplamak için kabul edilen en basit yaklaşım⁴⁸ k boltzman sabiti, T sıcaklık olmak üzere

⁴⁸ K.Huang, Statistical Mechanics, J.Wiley, New York, 1963.

$$L = \tanh\left(\frac{\gamma \mathcal{E} L}{kT}\right) \quad (1.40)$$

şeklindedir.

Hisse senetleri piyasası ile fiziksel sistemler arasında bunun gibi spin bağıntıları çoğaltmak mümkündür. Bu açıdan yapılan ilk çalışmalar⁴⁹ sonraki çalışmalara ışık tutacak seviyededir. Hisse senetleri piyasası T sıcaklığında, t zamanında oluşan alım satım kararlarına bağlıdır denmişti. Kurallar irdelenirken bu iki parametrenin birbirlerinden oldukça farklı olduğunu unutmamak lazımdır.

5.5 Finansal Sistemlerde Bose-Einstein Yoğunluğu⁵⁰

Staliunas, finansal sistemleri Bose-Einstein yoğunluklarına benzetmiş ve konuya ait istatistiksel dağılımları bunun doğrultusunda hesaplamıştır.

Finansal sistemler ile bose sistemleri arasında kurulan bağ, hareketlerin kısmen gelişigüzel ve tutarlı oluşmasıdır. Klasik gazlardaki atom çarpışmaları tamamiyle rastgele oluşmaktadır. Buradaki kısıtlar sadece enerji ve momentum olmaktadır ki bu da bizi Maxwell-Boltzman dağılımına götürmektedir. Bosonik gazlarda ise parçacık çarpışmaları seçimlidir. Çarpışmalardan sonra atomlar hali hazırda dolu olan enerji düzeylerinde bulunmayı tercih ederler. Açıkça görülmektedir ki atomların klasik gazlardaki çarpışmaları gibi finans piyasası da bir ucunda kaotik bir ucunda öngörülemez bir yapı sergiler. Bir tarafta ise finansal pazarlardaki hareketler motive edilmiş gibi görünmektedirler. Bu motivasyon ise genelde oluşumunda piyasaya bir

⁴⁹ M.Gligor, M.Ignat, Physics and Finance”, work submitted at Interdisciplinary Science Reviews.

⁵⁰ K.Staliunas, Bose-Einstein Condensation in Financial Systems, Vilnius, IMI, 10, s.247-256,2000.

yön ve tutarlılık getirmektedir. Bu süreklilik arz eden gelişigüzel ve tutarlılık yaklaşımları finans ve bose sistemleri arasında derin ilişkiler yaratılması konusunda bize değişik ipuçları sağlamaktadır.

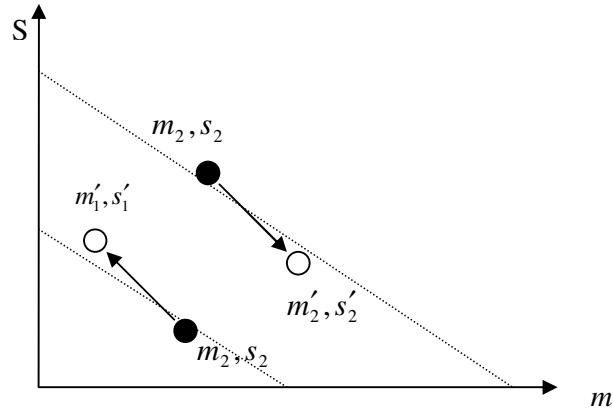
Bose ve finansal sistemlerdeki ortak fizik kanunları aynı tutarlı sonuçlar veren benzer mekanizmalar üzerine kurulmuştur. Yukarıda da belirtildiği gibi bosonik değerin artması, atomik partiküllerin yoğunlukların tutarlılığına bağlı bir durumdur. Bu, quantum parçacıkların önceden yerleşilmiş enerji düzeylerini seçmelerinden kaynaklanmaktadır. Finansta açıkça görülen davranış senaryosuna göre, pazardaki birçok yatırımcı diğer yatırım yapan insanlar gibi düşünmekte ve çoğunluğun davranışları hangi yöndeysse o yöne doğru bir kaymada bulunmaktadırlar. Örneğin oldukça etkili ve popüler seviyeler Bozon sistemlerdeki seçilmiş enerji düzeylerine benzetilebilmektedir. Bu çoğunluğun gösterdiği yatırım stratejilerin seçimine bağlıdır. Bu seçimler ise yatırımcıların yoğunlaştırılarak ortak yatırım stratejileri ile birbirlerine sıkıca bağlı çeşitli yatırım gruplarına bölünmesini ifade etmektedir. Gerçekte bazı süreçlerde finansal pazarlar bozonik gazların oluşturduğu sistemlerden daha karışık bir yapıyı izlemektedirler. Örneğin her spekülâtör kazancını maksimize etmeye çalışırken bir taraftan da finansal ticarete elde ettiği olumlu olumsuz her türlü çıktıyı optimize etmeye çalışır.

Bu konuyla ilgili ilk modellerden biri Bachelier⁵¹ tarafından yapılmıştır. Bachelier pazar fiyatlarının stokastik hareketi ile bir brown parçacığın hareketini karşılaştırmıştır. Bir Brown parçacık benzer olarak pazardaki oyuncuların kinetikleriyle oluşan fiyatlar gibi çevresindeki atomlar ile termal dengede olmaktadır.

⁵¹ L.Bachelier, Theory of Speculation ("Teorie de Speculation" 1900), in "The Random Character of Stock Market Prices" ed. P.H.Cootner, MIT Press, 1964.

Bachelier modeli fiyat hareketlerinde bizi Gauss dağılımına götürmekte, klasik gazlarda açıklanan atom hızlarını anlatan Maxwell dağılımı ile de ilişkili olmaktadır. Fakat eğer araştırmacı finansal pazarlarla tutarlı hareket sergileyen parçacıklardan oluşan gaz kütlelerini karşılaştıracaksa bu açıklamalar Gauss dağılımına uymamakta, örneğin gazların kuvvet kanunları gereği Bose-Einstein kuramına daha yakınlık göstermektedir.

Maksimum düzeyde basitleştirilerek gösterilen modelde i 'nci pazar yatırımcısı $X_i = (m_i, s_i)$ şeklinde belirtilen iki boyutlu uzayda; m_i 'nin paranın miktarı, s_i 'nin belirli bir pozisyonda elde tutulan pay miktarını gösterdiği durumda bir enerji düzeyinde bulunduğunu belirtelim. Genelde m ile gösterilen para yatırımcıların bir finansal enstrümanı almak için istedikleri kadar ve istedikleri zaman kullanabilecekleri egzojen bir varlıktır. S ile gösterilen hisse ise spekülasyona konu olan riskli bir varlıktır. Birçok fiyattan ve sektörden hissenin işlem gördüğü piyasa olasıdır. Şekil 1.7'de bir hisseden oluşan sistemin uzayı görünmektedir. Temel düzeydeki anlaşma şemasına göre iki Pazar yatırımcısı alım ya da satım yapmaktadırlar. Yatırımcıların bir düzeyden diğerine nasıl geçtikleri ise okların yönüyle belirtilmiştir. İki yatırımcı arasında yapılan alım-satım işlemi "iki parçacıklı çarpışma" gibi de düşünülebilir. Gerçekte ise buradan farklı olarak ikiden çok daha fazla yatırımcının mübadele içerisinde olduğu bilinmekle beraber model bu karışık durumlara da ışık tutacak şekildedir.



Şekil 1.7: Bir Hisseli Sistemin Faz Uzayı

Pazar oyuncuları m parasında ve s ile belirtilen miktarda hisse ile bulunmaktadır. Pazarda karşılıklı iki spekülâtörün bir araya geldiğini düşünölsün Birinci yatırımcının koordinatları $X_1=(m_1,s_1)$ ve ikinci yatırımcının koordinatları ise $X_2=(m_2,s_2)$ ile belirtilmiştir. Yatırım sonunda ise bulundukları konumdan bir başka düzeye atlama yapacaklardır.

Şekilde okların yönü yatırımcıların aralarında anlaşıkları fiyatın bir göstergesidir. Eğer her anlaşma sabit bir fiyattan karşılıklı olarak anlaşmayla sonuçlanırsa (yani i. Yatırımcı s hisse senedini s_i fiyatından satmak istemekte ve j. yatırımcı aynı pay hisse senedini s_i fiyatından almak isterse) bireyin yatırımından doğacak kazanç $r_i = m_i + s_i$ olacaktır. Bu yaklaşımda karşılıklı olarak bir araya gelen yatırımcılardan biri kazanç sağlarken aynı oranda kayıpta karşı tarafın olacaktır. Yukarıdaki şekilde birinci yatırımcı kazanç durumundadır. Hisse fiyatları alım satımda dalgalanmalar gösterecek ve alım satımla bir araya gelen yatırımcıların oluşturduğu sistem bir süre sonra termal dengeye ulaşacaktır.

Parametre uzayı, enerji düzeylerine ortalama yerleşim⁵² tekniği ile incelenmiştir. İki parçacığın (iki pazar yatırımcısının) çarpışma içerisinde olduğunu (alım satım durumunda karşı karşıya gelerek takasta bulunduklarını) düşünölsün. Bu durumda $X_1=(m_1,s_1)$ ve $X_2=(m_2,s_2)$, sırasıyla n_1 ve n_2 ortalama düzeylerinde olurlar. Parçacıkların çarpışmasından sonra yatırımcılar yeni enerji düzeyleri olan $X_1=(m'_1,s'_1)$ ve $X_2=(m'_2,s'_2)$ düzeylerini yine sırasıyla n'_1 ve n'_2 ortalama seviyeleri işgal etmeye başlarlar. Yukarıdaki açıklamalar doğrultusunda partiköler çarpışmanın olasılığı $n_1n_2(1+n'_1)(1+n'_2)$ olarak karşımıza çıkmaktadır. Burada çarpışmanın ortaya çıkardığı olasılık birinci enerji durumundaki seviyeyle orantılıdır. Çarpışan parçacıklar (alım-satımda bulunan yatırımcılar) birbirleri ile mutlaka paylaşımda bulunmak zorunda olup bu da Bozonik artış (güdülenme/şartlanma) etkisine bağılı olarak en son geline enerji düzeylerine bağılı olmaktadır. Detaylı denge durumu, geçişin olasılık durumunun hem ileri gidişte hem de yaşanan durumun geri dönüşünde (aynı t zamanda) eşit olacağını söyler. Bu

$$n_1n_2(1+n'_1)(1+n'_2) = n'_1n'_2(1+n_1)(1+n_2)$$

şeklinde gösterilebilir. Yine aynı formöl değışik bir formda yazılacak olursa

$$\frac{n_1}{(1+n_1)} \frac{n_2}{(1+n_2)} = \frac{n'_1}{(1+n'_1)} \frac{n'_2}{(1+n'_2)} \quad (1.41)$$

⁵² M.Toda,R.Kubo,N.Saito,Statistical Physics I, Springer Series in Solidstate Sciences, Springer Verlag, 1983.

bu denklem ardından yoğunluklu parçacıklar için aşağıdaki denkleme götürmektedir.

$$\frac{n(m, s)}{1 + n(m, s)} = \exp[\beta(\mu - m - s)] \quad (1.42)$$

Buradaki μ kimyasal potansiyelin anlamını vermekte ve sistemdeki yoğunluğun değerini göstermektedir. $\beta = 1/(kT)$ ters sıcaklık değerini ifade etmektedir varsayımı altında bu eşitliği de içine alan denklem ise bizi Bose-Einstein formülüne götürmektedir.

$$n(m, s) = \frac{1}{(\exp[\beta(-\mu + m + s)] - 1)} \quad (1.43)$$

Yukarıdaki açıklamalar doğrultusunda bu tezin kapsamına giren araştırma, Türk Finansal Sistemi içindeki hisse senedi alım satım olayını kısmen tutarlı kısmen rastgele özellikler gösteren “*bozonik bir sistem*” olarak tanımlamakta sıcaklık sonrası entropi hesaplamaları bu doğrultuda yapılmaktadır. Buradaki istatistiksel dağılımlar yatırımcının 2 temel özelliğine göre oluşturulmuştur.

- i. Bireysel yatırımcı çevresindeki diğer yatırımcılarla birlik olmaya çalışmakta ve pazarın büyük bir çoğunluğunun gittiği yönde davranış sergilemektedir.
- ii. Bireysel yatırımcı her ne şartta olursa olsun zararını minimize etmeye değil karını maksimize etmeye çalışır.

KISIM II

EKONOFİZİK UYGULAMASI: İMKB İÇİN GÖRGÜL DEĞERLENDİRME

Hisse senedi verimlerinin oluşumuna ilişkin iki hipotezin varlığı geçmiş kısımlarda anlatılmıştı. Bunlardan birincisi takvim zamanı hipotezi (calender time hypothesis) ve bir diğeri ise işlem zamanı hipotezi (trading time hypothesis) idi. Bu konudaki en önemli soru kazanca ait verim sürecinin devamlı mı olduğu yoksa sadece aktif işlemler süresince mi olduğudur. Takvim zamanı hipotezine göre, verim oluşma süreci devamlıdır ve pazartesi günü hisse senetlerinden beklenen verimlerin üç katıdır. İşlem zamanı hipotezine göre ise, verimler sadece aktif işlemler sürecine oluşur ve beklenen getiri haftanın her bir günü için aynıdır. Diğer bir deyişle, takvim zamanı hipotezine göre, örneğin pazartesi günü haftanın diğer günlerine göre 3 kat daha fazla verim olması beklenir, işlem zamanı hipotezine göre ise pazartesi günü veriminde herhangi bir farklılık olması beklenmemektedir.⁵³

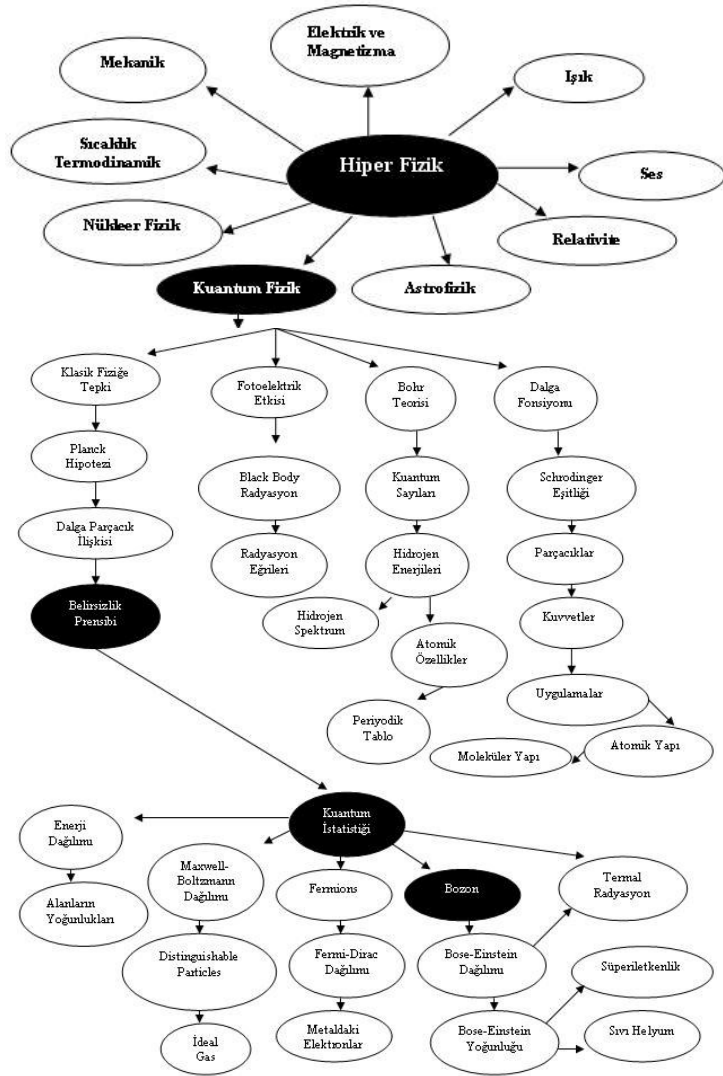
Burada önemslenmesi gereken; öne sürülen hipotezlerin alım satım zamanları ve yatırımcı açısından değerlendirilmesi değil, ilgili işlem zamanlarında hisse senetleri piyasası bir finansal bir kap olarak düşünüldüğünde takvim zamanı hipotezini işlem zamanı hipotezine çevirerek, sıcaklığın ve entropinin etkilerinin neler olduğu ve seans sonlarında elde edilen sıcaklık verilerinin bir sonraki indeks değerleri açısından nasıl değerlendirilmesi gerektiğidir.

⁵³ H.Doğukanlı, B.Yıldırım, Hisse Senedi Yatırımcıları İle İlgili Bir Araştırma, Çukurova Üniversitesi Yayınları.

1. BOZON TANECİĞİ VE TÜRK YATIRIMCISI

Türk yatırımcısı veya diğer bir deyişle Türk yatırımcı portföy davranışı, kuantum fiziğindeki bozon taneciği davranışına çok benzemektedir. Türk yatırımcısı toplu karar verme, bulunduğu durumdaki benzer portföy gruplarındaki kararlardan etkilenme derecesine göre değerlendirildiğinde Bose-Einstein Yoğunluğu içerisinde bulunabilir nitelikler taşımaktadır. Bu amaçla, ilgili finansal kaplar içerisinde Türk hisse senedi piyasa kabı, fiziksel bir kap gibi düşünülerek sıcaklık sonrasında entropi hesaplamaları Bose-Einstein İstatistik metotları içerisinde değerlendirilmiştir.

Belli bir çizginin üstünde enerji pompalanan moleküllerin, birlik içinde titreşim yaydıklarını göstermiştir. Bu moleküller kendilerini olabilecek en düzenli ve yoğun dönem konumuna sokuncaya kadar devam ederler. Bose-Einstein Yoğunluğu'nun en önemli özelliği; düzenli bir sistem oluşturan parçaların yalnızca bir bütün olarak davranmaları değil “bir bütün oluşturmalarıdır”. Her parçanın kimliği öyle bir birleşime uğrar ki kendi bireyselliklerini tamamıyla yitirirler. Bunu da sürekli kar etme güdüsü içerisinde olan piyasa oyuncusuna benzetmek mümkündür.



Şekil 2.1: Finansal Fiziğin Yeri

Benzerlik ve farklılıklar anlatılmadan önce İMKB yatırımcısının rakamsal dağılımına bakmak faydalı olacaktır. Bu sebeple örnek olarak 2004 ve 2005 yıllardaki rakamsal dağılımlar şu şekildedir.

İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda işlem gören hisse senetlerinin % 76'sını 2 bin 86 büyük yatırımcı kontrol etmektedir. 739 bin 804 küçük yatırımcının sahip olduğu hisse senetlerinin payı ise % 3,1'dir.

Türkiye Sermaye Piyasası Aracı Kuruluşları Birliği'nin (TSPAKB) yaptığı araştırmaya göre, Türkiye'de hisse senedine yatırım yapanların sayısı 1 milyon 850 bin 657 olarak gerçekleşmiştir. Yatırımcı sayısı 2004 yılında 1 milyon 676 bin 528 iken % 10,4 artış göstermiştir.

Yatırımcıların 962 bin 699'unun hesabında hisse senedi bulunmamaktadır. Hesabında hisse senedi bulunan 887 bin 958 yatırımcının sahip olduğu hisse senetlerinin toplam portföy değeri ise aynı tarih itibarıyla 27 milyar 808 milyon dolar 'dır

İMKB'deki hisse senetleri toplamda 2004 yılına göre % 55 oranında büyüme göstermiştir.

Araştırmada ayrıca borsaya yatırım yapan en büyük 10 yatırımcının toplam 4 trilyon 934 milyar YTL'lik portföyleriyle, toplam hisse senetlerinin % 13,2'sini ellerinde bulundurdukları belirtilmiştir. Tamamı tüzel kişi olan bu yatırımcılardan, 9'u yabancı, 1'i ise yerli yatırımcılardır.

İlk 100 yatırımcı ise 14 trilyon 669 milyar YTL'lik portföy değeriyle toplamda % 39,3, ilk 1000 yatırımcı da 26 trilyon 598 milyar YTL'lik portföy büyüklüğüyle toplamda % 71,2'lik paya sahiptir.

İMKB'deki hisse senetlerinin % 76.3 ile en büyük bölümüne, 1 milyar YTL'nin üzerinde portföyü bulunan gerçek ve tüzel kişi 2.086 yatırımcı sahip bulunmaktadır. Ocak 2004 döneminde, borsadaki hisse senetlerinin % 70.8 oranındaki; 17 trilyon YTL'lik bölümünü, 1585 gerçek ve tüzel kişi büyük yatırımcı kontrol etmekteydi."Büyük yatırımcı" olarak tanımlanan bu grubun hisse senetlerinin toplam portföy değeri, 3 Ocak 2005 tarihi itibarıyla 28 trilyon 496 milyar YTL'ye ulaşmıştır.

Portföylerinin değeri 10 bin YTL'ye kadar olan küçük yatırımcıların sayısı ise 3 Ocak itibarıyla 739 bin 804 olmuştur. Portföylerinin toplam değeri 1 trilyon 162 milyar YTL (865 milyon dolar) olarak gerçekleşen küçük yatırımcıların, toplam içindeki payı ise % 3,1'de kalmıştır. Küçük yatırımcıların payında 2005 yılında 2004 yılına göre gerileme gözlenmiştir.

Hesap sayısı açısından bakıldığında hisse senedi piyasasına yatırım yapanların 1 milyon 840 bin 329'unu bireysel yatırımcılar oluşturmaktadır. Tüzel kişi yatırımcıların sayısı ise 10 bin 328'dir.

Bozonlarla, Türk yatırımcısı veya yatırımcının oluşturduğu portföy özelliklerine ise bakacak olursak aşağıdaki ortak özellikler ortaya çıkmaktadır:

Türk Yatırımcısını; portföy büyüklüğüne sahip olma olarak değil de birer gerçek veya tüzel kişi olarak alırsak; yatırımcının, her zaman önerilenin tersine, birikimlerin tek bir yatırım aracı yerine birden fazla yatırım aracına dengeli bir şekilde bölüşürülmesinin dalgalanmalardan korunmayı sağladığı ilkesini göz önünde

tutmadan yatırım yaptığı görülmektedir. Sermaye piyasaları aynı gün içinde dahi önemli değişiklikler gösterebilmektedir. Bu nedenle gerekli bilgiye erişimi olmayan veya uzmanlığa sahip olmayan yatırımcılar, hisse senedi gibi araçlara doğrudan yatırım yerine, portföyünün ihtiyacına uygun olarak, yer aldığı yatırım fonlarına yatırım yapmamakta böylece yüksek getiri beklentisi içinde risklerini azaltamamaktadırlar.

İktisadi gelişmeleri izleme ve yorumlama olanağı bulunmayan yatırımcıların portföy yönetimi ve yatırım danışmanlığı hizmetlerinden yararlanma yoluna gitmeyip yakınında bulunan diğer yatırımcılardan elde ettiği duyumları, çoğu zaman önerilen bir seçenek gibi algılaması yanlışlıklar doğurmaktadır. Bu da bir noktada aynı fiyat düzenine yoğunlaşma olgusunu meydana getirmektedir.

Belirli bir yatırım aracına doğrudan yatırım yapılmak istendiğinde yetkili uzmanlardan ve aracı kuruluşların yayınladığı araştırma raporlarından sağlıklı bilgiler alınmadan kişisel analizler yapılarak karar verilmesi bile grup psikolojisi içinde hareket edilmesi sonucuna götürmektedir

Bu anlatılanlardan beraber bir arada bulunma davranışını kuantum fiziğinde bozon davranışında da görmek mümkündür. Benzer şekilde aynı durumda birçok bozon bulunma olasılığının artmış olması bozon yoğunlaşması olgusunu ortaya çıkarır. Bozonlar birlikte aynı durum içerisinde olmayı isterler. Bozonlar kolayca yönetilir. Bu ise sürekli kar etme güdüsü içerisinde olan yatırımcıların ortak hareketine benzetilebilir.

Olasılık tek durumda olan çok sayıda bozon olduğunda çok yüksek olur. Bu yüzden mümkünse, aynı duruma girme eğilimindedirler. Bu da Bose-Einstein yoğunlaşmasını ortaya çıkarmaktadır ki buradan da grubun enstrüman fiyatının artacağı beklentisi ile alım içerisinde olmak istemesi, var olan durumun çekiciliğini arttırmaktadır. Dolayısıyla tüm yatırımcılar için belli bir durumun veya fiyat aralığının cazip hale gelmesi kaçınılmaz olur.

Yine kuantum davranışına bakılacak olunursa, fermiyonlar bireyci davranırlar ve fermiyonlardan iki tanesi asla yan yana gelmez. Fakat bahsi geçen bozon tanecikleri ise aynen belirli bir yatırımcı grubunun topluca alım satım işlemi yapmalarında olduğu gibi topluluk halinde dolaşmayı isterler. Alım yapan gruplar sürekli kar etme eğilimi içerisinde olurlarken bir diğer grupta düşüş beklentisi içerisinde toplu satışlara geçebilmektedirler. Bu yüzden fermiyonik değil bozonik davranış gösterildiği olgusunun kolaylıkla kabul edilmesi mümkündür

Bozonlar ortaya çıkıp kaybolabilir ve sayıları sınırlı değildir. Belli sayıdaki durum, o durumda olabilecek fermiyon olduğu anlamını taşır. O halde fermiyonların sayısı sabittir. Bu düşünce her durumda istedikleri kadar bulunabilecekleri için bosonlarda geçerli değildir. Aynı enstrümana yatırım yapan N kadar yatırımcının da o enstrümanın alım satımını yapmadan bekleme süresinde bulundukları varsayılsa, ilgili yatırım aracının fiyatında hiçbir değişiklik olmayışı doğal bir sonuç olarak karşımıza çıkar. Kuantum uygulamalarına bakarsak uygulamada bozon sayısının sabit olmadığı görülmektedir. Öyle ki normal piyasa şartlarında yaşanan grup mantığının bir gerekliliği gibi bozonlar da her durumda aynı adımları atmak isterler.

Bir de burada tekrar açıklanması gereken Bose Yoğunlaşması vardır ki bu da çok sayıda bozonun birbirini çekmesi durumunda oluşmaktadır. Bozonlar bunu yaparken her birinin serbest haldeki enerjilerinin toplamından daha az bir toplam enerjiye ulaşılır. Bunu da; ekonomik rezervuara katılan sermaye sayısındaki artışın, her yatırımcının kazancında bir azalmaya sebep olması durumuyla açıklayabiliriz.

Buradan hareketle denilebilir ki aslında yatırımcılar içinde aynı durumlar söz konusu olabilmektedir. Bir fiyat üzerinde veya fiyat trendi üzerinde yoğunlaşma aynı beklentiye sahip olan yatırımcılar için gerçekleşecek bir süreçtir. Yatırımlar yapılırken sürekli yapılan alımların sonunda, alımların tek başına kara geçireceği miktarlar veya işlem hacimleri artışında artık ilgili entrümanın fiyat artış hızı düşmeye başlamakta, bir diğer anlayışla düşeceği beklentisi oluşacağı için cazibesini yitirmeye başlamaktadır. Kuantum durumunda buna ilgili maddenin enerjisinin azalması da denilebilir

2. İMKB İÇİN MİKROSKOPİK ÇEVRE DEĞERLENDİRMESİ

2.1 İniş Çıkışların Mikroskopik modellenmesi ve Sıcaklık Etkisi

Herhangi bir hisse senedinin getirisinin takvimsel zamandaki volatilitesi σ_i ile takas frekansının karekökünün çarpımına eşit olduğu önceki kısımlarda anlatılmıştı. Buradan hisse senedinin sıcaklığı kavramına geçilmiş

$$\chi_i = \sigma_i \sqrt{V_i}$$

eşitliği elde edilmişti.

Buradaki eşitliğin sağ tarafı, takvimsel zamandaki volatilité ile işlem frekansının çarpım eşitliğini belirtmektedir. Buradaki ifade ise “bir hisse senedinin sıcaklığı”nı ortaya koymaktaydı.

Çalışmada bu kısmın başında da belirtilmiş olan 2 hipotezden, takvim zamanı hipotezine göre Bose-Einstein İstatistiği kullanılmıştır. Burada daha sonra örneklenecek olan bir dizi hesaplama teknikleri kullanılarak, değerlendirmenin Türk hisse senedi piyasası için geçerli olup olmadığı tartışılacaktır.⁵⁴

İlk Değerlendirme; Ocak 2003-Nisan 2005 tarihleri arasında, 578 işlem günü ve bu günlere ait 1156 işleme açık seans üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bunlar ile ilgili grafikler çalışmanın bir sonraki kısmında yorumlanmıştır. Değerlendirmeye esas olarak bazı veriler tutulmuştur. Bu verilerle seans içi yapılan sözleşme sayısı(emir adedi) ile Ulusal100 İndeks seans kapanış değerleri üzerinden sıcaklık ve entropi değerleri hesaplanmıştır. Sözleşme sayıları ve indeks kapanış değerleri her seans sonunda işleme alınmış ve grafiklerle desteklenerek, indeks trendin yönü tesbit edilmeye çalışılmıştır. Olabilecek karışıklıklara referans olması açısından da anılan tarihler için tekrarlanarak, seans bazında; işlem hacimleri, işlem miktarları, Ulusal 50, Ulusal 30 değerleri de hazır tutulmuştur.

⁵⁴ Başlangıç çalışmasının kolayca anlaşılabilmesi açısından sıcaklık kavramı ile ilgili hesaplamalar Derman yaklaşımına göre yapılmıştır

Sıcaklığın hesaplanması için kullanılacak olan formül 2 kısma ayrılacak olursa ilk kısımda takvimsel zamandaki getirilerin volatilitesi hesaplanmalı, ikinci kısımda ise piyasa için bir işlem frekansı üretilmelidir.

Gün	Seans	Sözleşme Sayısı	Ulusal-100	Sıcaklık	Entropi
-	-	(Adet)			
02.01.2003	1	49.553	10.572,08		
	2	50.777	10.598,58	1412	0,004445
03.01.2003	1	51.527	10.591,85	92	0,000000
	2	52.075	10.837,53	119987	2,029701
06.01.2003	1	41.849	10.445,14	278218	2,398535
	2	36.519	10.357,34	13617	0,936166
07.01.2003	1	46.703	9.980,47	296898	2,447570
	2	46.287	9.752,86	114501	2,035500
08.01.2003	1	40.357	10.006,76	132689	2,113266
	2	50.372	10.161,21	52653	1,669728
09.01.2003	1	37.683	9.964,89	73887	1,823959
	2	58.312	10.225,82	161336	2,192038
10.01.2003	1	53.951	10.238,73	370	0,000000
	2	48.826	10.204,05	2544	0,081027

Tablo 2.1: Ocak 2003 İlk Çeyrek Örnek Tablo

Belirli bir t anında sabit sayıda yatırımcı olduğu varsayımıyla her t zamanında, her i yatırımcısının servetini artırıcı veya azaltıcı bir $w_i(t)$ değişkeni olsun. O halde toplam serveti veya diğer bir deyişle piyasa oyuncularının yatırımlarında piyasanın yönünü belirten $W(t) = \sum_{i=1}^n w_i(t)$ değişkeni oluşturulsun. Her i yatırımcısının bir t_0 zamanından t_1 zamanına geçişinde ise servet katsayı miktarında bir $w_i(t) \rightarrow w_i(t+1)$ değişimi olması söz konusu olacaktır. Buradan da tüm yatırımcılar için bir $W(t)$ değeri oluşur. Gerçekte, bu geçişler sırasında her $w_i(t)$ için aynı olan büyüme oranı vergiler sosyal getiriler faiz oranları gibi ekonomik bir katsayı söz konusu olsa da bunlar çalışmada ihmal edilmiştir. Sayısal olarak artış ve azalışları ifade eden $W(t)$ değeri çalışmada indeks değeri olarak ele alınırsa t zamanında

pazarın getirisi $r(t) = \ln\left(\frac{W(t+1)}{W(t)}\right)$ olmaktadır. Her işlem zamanı aralığında W'nin değişimi oldukça küçük olmaktadır. Buradan volatilité ise bir zaman aralığında getirilerin karelerinin ortalaması olarak alındığında

$$Volatility = \left[\ln \frac{W_{(t+1)}}{W_{(t)}} \right]^2 / N \quad (2.1)$$

olarak ortaya çıkar. N adım olarak değerlendirilirse ve her adımın çalışmada bir seanstan diğerine geçiş adımı olan N=1 alınması ile yeni volatilité hesaplama formülü

$$Volatility = \left[\ln \frac{W_{(t+1)}}{W_{(t)}} \right]^2 \quad (2.2)$$

olmaktadır. Eğer emir sayısı beşer dakikalık periyotlar halinde yapılabilirse 1 saat için 20 adım söz konusu olmaktadır ki buradan da N=20 alınabilir

Hesaplamaya esas teşkil eden sıcaklık formülünün 2 parçasından ilki olan “takvimsel zamandaki getirilerin volatilitesi” kısmı yeniden yazılırsa

$$Volatility = \left[\ln \frac{indeks_degeri_{(t+1)}}{indeks_degeri_{(t)}} \right]^2 \quad (2.3)$$

bulunur.

Sıcaklığın hesaplanmasında ikincil parçayı oluşturan kısımda ise piyasanın işlem frekansı denilen bir değişkene ihtiyaç vardır.

İşlem Frekansı (trading frequency); işlem zamanı (asıl zaman) hipotezine göre belirli bir zaman diliminde ilgili hisse senedinin geçtiği işlem sayısını ifade etmekteydi. Takvimsel zaman hipotezine göre ise ilgili seans içerisinde oluşan alım satımları ifade eder. Buradaki değerlendirmelerde temel olan takvimsel zaman hipotezi olduğu için işlem frekansı olarak ilgili seans içi sözleşme sayısı ya da diğer bir deyişle emir sayısı göz önüne alınmış ve hesaplanmaların kolay görülebilmesi açısından 10^{12} katsayısı kullanılarak normalize edilmiştir.

$$\text{Piyasanın seans sonu işlem frekansı} = \sqrt{\text{sozlesme_sayisi}_{t+1} \times 10^{12}} \quad (2.4)$$

Buradan toparlanacak olunursa piyasanın bir t+1 zamanında sıcaklığı λ_{t+1}

$$\lambda_{t+1} = \left[\ln \frac{\text{indeks_deg_eri}_{(t+1)}}{\text{indeks_deg_eri}_{(t)}} \right]^2 \cdot \sqrt{\text{sozlesme_sayisi}_{t+1} \times 10^{12}} \quad (2.5)$$

çarpımı olarak ortaya çıkar. Volatilitenin seans sonu işlem frekansına bölünmesi ile risk unsuruna ulaşılır.

Entropi kavramı ise önceki bölümlerde işlenmişti. Buna göre entropi kavramını sıcaklığın bir unsuru olarak piyasanın trend yönünün değişimi olarak alınmıştır. Bose-Einstein istatistiğine göre bir Bose sisteminin entropisi (Φ)

$$\Phi = \frac{\varepsilon}{\lambda} \cdot \frac{1}{e^{\frac{\varepsilon}{\lambda}} - 1} + \log \left(1 + \frac{1}{e^{\frac{\varepsilon}{\lambda}} - 1} \right) \quad (2.6)$$

olarak hesaplanmaktadır. $\varepsilon = t+1$ zamanında indeks kapanış değeri, $\lambda = t$ zamanında sıcaklık değeri olarak alınırsa $\Phi = t+1$ zamandaki entropi değeri olarak hesaplanmış olur. Entropi hesaplanmasında normalizasyon işlemi ortadan kaldırılmıştır.

Entropi taban entropi tavan noktaları çevrimsel analizlerde alım satımlar için ek bir bilgi sağlamaktadır. Bu çalışmadaki entropi, termodinamiğin ikinci kuralı'nın bir uygulaması olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu kural önceki kısımlarda da belirtildiği gibi sonunda tüm olayların kararlı bir düzeye geleceğini göstermektedir.

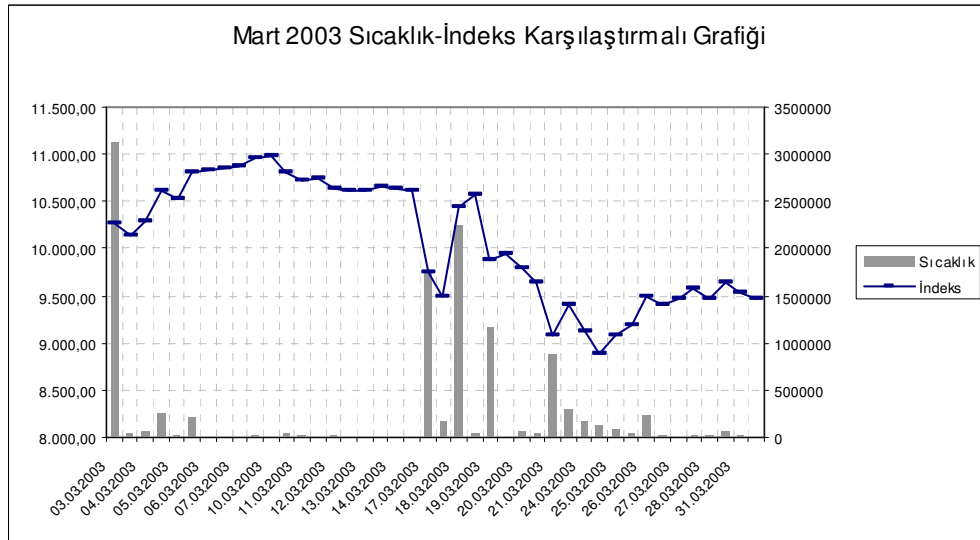
Aynı insanlarda ve diğer maddelerde olduğu gibi finansal piyasalarda işlem gören varlıklarında bir ömürleri vardır. Bu ömürler, varlıkların ileri yani pozitif yönde, ya da geri yani negatif yönde hareketleri ile açıklanabilir. Entropi kavramı hisse senetleri piyasasına uygulandığında, ilgili finansal enstrümanın bir yönde oluşan hareketinin sona erdiğinin ve diğer yöne doğru harekette bulunabileceğinin göstergesi olmaktadır.

Yapılan simulasyonda entropi tavan ve entropi taban noktaları hisse senetleri piyasası için uygulanmıştır. Kurallar Derman sıcaklık kavramı ve Bose Einstein yoğunlaşması ile beraber gösterilerek, haftalık aylık yıllık olarak değil, ayrı seanslar içinde ayrıca sıcaklık ve entropi değerleri oluşturulmuştur.

Günlük bakışta, entropi hesapları hesaplamada işlem frekansı kullanılarak yapılmış ama gösterimin sağlıklı olması açısından işlem zamanları değil takvim zamanı olarak kabul edilecek seans zamanları esas alınmıştır. Ayrıca volatilité-indeks ve risk-sıcaklık grafikleri de ay bazında günlük olarak hesaplanarak

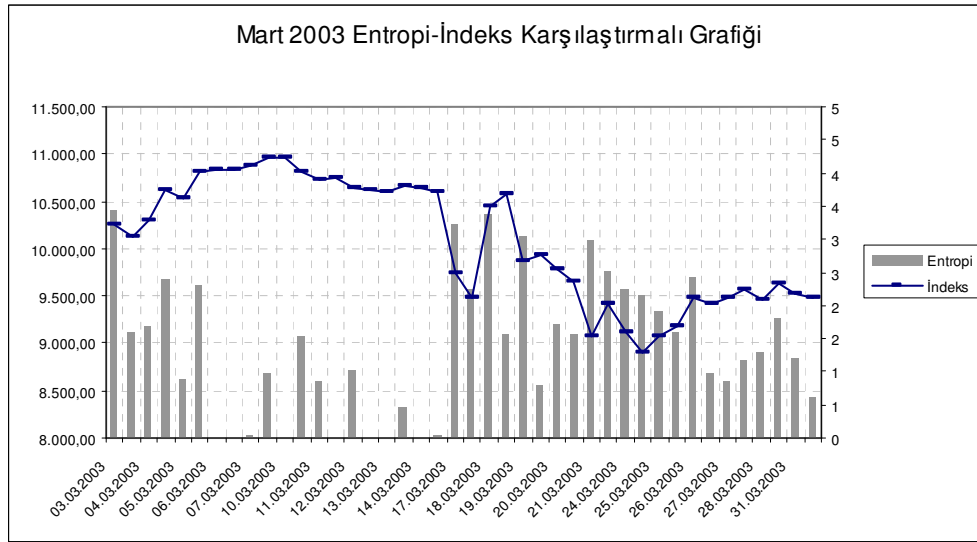
grafikleştirilmiş ve araştırmacının diğer grafiklerle karşılaştırma yapmasına olanak tanımıştır. Ayrıca çıkan tüm değerlerin, izlemenin rahat yapılabilmesi ve oldukça dağınık olan değerlerin bir arada görülebilmesini kolaylaştırmak için ilgili grafikler üzerinde bir polinom yardımıyla grafik yönünün tayini yapılmıştır. Bu tanımlamanın yapılması aynı grafik üzerinde iki verinin karşılaştırılması açısından önem taşımıştır.

Verilerin değerlendirilmesi ve sonuç bölümlerinin rahat okunması açısından grafiklerin nasıl yorumlandığı konusunda aşağıda bir örnek verilmiştir. Aşağıdaki grafikte 2003 yılının Mart ayına ait sıcaklık-indeks grafiği ile sıcaklık-entropi grafiğine ait hareketler örneklenmiştir. Grafikten elde edilen verilere bakıldığında hareketler sıcaklıkla doğru orantılı olacak şekilde yukarı aşağı salınımlar halinde görülmektedir. İndeks ortalama olarak ilgili aralık ortalamasının altında veya üstünde bir artışla yükseldiği zaman entropi tavan veya entropi taban değerleri elde edilmektedir.



Grafik 2.1 :Mart 2003 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği

Sıcaklıklara bakacak olursak ilgili ayın ilk haftasındaki sıcaklık değeri, ay ortalamasının çok üstünde salınım yapmıştır. Ardından gelen sıcaklık değerleri ortalamanın çok altında gerçekleşmiş bu da ay içi indeks değerlerinin yatay seviyelerde kalmasına yol açmıştır. Ay ortasından itibaren sıcaklık değerleri yükselişe geçmiş ard arda gelen sıcaklık düşüş ve yükselişleri indeks değerinde gözle görülür salınımlara yol açmıştır. Ay sonuna doğru ard arda gelen düşük sıcaklık değerleri azalışa geçmekle beraber indeks değeri yeniden yatay konumuna devam etmiştir. Sıcaklık artış ve azalışları aşağıda yer alan entropi değerleri ile de karşılaştırıldığında ekonomik sistemin ard arda geçirdiği düzensizlikler yine ay sonuna doğru kendini belli etmektedir.



Grafik 2.2: Mart 2003 Entropi-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği

Fiyatlar hareket halinde olduğu veya spekulatörün gerçekte herhangi bir hareket elde edileceği beklentisine girdiği zaman zaman entropideki artış ve azalışlar ya sıfıra çok yakın değerde ya da sıfırın çok üstünde salınımlar yapmıştır. Hareketin hiç olmadığı zamanlarda ise entropi sıfır değeri ile kendini göstermektedir.

Tekrarlayacak olursak eğer ilgili anlık hareket bir seans önceki değerin üstünde ve artış yönünde gerçekleşmişse veya bir seans önceki değerin altında ve azalış yönünde gerçekleşiyorsa entropi tavan değerinden söz edilebilmektedir. Ters durumda ise, yani ilgili anlık hareket bir seans önceki değerin altında veya üstünde olup da ihmal edilebilir artış veya azalış (durgun yatay hareket) içerisinde gerçekleşiyorsa, entropi taban değeri ortaya çıkmaktadır.

Bu örnek grafiğin üstünde şu şekilde yorumlamalar yapmak mümkündür.

3 Mart birinci seansta İMKB 100 indeksi 11,574 den 10,265'e düşüş göstermiş, ekonomik kabın entropisi 1,807 den 3,43'e giderek tavan değeri göstermiştir.

3 Mart ikinci seansta İMKB 100 indeksi 10,265 den 10.128'e doğru düşüşüne devam etmiş, ekonomik kabın entropisi 3,43'den 1,60'a azalış göstermiştir. Entropi değeri ile düzensizliğin artık düzene doğru bir yol aldığını söylemek mümkün olabilecektir. Sıcaklık ise 3.124.391 den 47,728 'e doğru azalma göstermiştir.

4 Mart birinci seansta İMKB 100 indeksi 10,294'den 10,616 gibi düşük bir seyirde çıkış göstermiş, sıcaklık ise 56,924 den 255.168'e doğru çıkışta bulunmuştur. Bu çıkış ekonomik kap entropisinde 1,7 den 2,8'e yükselişte bulunmasına sebep olmuştur.

6–7–10 Mart ta işlem görülen seanslarda indeks değeri 10.826–10.961 arasında salınmış verilen emir sayısı 51bin ila 58 bin arasında kalmıştır. Sıcaklık ortalamanın altında seyretmiş sıcaklıklar sırasıyla 250–2075–15218–241 gibi

ortalamanın oldukça altında düşük değerler almıştır. Bu ivmesiz salınımların bir sonucu olarakda entropi 4 seans boyunca 0 diğer seanslar da ise 0.3 ve. 9 arasında seyretmiştir.

Buradan anlaşılması gereken yüksek entropi değerlerinde indeks yeni destek ve direnç noktalarında hareketine devam etmiştir. İhmal edilecek kadar küçük değerlerde (sıfıra yakın) ise indeks durgun-yatay seviyede ivmesiz hareket halinde olmuştur.

İMKB 100 için şu sonuca varmak mümkündür. Entropi değerleri sonradan da açıklanacağı üzere Türk hisse senedi piyasaları gibi volatil piyasalarda artış ve azalışları bize göstermesi açısından sağlıklı değerler vermektedir. Bütün volatil piyasalarda olduğu gibi piyasamızda da azalışlar artışlardan daha yüksek olmaktadır. Burada elde edilmesi gereken ikinci sonuç ise entropinin aşırı artış gösterdiği durumlarda alıcı-satıcının “bekle-gör” konumunda olması gerektiğidir.

Burada düşük entropi değerinde düşüş gösteren piyasa, ardında yüksek bir entropi değerine ulaşıyorsa bir önceki değerinden daha da yüksek bir değer altına gerilemekte veya bir önceki kaybın çok altında toparlanma sürecini gerçekleştirmektedir. Toparlanma sürecinde indeks düşük entropi değerlerinde dolaşıyorsa hareket yatay seyrini korumaktadır.

3.VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Simulasyon aşamasında ve takip eden yorumlama aşamalarında ekonomik sistemin sert inişlerin ve çıkışların yaşandığı piyasamızda sonuçları kestirmenin

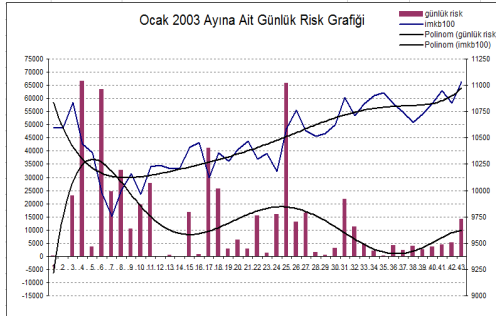
şimdiden oldukça zor olacağı sylenabilir. Oluşturduğumuz mimari ve simulasyon bu tekniğın Türk-Finans Dünyası için çeşitli ancak temel araştırmalarda referans olarak kullanılabilir olabildiğini göstermektedir. Sonuçlar değerdendirilirken başlangıçta bazı noktalar üzerinde şunları söylemek mümkündür.

Hesaplanan sıcaklık ve entropi değerdeleri İMKB100 grafik analizine aynı ölçüde etkide bulunmuş, fakat değışik zaman dilimlerinde yapılan izlemelerde aynı oranda etki etmediğini izlenmiştir. Fakat kabul etmek gerekir ki ülkemizde tüm sermaye piyasası araçlarına siyasi ve politik gelişmeler oldukça etki etmektedir. Bu çalışma aşırısı artış ve azalış olan ve siyasi etkilerin olmadığı günlerde daha başarılı çıktı değerdeleri vermiştir. Sonuçlar alınmadan önce hatta simulasyon aşamasının başında önceden belirlediğimiz girdi değerdelerine ait tablolara bakacak olursak burada 2003 yılı ve 2004 yılları için şaşırtıcı bir takım gelişmeler olduğu söylenebilir. Sıcaklık değerdeleri 2004 yılında, 2003 yılına oranla ani azalış ve artış eğilimleri göstermekte, 2003 yılı sıcaklık indeks karşılaştırma grafiğinde elde edilen 12 adet oldukça yüksek sıcaklık artışlarına karşı, 2004 yılının neredeyse tamamı ani sıcaklık artışlarıyla geçmiştir

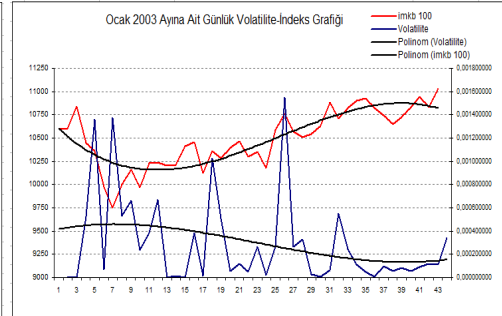


Grafik 2.3: Ocak 2003 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği

03.01.2003–12.01.2003 tarihleri arasında sıcaklık ayın en yüksek ikinci ve üçüncü değerleridir. Bu dönemde sıcaklıklar aşırı artış ve azalışlar göstermektedir. İndeks grafiğine bakılacak olursa ilk çöküş ve takip eden azalma eğilimleri bu seviyede ortaya çıkmaktadır



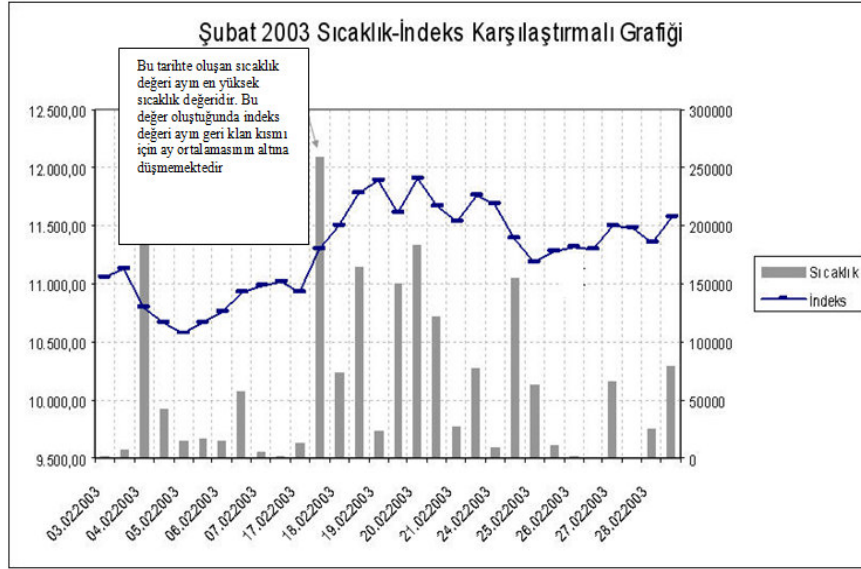
Grafik 2.4: Ocak 2003 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği⁵⁵



Grafik 2.5: Ocak 2003 Ayına Ait Günlük Volatilite-İndeks Grafiği

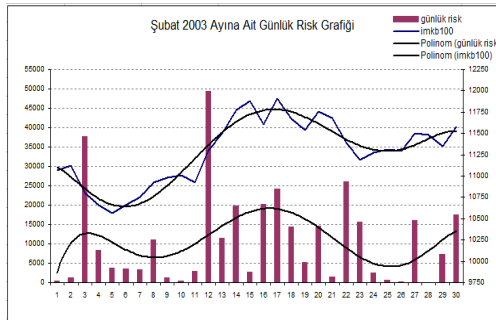
⁵⁵ Risk parametresine,,volatilitenin seans sonu işlem frekansına bölünmesi ile ulaşılmıştır.

Bu tarihteki sıcaklık ayın ortalama değerinden yüksek olmak üzere, en yüksek değerine ulaşmaktadır. Bu tarihten sonra indeks uzun bir süre, oluşan indeks değerinin altına düşmemektedir.

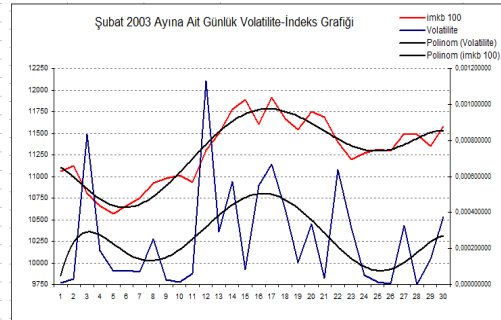


Grafik 2.6: Şubat 2003 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği

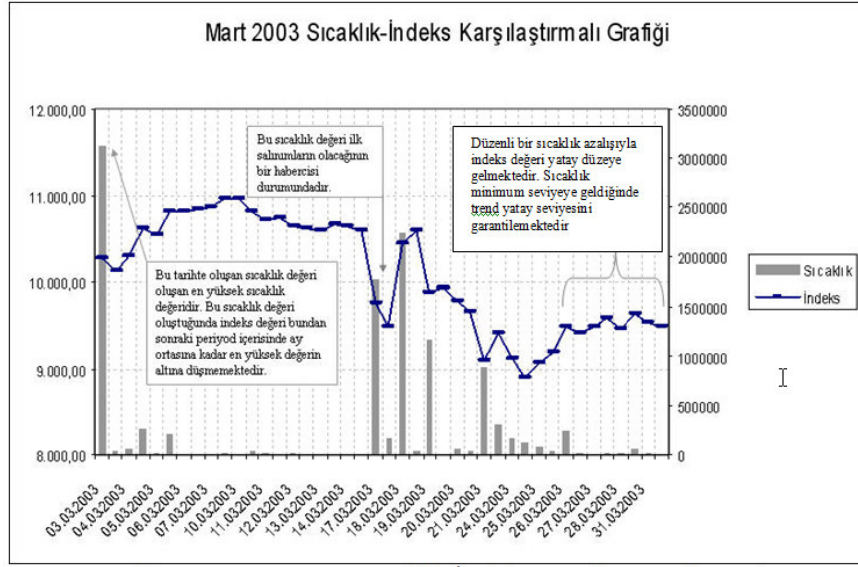
17.02.2003 tarihinde oluşan sıcaklık değeri bu ayda oluşan en yüksek sıcaklık değeridir. Bu sıcaklık değeri oluştuğunda indeks değeri bundan sonraki dönem içerisinde ortalama değerinin altına düşmemektedir.



Grafik 2.7: Şubat 2003 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği

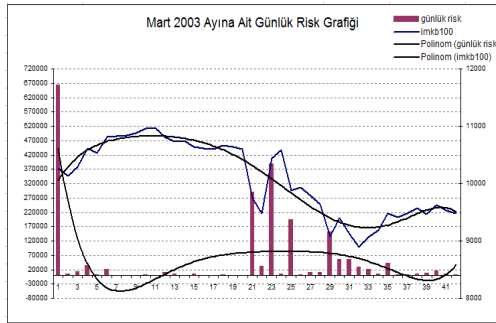


Grafik 2.8: Şubat 2003 Ayına Ait Günlük Volatilite-İndeks Grafiği

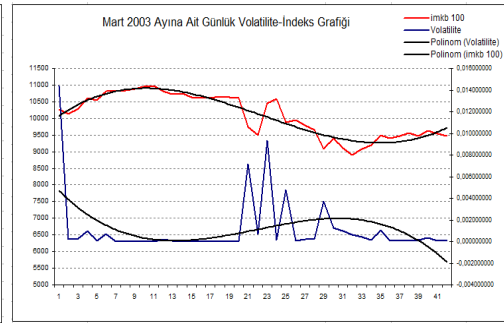


Grafik 2.9: Mart 2003 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği

Ayın ilk günü oluşan sıcaklık değeri oluşan en yüksek sıcaklık değeridir. Bu sıcaklık değeri oluştuğunda indeks değeri bundan sonraki periyot içerisinde ay ortasına kadar en yüksek değerin altına düşmemektedir.



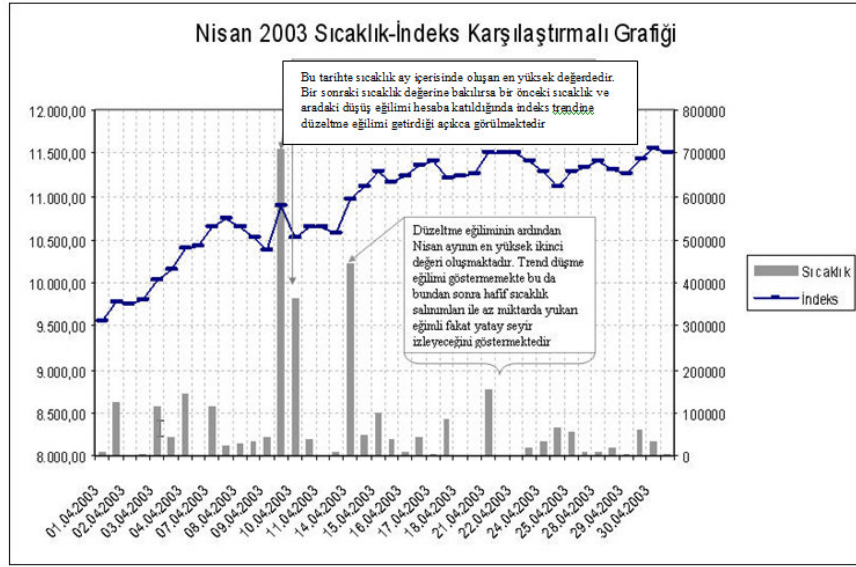
Grafik 2.10: Mart 2003 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği



Grafik 2.11: Mart 2003 Ayına Ait Günlük Volatilite-İndeks Grafiği

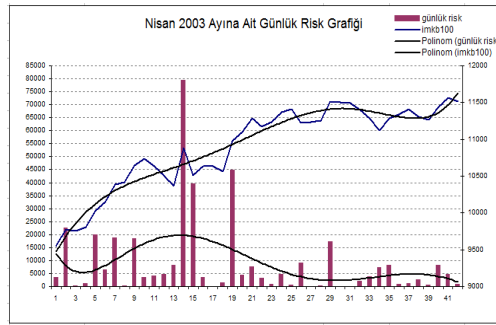
Ay ortasında oluşan ani sıcaklık üst değeri ilk salınımların olacağına bir habercisi durumundadır

Ayın son çeyreği düzenli bir sıcaklık azalışıyla indeks değerleri yatay düzeye gelmektedir. Sıcaklık minimum seviyeye indiğinde trend yatay seyrine kavuşmaktadır

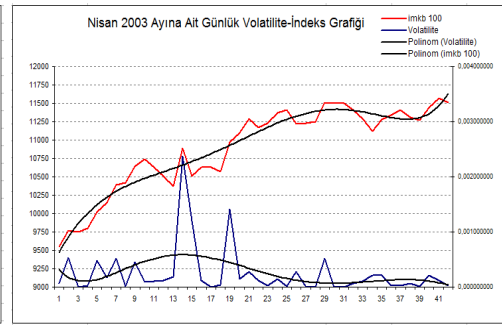


Grafik 2.12: Nisan 2003 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği

09.04.2003–10.04.2003 tarihlerinde sıcaklık, ilgili ay içerisinde oluşan en yüksek değere ulaşmıştır. Bir sonraki sıcaklık değerine bakılacak olursa; bir önceki sıcaklık ve aradaki hafif düşüş eğilimi hesaba katıldığında, indeks trendine bir düzeltme geleceği söylenebilir.

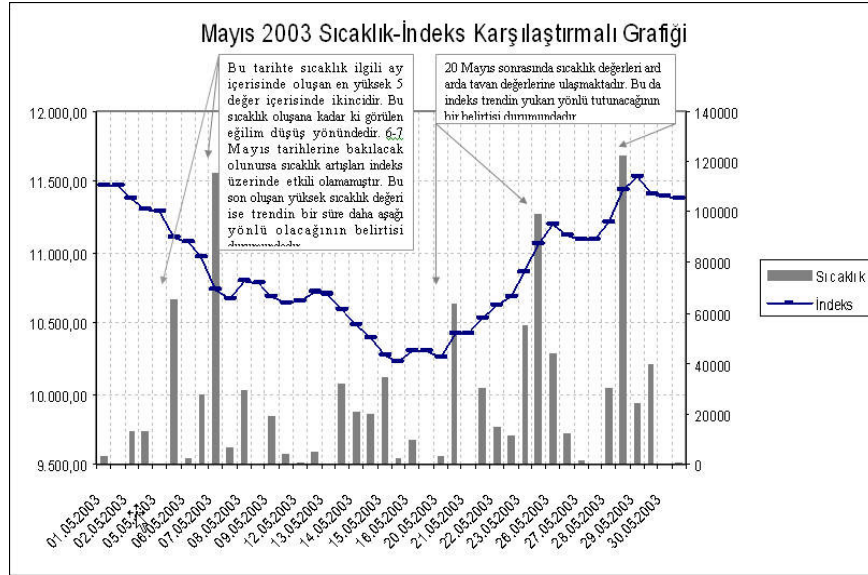


Grafik 2.13: Nisan 2003 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği



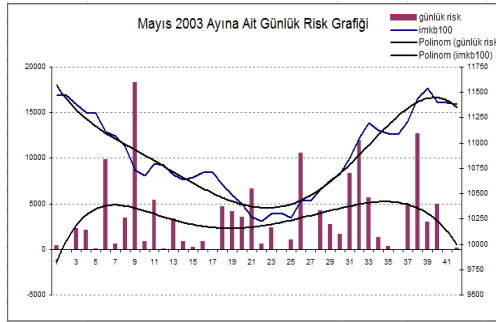
Grafik 2.14: Nisan 2003 Ayına Ait Günlük Volatilite-İndeks Grafiği

Ay ortasındaki düzeltme eğiliminin ardından Nisan ayının en yüksek ikinci değeri oluşmaktadır. Trend düşme eğilimi göstermemekte, bu durum, bu tarihten sonra trendin hafif sıcaklık salınımını ile az miktarda yukarı eğimli fakat yatay seyir izleyeceğini göstermektedir.

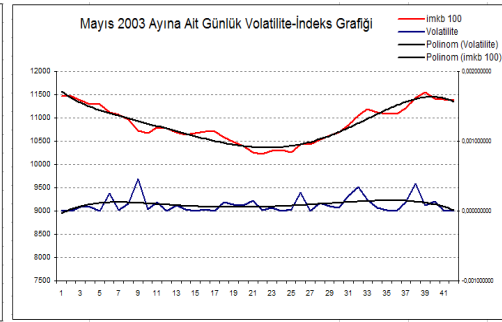


Grafik 2.15: Mayıs 2003 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği

07.05.2003 tarihi sıcaklık ilgili ay içerisinde oluşan en yüksek beş değer içerisinde ikincidir. Bu sıcaklık oluşana kadar ki görülen eğilim düşüş yönündedir. 06.05.2003–07.05.2003 tarihlerine bakılacak olursa sıcaklık artışları indeks üzerinde etkili olamamıştır. Son oluşan yüksek sıcaklık değeri ise trendin bir süre daha aşağı yönlü olacağının belirtisi durumundadır.

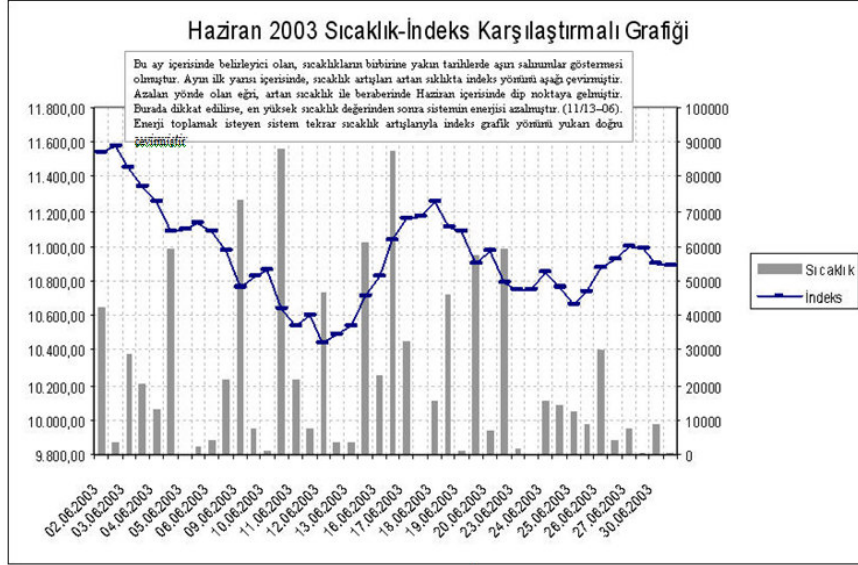


Grafik 2.16: Mayıs 2003 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği



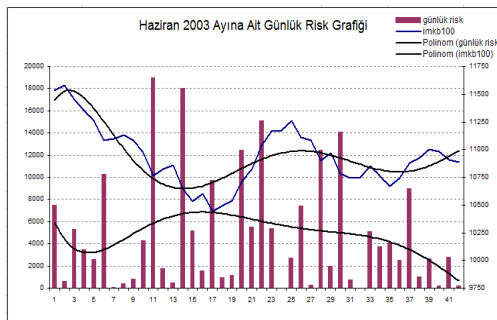
Grafik 2.17: Mayıs 2003 Ayına Ait Günlük Volatilite-İndeks Grafiği

21.05.2003-23.05.2003 ve 28.05.2003 tarihlerinde sıcaklık değerleri ard arda tavan değerlerine ulaşmaktadır. Bu da indeks trendin yukarı yönlü tutunacağını bir belirtisi durumundadır

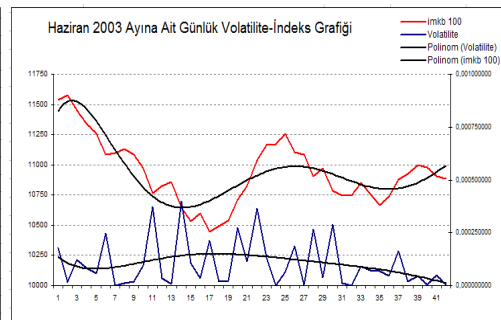


Grafik 2.18: Haziran 2003 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği

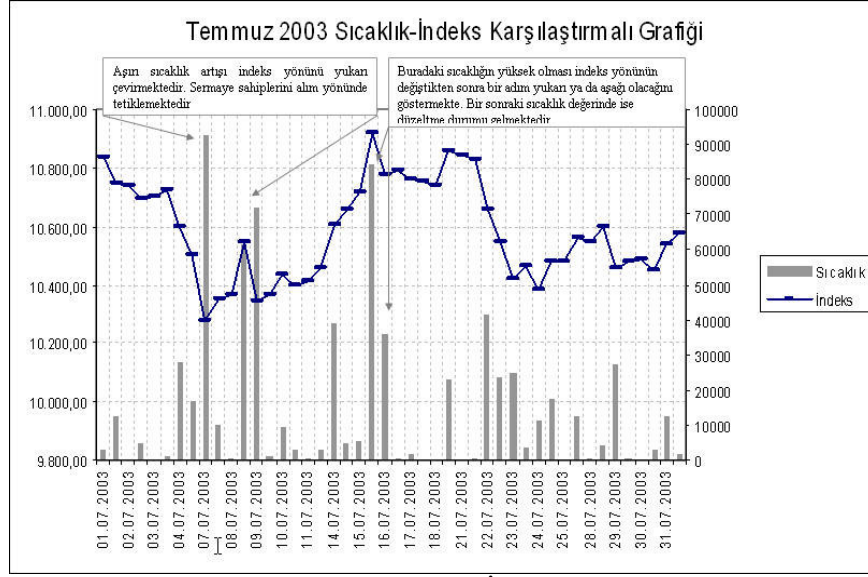
Bu ay içerisinde belirleyici olan, sıcaklıkların birbirine yakın tarihlerde aşırı salınımlar göstermesi olmuştur. Ayın ilk yarısı içerisinde, sıcaklık artışları artan sıklıkta indeks yönünü aşağı çevirmiştir. Azalan yönde olan indeks, artan sıcaklık ile beraberinde 11.06.2003–13.06.2003 tarihlerinde dip noktaya gelmiştir. Burada dikkat edilirse, en yüksek sıcaklık değerinden sonra sistemin enerjisi azalmıştır. Enerji toplamak isteyen sistem tekrar sıcaklık artışlarıyla indeks grafik yönünü yukarı doğru çevirmiştir



Grafik 2.19: Nisan 2003 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği

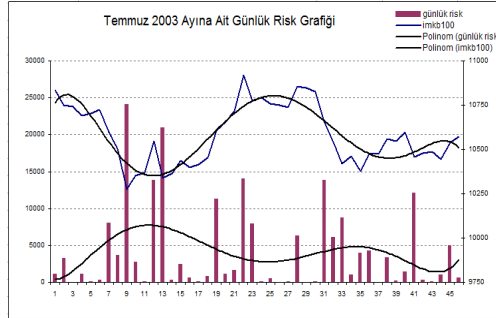


Grafik 2.20: Nisan 2003 Ayına Ait Günlük Volatilite-İndeks Grafiği

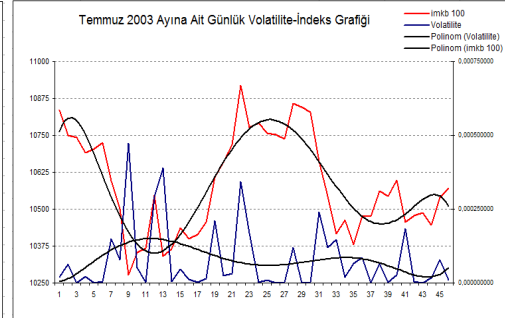


Grafik 2.21: Temmuz 2003 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği

07.07.2003 tarihinde aşırı sıcaklık artışı indeks yönünü yukarı çevirmektedir. Sıcaklık artışları sermaye sahiplerini alım yönünde tetiklemektedir

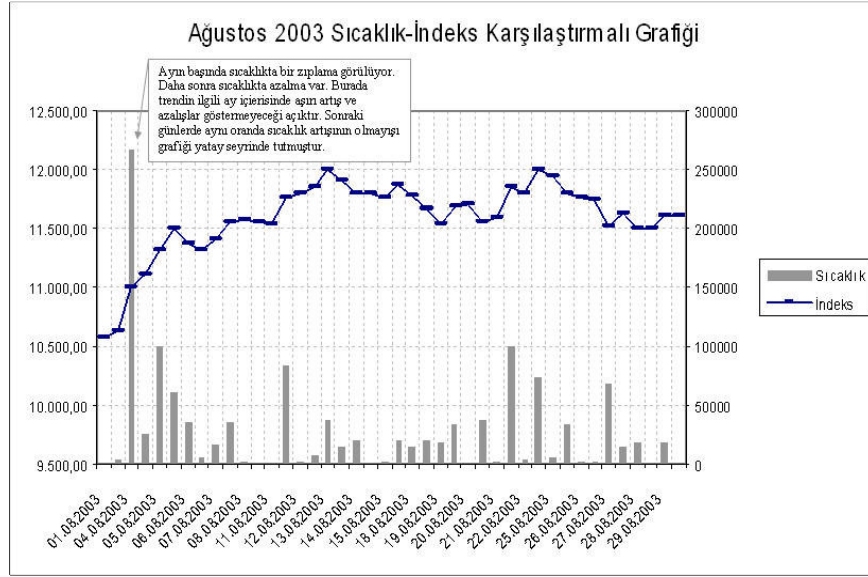


Grafik 2.22: Temmuz 2003 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği



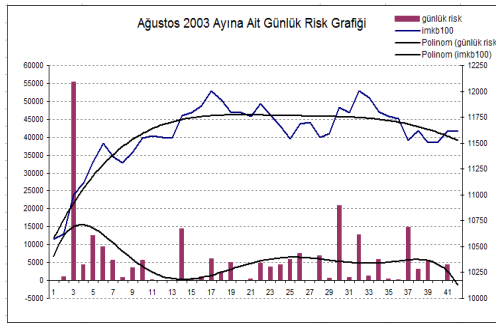
Grafik 2.23: Temmuz 2003 Ayına Ait Günlük Volatilite-İndeks Grafiği

09.08.2003–15.08.2003–16.08.2003 tarihlerinde sıcaklığın yüksek olması indeks yönünün değiştikten sonra bir adım yukarı ya da aşağı olacağını göstermektedir. Bir sonraki sıcaklık değerinde ise düzeltme durumu gelmektedir

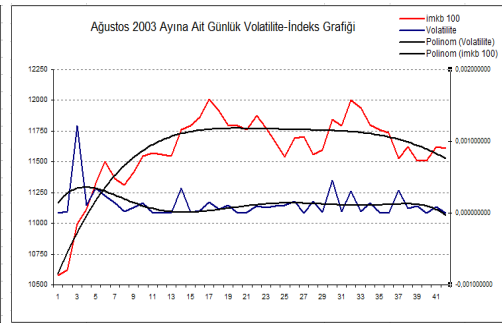


Grafik 2.24: Ağustos 2003 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği

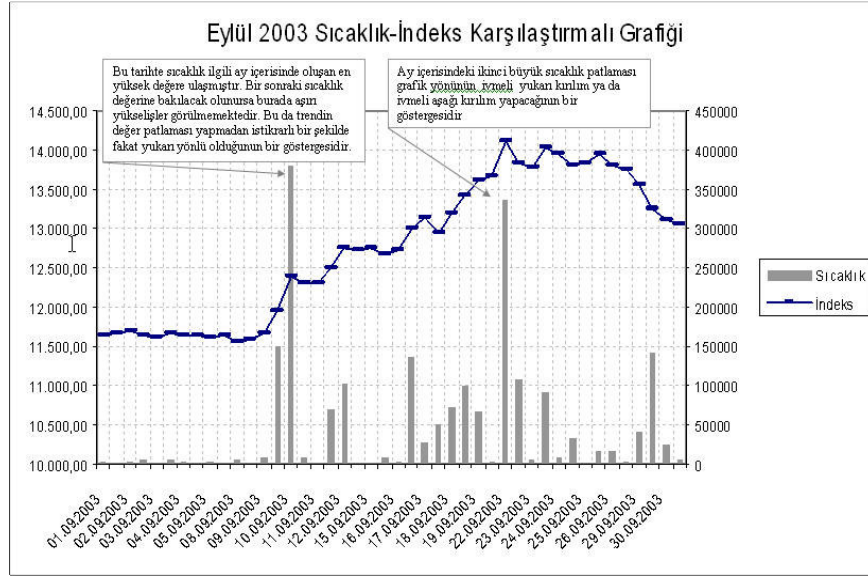
04.08.2003 tarihinde sıcaklıkta ani bir çıkış görülmektedir. Daha sonra sıcaklıkta azalma oluşmuştur. Burada trendin ilgili ay içerisinde aşırı artış ve azalışlar göstermeyeceği açıktır. Sonraki günlerde aynı oranda sıcaklık artışının olmayışı grafiği yatay seyrinde tutmuştur.



Grafik 2.25: Ağustos 2003 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği

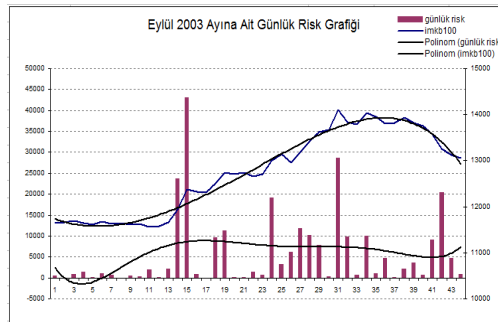


Grafik 2.26: Ağustos 2003 Ayına Ait Günlük Volatilite-İndeks Grafiği

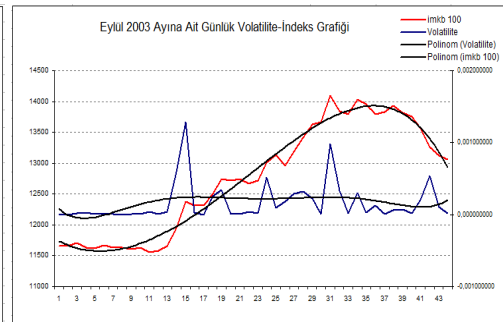


Grafik 2.27: Eylül 2003 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği

09.09.2003 tarihine özellikle bakılacak olursa sıcaklık ilgili ay içerisinde oluşan en yüksek değere ulaşmıştır. Bir sonraki sıcaklık değerine dikkat edilirse burada aşırı yükselişler görülmemektedir. Bu da trendin değer patlaması yapmadan istikrarlı bir şekilde fakat yukarı yönlü olduğunun bir göstergesidir.



Grafik 2.28: Eylül 2003 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği



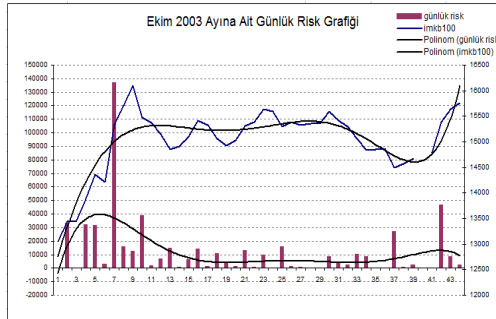
Grafik 2.29: Eylül 2003 Ayına Ait Günlük Volatilité-İndeks Grafiği

22.09.2003 tarihinde oluşan ayın ikinci büyük sıcaklık değeri grafik yönünün ani bir yukarı kırılımda ya da ani aşağı kırılımda bulunacağının bir göstergesidir.

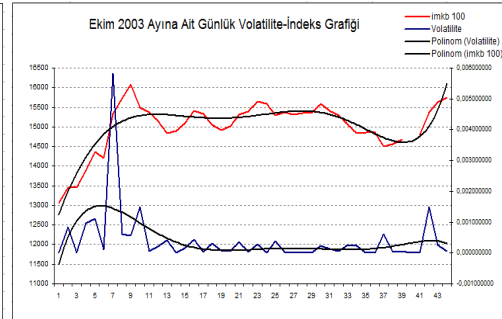


Grafik 2.30 : Ekim 2003 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği

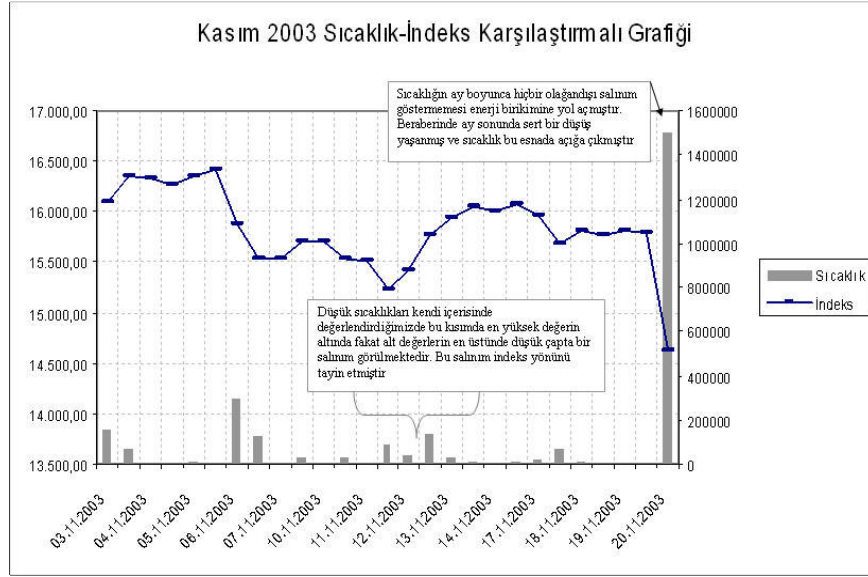
06.10.2003 tarihinde sıcaklık ilgili ay içerisinde oluşan en yüksek değere ulaşmıştır. Ardında destekleyici sıcaklık artışları olmadığından (düşük sıcaklık değerleri ile) indeks hafif aşağı yönlü kırılım göstermiştir. Sonraki günlerde ay ortalamasının oldukça altında kalan sıcaklık değerleri oluşmuştur. Bu sıcaklık değerlerinin indeksi yatay seyrinde tutmayı başarmıştır.



Grafik 2.31: Ekim 2003 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği

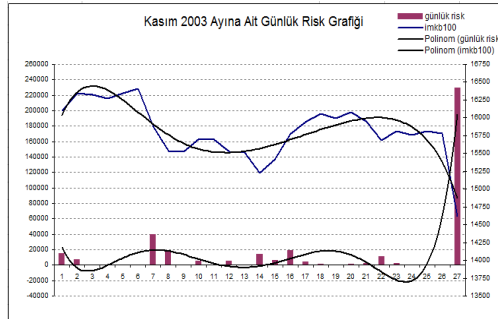


Grafik 2.32: Ekim 2003 Ayına Ait Günlük Volatilite-İndeks Grafiği

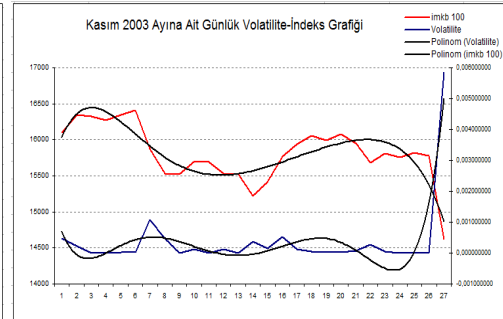


Grafik 2.33 : Kasım 2003 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği

Düşük sıcaklık değerleri kendi içinde değerlendirildiğinde, sıcaklıkların 11.11.2003–13.11.2003 tarihleri arasında en yüksek değerin altında olduğu fakat durağan sıcaklık değerlerinin olduğu işlem zamanlarının artık bittiği sinyali ile düşük çapta bir salınım gösterdiği görülmektedir. Bu salınım indeks yönünü tayin etmiştir

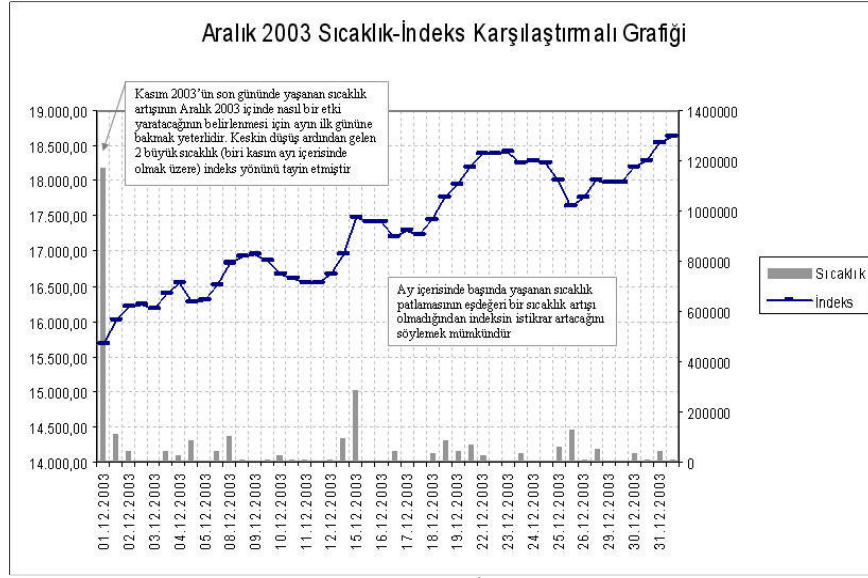


Grafik 2.34: Kasım 2003 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği



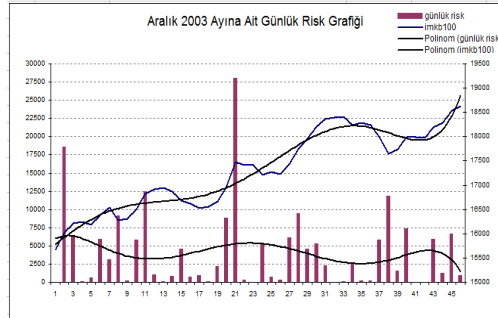
Grafik 2.35: Kasım 2003 Ayına Ait Günlük Volatilite-İndeks Grafiği

Sıcaklığın ay boyunca hiçbir olağandışı salınım göstermemesi enerji birikimine yol açmıştır. Beraberinde ay sonunda sert bir düşüş yaşanmış ve sıcaklık bu esnada açığa çıkmıştır

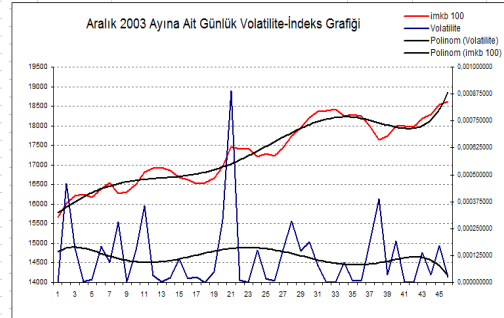


Grafik 2.36 : Aralık 2003 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği

Kasım 2003'ün son gününde yaşanan sıcaklık artışının Aralık 2003 içinde nasıl bir etki yaratacağının belirlenmesi için ayın ilk gününe bakılması yeterlidir. Keskin düşüş ardından gelen iki büyük sıcaklık artışı indeks yönünü tayin etmiştir

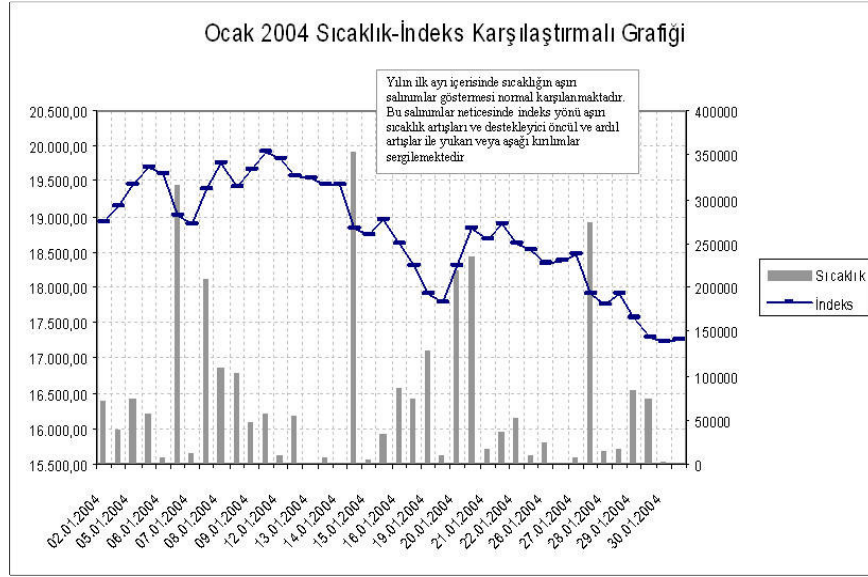


Grafik 2.37: Aralık 2003 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği

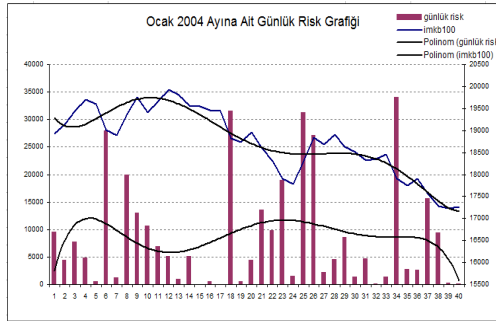


Grafik 2.38: Aralık 2003 Ayına Ait Günlük Volatilite-İndeks Grafiği

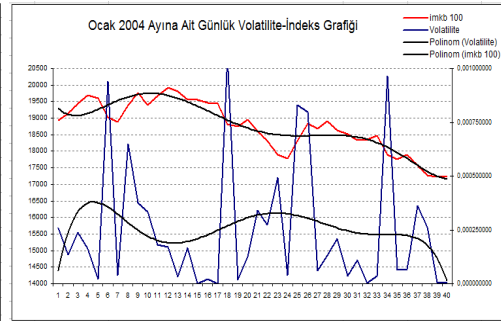
Ayın ilk günlerinde yaşanan sıcaklık patlamasının eşdeğeri bir sıcaklık artışı olmadığından, kalan işlem günlerinde indeksin sıcaklık salınımlarına bağlı olarak artışlara ve kar realizasyonlarına maruz kalacağını söylemek mümkündür



Grafik 2.39: Ocak 2004 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği

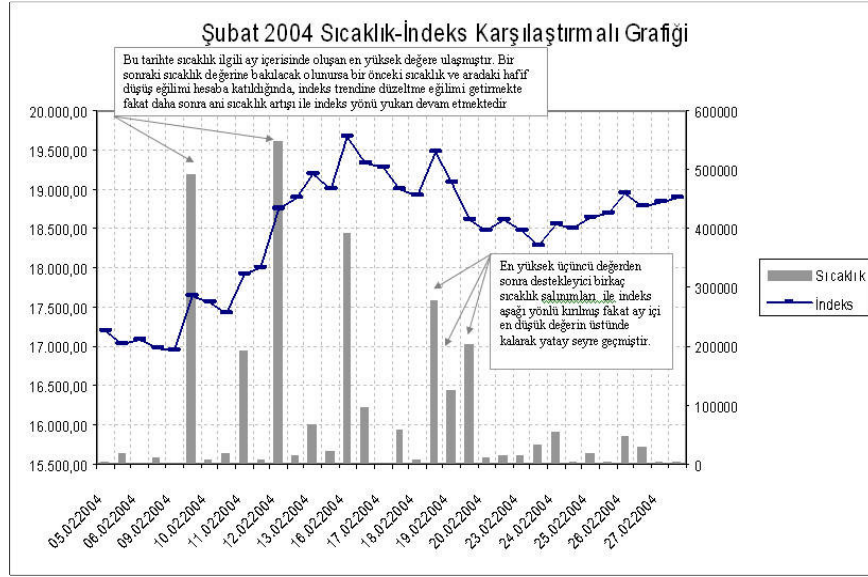


Grafik 2.40: Ocak 2004 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği



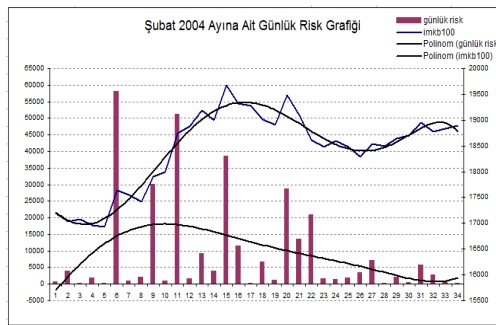
Grafik 2.41: Ocak 2004 Ayına Ait Günlük Volatilite-İndeks Grafiği

Yılın ilk ayı içerisinde sıcaklığın aşırı salınımlar göstermesi normal karşılanmaktadır. Ocak etkisiyle, bu salınımların neticesinde indeks yönü aşırı sıcaklık artışları ve destekleyici öncül ve ardıl artışlar ile yukarı veya aşağı kırılımlar sergilemektedir

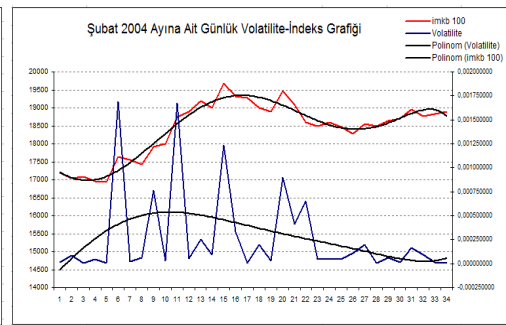


Grafik 2.42: Şubat 2004 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği

09.02.2004–12.02.2004 tarihlerinde sıcaklık ilgili ay içerisinde oluşan en yüksek değere ulaşmıştır. Bir sonraki sıcaklık değerine bakılacak olursa bir önceki sıcaklık değeri ve aradaki hafif düşüş eğilimi hesaba katıldığında, indeks trendine düzeltme eğilimi getirmekte fakat daha sonra ani sıcaklık artışı ile indeks yönü yukarı devam etmektedir

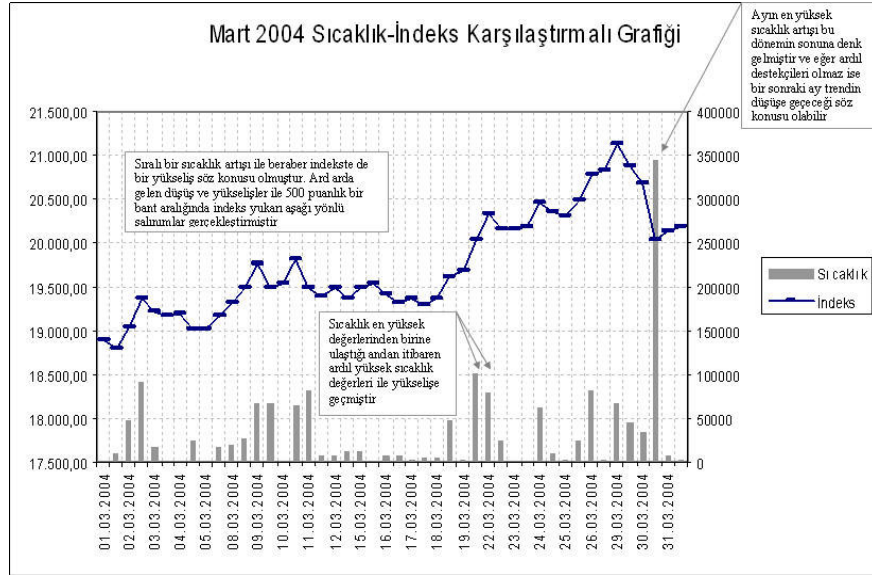


Grafik 2.43: Şubat 2004 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği



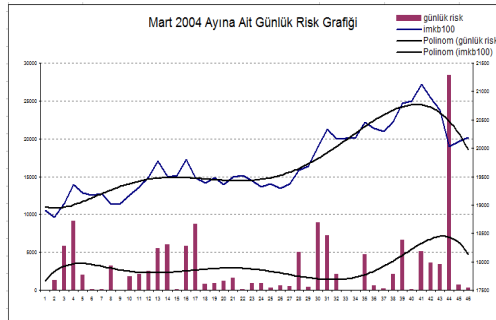
Grafik 2.44: Şubat 2004 Ayına Ait Günlük Volatilite-İndeks Grafiği

18.02.2004–20.02.2004 tarihlerinde en yüksek üçüncü değerden sonra destekleyici birkaç sıcaklık salınımı ile indeks aşağı yönlü kırılmış fakat ay içi en düşük değer in üstünde kalarak yatay seyre geçmiştir.

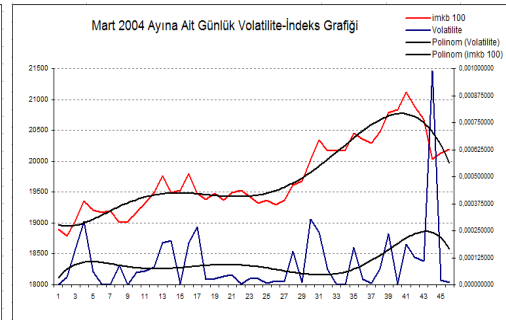


Grafik 2.45: Mart 2004 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği

Mart ayı içerisinde sıralı bir sıcaklık artışı ile beraber indekste de bir yükseliş söz konusu olmuştur. İndeks ard arda gelen düşüş ve yükselişler ile belirli bir aralıkta yukarı aşağı yönlü salınımlar gerçekleştirmiştir.



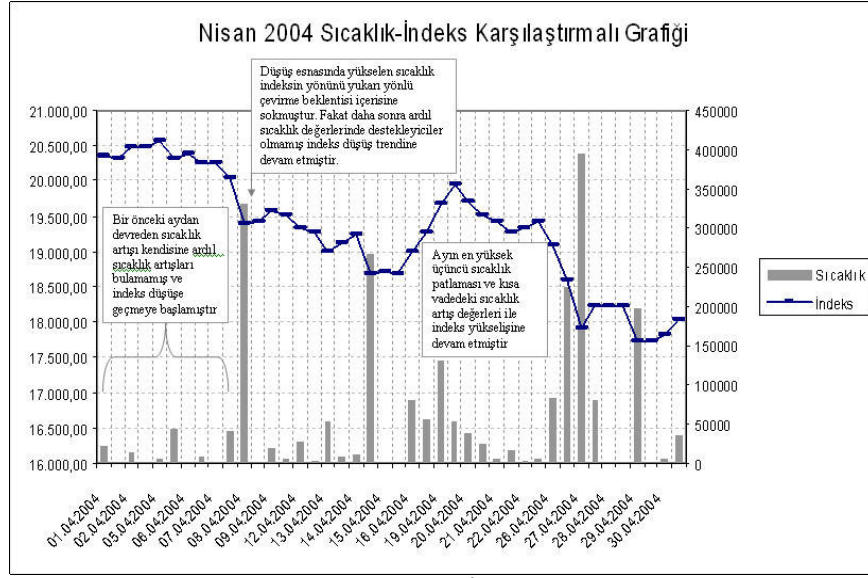
Grafik 2.46: Mart 2004 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği



Grafik 2.47: Mart 2004 Ayına Ait Günlük Volatilite-İndeks Grafiği

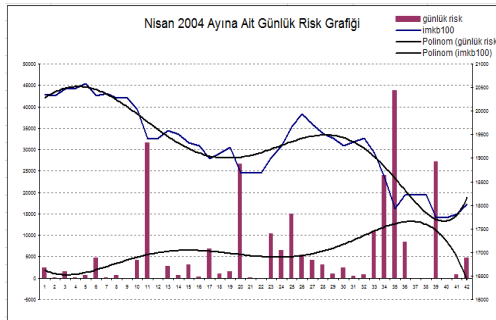
22.03.2004 tarihinde sıcaklık o işlem anına kadar ki en yüksek değerlerinden birine ulaştığı andan itibaren ardıl yüksek sıcaklık değerleri ile yükselişe geçmiştir

En yüksek sıcaklık artışı bu dönemin sonuna yani 30.03.2004 tarihinde oluşmuştur. Eğer ardıl destekçileri olmaz ise bir sonraki ay içerisinde indeksin düşüşe geçeceğinin söz konusu olabileceği ya da daha yüksek bir sıcaklık değeriyle daha da yukarı gidebileceği söylenebilmektedir.

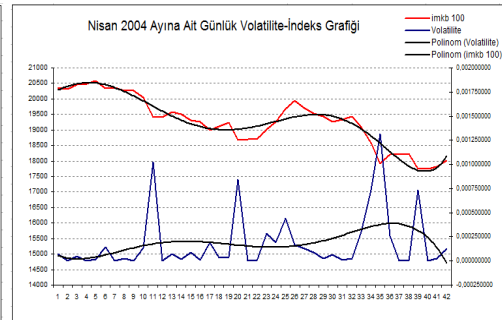


Grafik 2.48: Nisan 2004 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği

Bir önceki aydan devreden sıcaklık artışından sonra ardıl sıcaklık artışları gerçekleşmemiş ve ayın ilk çeyreğinde indeks düşüşe geçmeye başlamıştır. Düşüş esnasında 08.04.2004'de yükselen sıcaklık indeksin yönünü yukarı yönlü çevirme beklentisi içerisinde sokmuştur. Fakat daha sonra ardıl sıcaklık değerlerinde destekleyiciler olmaması indeks düşüş eğilimine devam etmiştir.

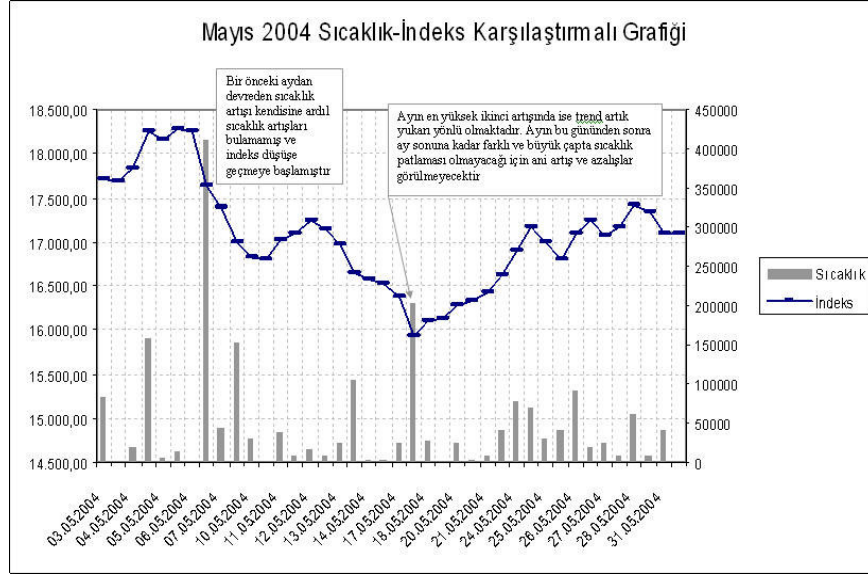


Grafik 2.49: Nisan 2004 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği



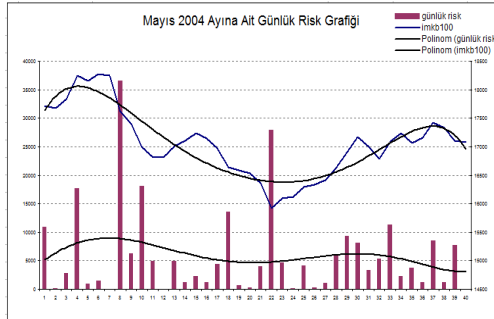
Grafik 2.50: Nisan 2004 Ayına Ait Günlük Volatilite-İndeks Grafiği

Nisan ayının ikinci yarısında ayın en yüksek üçüncü sıcaklık patlaması sonrası kısa vadedeki sıcaklık artış değerleri ile indeks yükselişine devam etmiştir

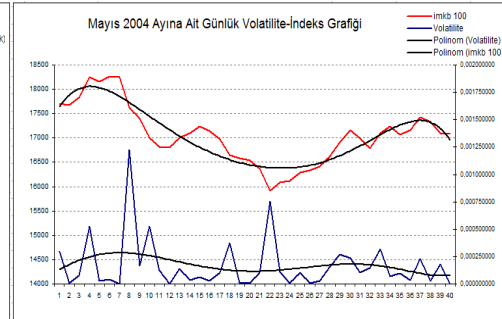


Grafik 2.51: Mayıs 2004 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği

Bir önceki aydan devreden sıcaklık artışı kendisine destekleyici ardıl sıcaklık artışları bulamamış ve indeks düşüşe geçmeye başlamıştır.

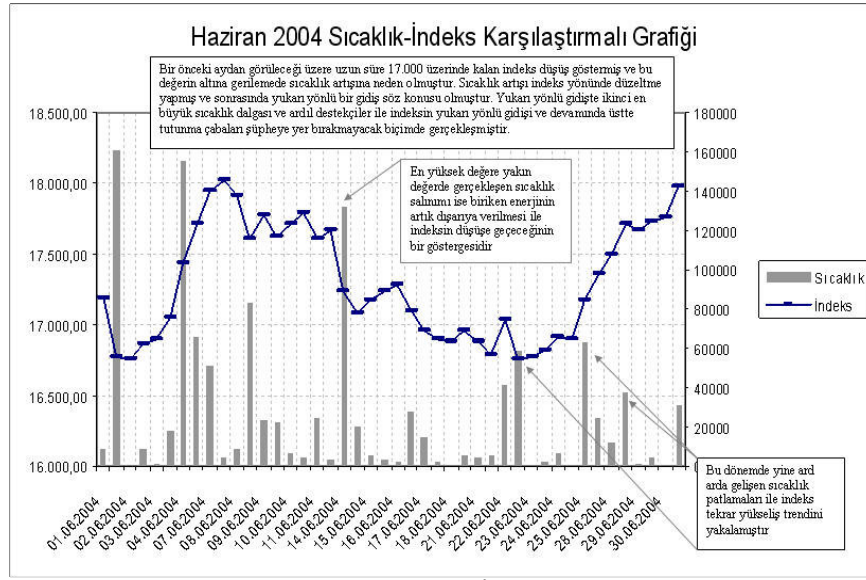


Grafik 2.52: Mayıs 2004 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği



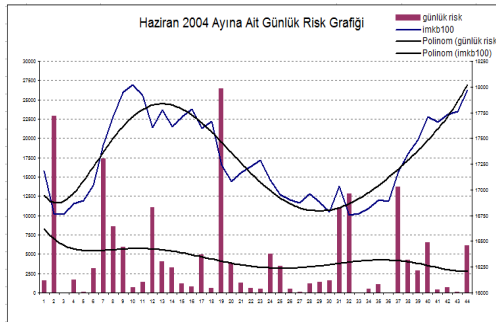
Grafik 2.53: Mayıs 2004 Ayına Ait Günlük Volatilite-İndeks Grafiği

18.05.2004 tarihindeki ayın en yüksek ikinci artışında değerler artık yukarı yönlü olmaktadır. Aynı bu gününden sonra ay sonuna kadar farklı ve büyük çapta sıcaklık patlaması olmayacağı için ani artış ve azalışlar görülmeyecektir

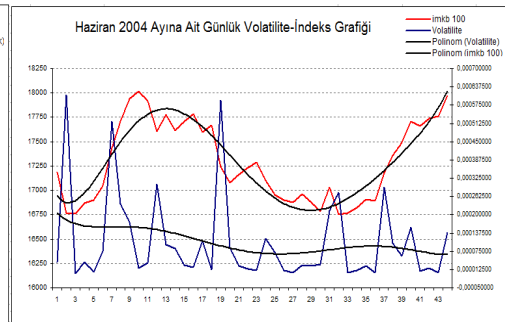


Grafik 2.54: Haziran 2004 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği

Bir önceki aydan görüleceği üzere uzun süre 17.000 üzerinde kalan indeks düşüş göstermiş ve bu değer altına gerilemede sıcaklık artışına neden olmuştur. Sıcaklık artışı indeks yönünde düzeltme yapmış ve sonrasında yukarı yönlü bir trend söz konusu olmuştur. Yukarı yönlü gidişte ikinci en büyük sıcaklık dalgası ve ardıl destekçiler ile indeksin yukarı yönlü ivme kazanması ve devamında üstte tutunma çabaları şüpheye yer bırakmayacak biçimde gerçekleşmiştir.



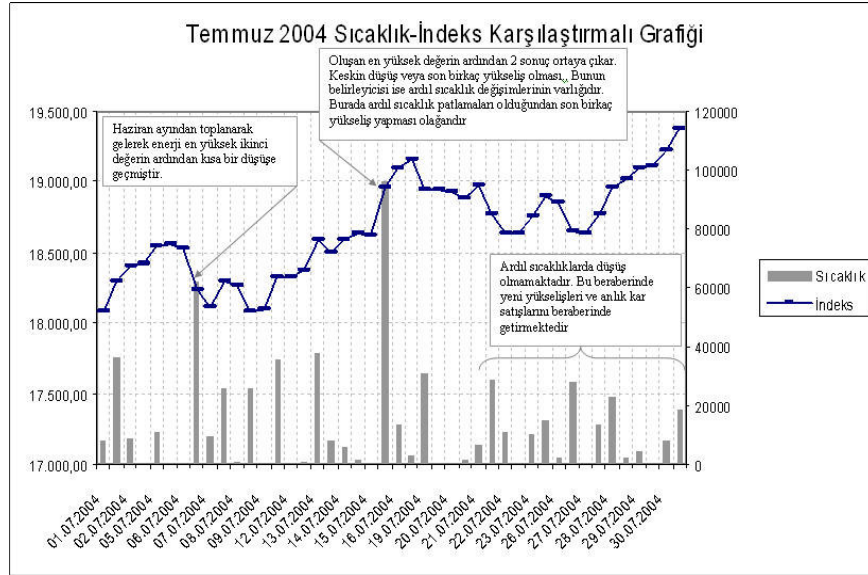
Grafik 2.55: Haziran 2004 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği



Grafik 2.56: Haziran 2004 Ayına Ait Günlük Volatilite-İndeks Grafiği

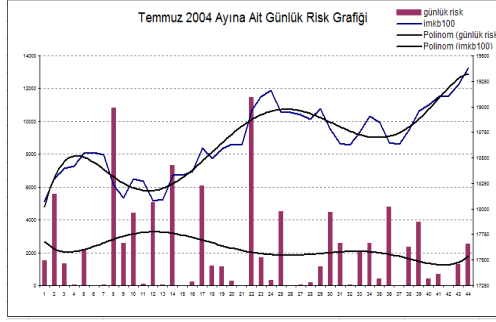
14.06.2004 tarihinde en yüksek değere yakın değerlerde gerçekleşen sıcaklık salınımları ise biriken enerjinin artık dışarıya çıkması ile indeksin düşüşe geçeceğinin bir göstergesidir

22.06.2004-25.06.2004-28.06.2004 döneminde ard arda gelişen sıcaklık patlamaları ile indeks tekrar yükseliş trendini yakalamıştır

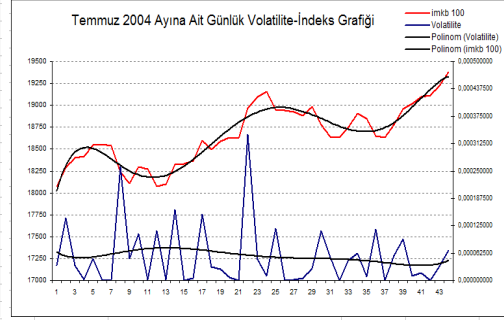


Grafik 2.57: Temmuz 2004 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği

Haziran ayından toplanarak gelerek enerji 06.07.2004 tarihindeki en yüksek ikinci değerin ardından ivmesini kaybetmiştir. 16.07.2004'te oluşan en yüksek değerin ardından Keskin düşüş veya son birkaç yükseliş olması durumunun olması gibi 2 sonuç ortaya çıkmaktadır. Bunun belirleyicisi ise ardıl sıcaklık değişimlerinin varlığıdır.

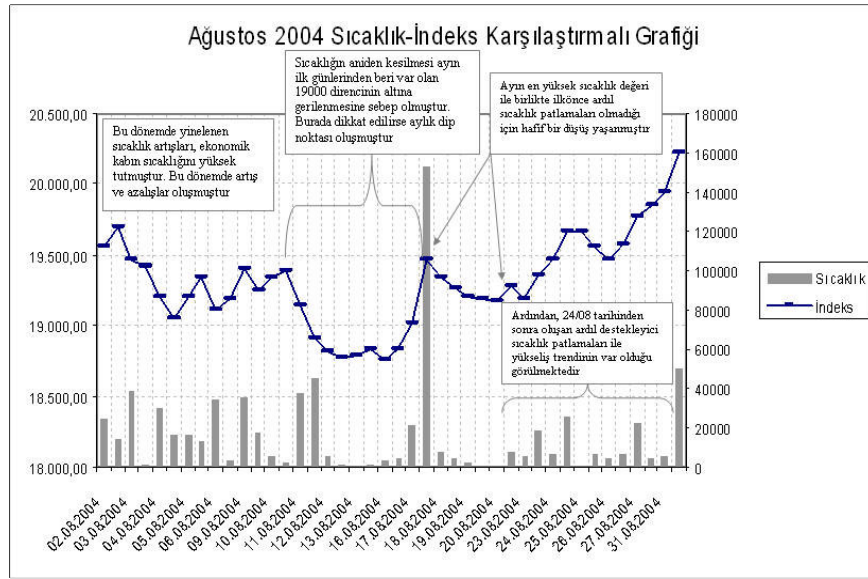


Grafik 2.58: Temmuz 2004 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği



Grafik 2.59: Temmuz 2004 Ayına Ait Günlük Volatilite-İndeks Grafiği

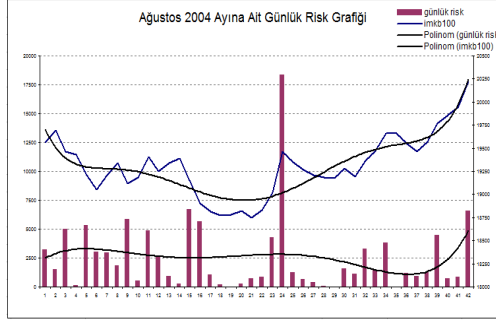
Burada ardıl sıcaklık patlamaları olduğundan indeks değerinin son birkaç yükselişte daha bulunması olağan sayılmıştır. 22.07.2004–30.07.2004 ardıl sıcaklıklarda düşüş olmamaktadır. Bu beraberinde yeni yükselişleri ve anlık kar satışlarını beraberinde getirmektedir



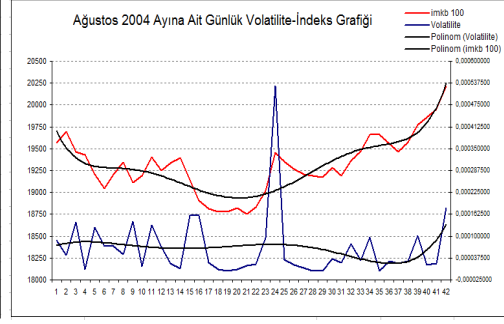
Grafik 2.60 : Ağustos 2004 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği

Ağustos 2004 dönemindeki sıcaklık artışları ekonomik kabın sıcaklığının yüksek tutulmasını sağlamıştır.

Özellikle ayın ilk yarısı içerisinde ortalamaya yakın sıcaklıklar indekste kısa salınımlar oluşmasına neden olmuştur.

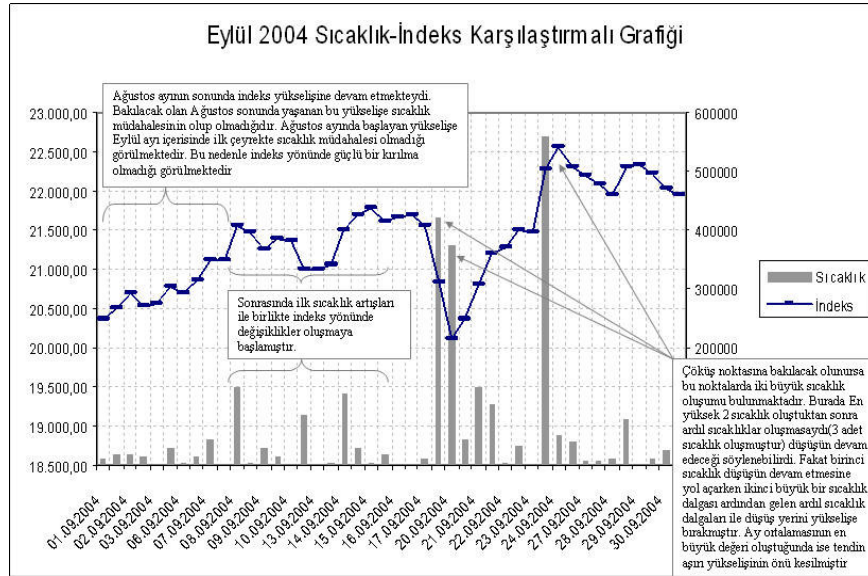


Grafik 2.61: Ağustos 2004 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği



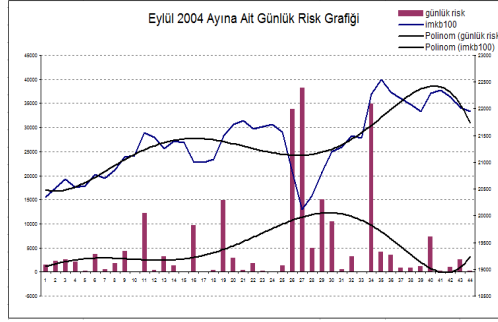
Grafik 2.62: Ağustos 2004 Ayına Ait Günlük Volatilite-İndeks Grafiği

Üçüncü haftada ise indeks ve sıcaklık değerlerinin yönü birbirleriyle orantılı olarak yer almıştır. 24.09.2004 tarihinde gerçekleşen, ayın en yüksek sıcaklık değeri ile birlikte indeksin yukarı hareketi başlamış ardından gelen yüksek sıcaklıklar ise indeks yönünün aynı kalmasını sağlamıştır.

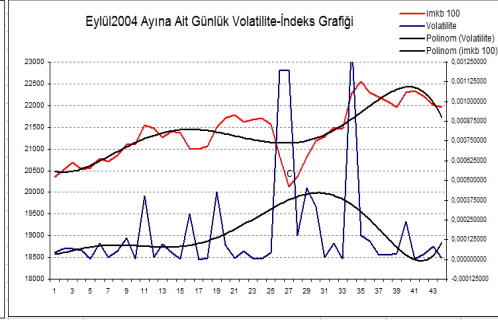


Grafik 2.63: Eylül 2004 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği

Ağustos ayının sonunda indeks yükselişine devam etmekte iken Eylül ayının ilk haftasında trend yönüne etkide bulunacak kadar yüksek sıcaklık değerlerine ulaşılmadığı görülmektedir. İkinci hafta için aynı şeyleri söylemek mümkün değildir. Burada ortalamaya yakın sıcaklık değerleri bir miktar trend yönünü etkilemiş görülmektedir. İndeks sıcaklığa göre kendini fiyatlamıştır.

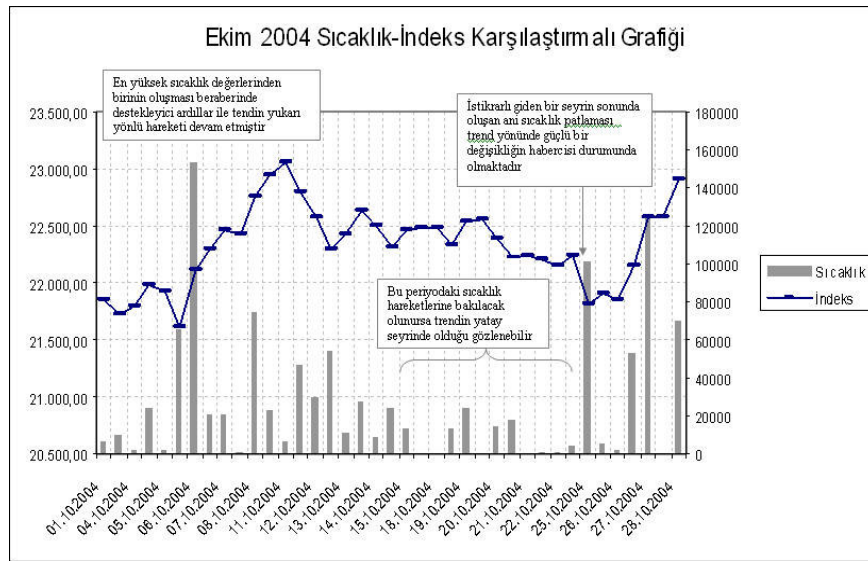


Grafik 2.64: Nisan 2005 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği



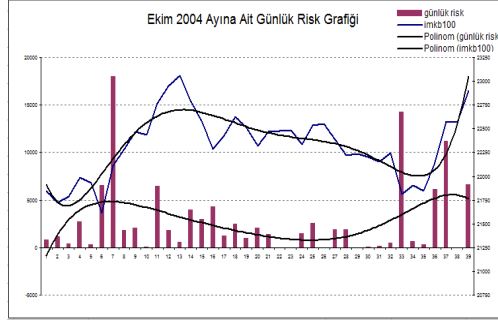
Grafik 2.65: Eylül 2004 Ayına Ait Günlük Volatilite-İndeks Grafiği

15.09.2004 sonrasında ise en yüksek sıcaklık değerlerine ulaşılması ile indeks ani bir düşüş ile ay içerisindeki en dip seviyelerine kadar inmiş; oradan ikinci sıcaklık dalgasıyla trend, yukarı doğru yükselişine devam etmiştir.

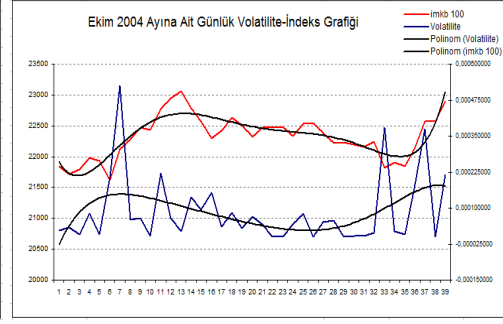


Grafik 2.66: Ekim 2004 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği

Eylül ayını takiben Ekim ayı içerisinde oldukça yüksek değerlere ulaşıldığı görülmektedir. Burada en yüksek ilk beş sıcaklık değerine bakılacak olursa; trend yönüne ivme kazandıran sıcaklıklar ile ani trend değişikliğine neden olan sıcaklık değerlerine sahip olduğu açıktır.

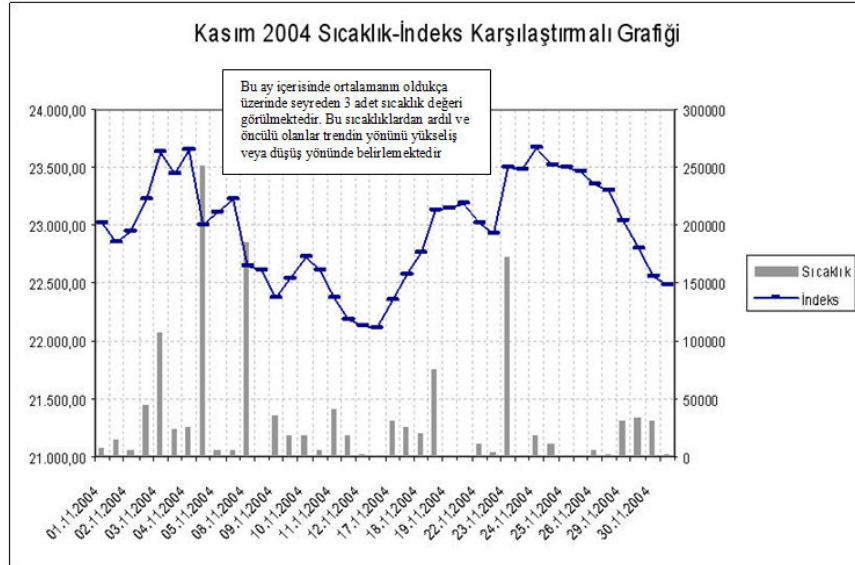


Grafik 2.67: Ekim 2004 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği



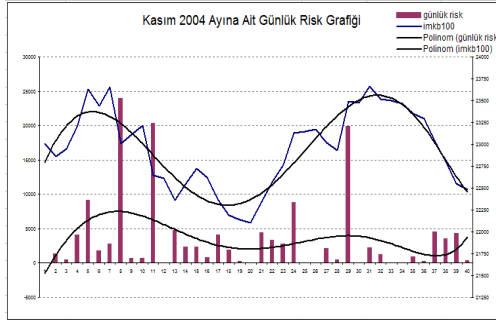
Grafik 2.68: Ekim 2004 Ayına Ait Günlük Volatilite-İndeks Grafiği

Özellikle; ayın son gününde gerçekleşen, ortalamanın üzerindeki sıcaklık değerleri, kendisine ardıl sıcaklık artışları bulabilirse, bir sonraki ay için alım satımda olumlu beklentiler oluşmasına neden olabilecektir.

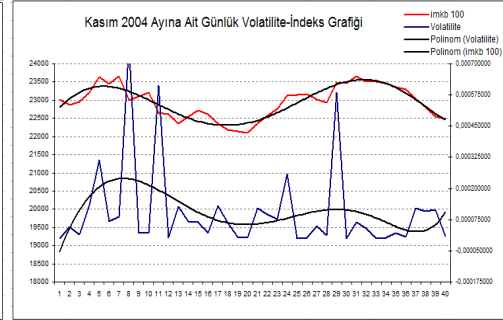


Grafik 2.69: Kasım 2004 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği

Kasım ayı sıcaklık ortalamasının oldukça düşük olduğu bir aydır. Beklentilerin oldukça düşük çıkması kaçınılmaz olmuştur. Ortalamanın çok üstündeki sıcaklık değerleri indeks yönünü değişmesine sebep olabildiği gibi ay sonunda aniden gelen sıcaklık değişimi trend yönünü değiştirmemiş, ardıl sıcaklıklar ile indeks düşüş eğilime girmiştir.

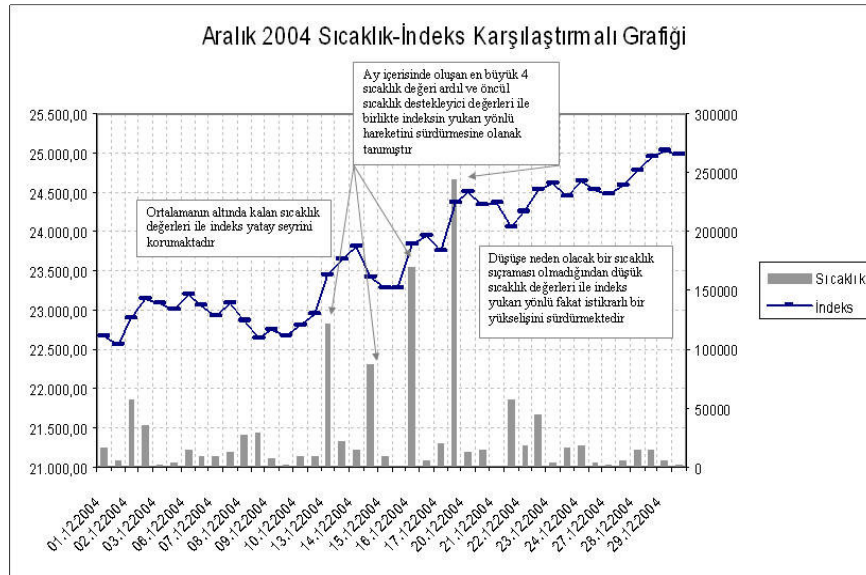


Grafik 2.70: Kasım 2004 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği



Grafik 2.71: Kasım 2004 Ayına Ait Günlük Volatilite-İndeks Grafiği

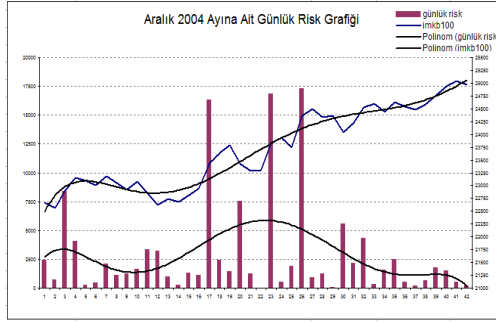
Eğilim, düşük sıcaklıklarda gerçekleştiği için, ani düşüş beklentisi içerisinde olmayıp, politik nedenler ihmal edildiğinde düşüşlerin aniden ortaya çıkmayacağı kanısına varmak yanlış olmaz. Hatta, düşük sıcaklıkta gelen değişimler, ardından gelen yüksek sıcaklık değerleri ile desteklenebilirse trend yükselişi devam edebilecek denilebilir.



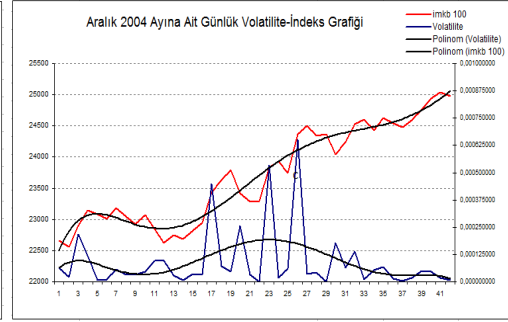
Grafik 2.72: Aralık 2004 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği

Bu ay içerisinde ortalamamın altında kalan sıcaklık değerleri ile trend yatay seyrini korumuştur. 13.12.2004–20.12.2004 aralığında ise ayın en yüksek ilk dört sıcaklık değeri indeks yönünün yukarı hareketine devam etmesini sağlamıştır. Hatta

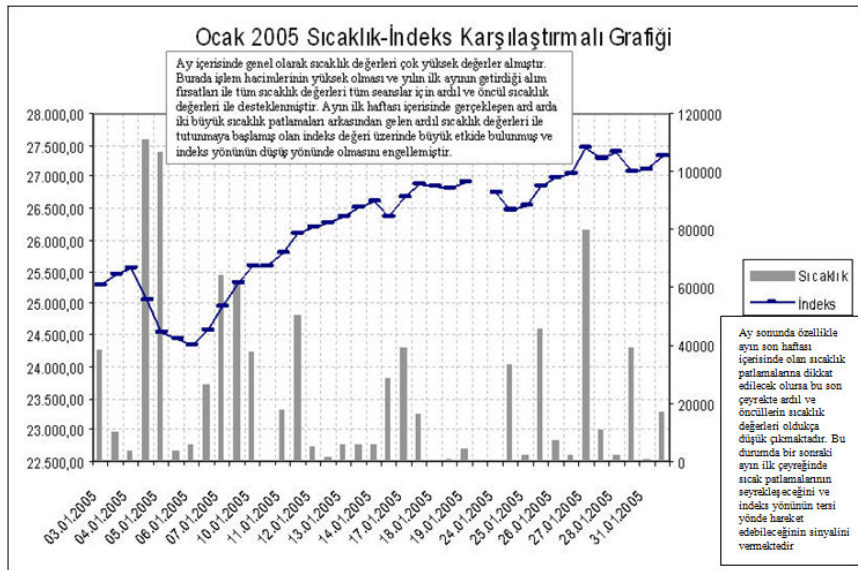
en yüksek sıcaklık değeri dahi seyir yukarı olduğundan ardıl sayılabilecek oldukça düşük sıcaklık değerleri trend yönünün değişmeden yoluna devam etmesinde etkili olmuştur.



Grafik 2.73: Aralık 2004 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği

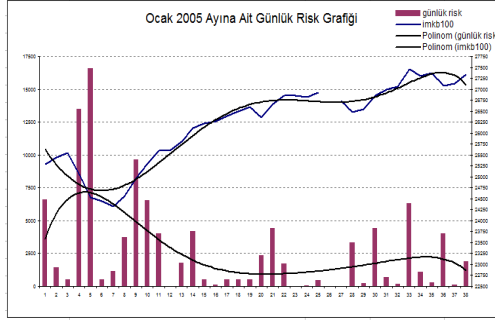


Grafik 2.74: Aralık 2004 Ayına Ait Günlük Volatilite-İndeks Grafiği

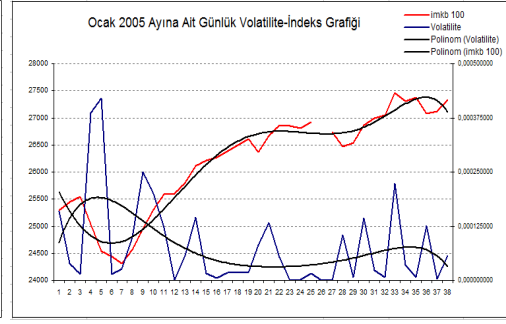


Grafik 2.75 : Ocak 2005 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği

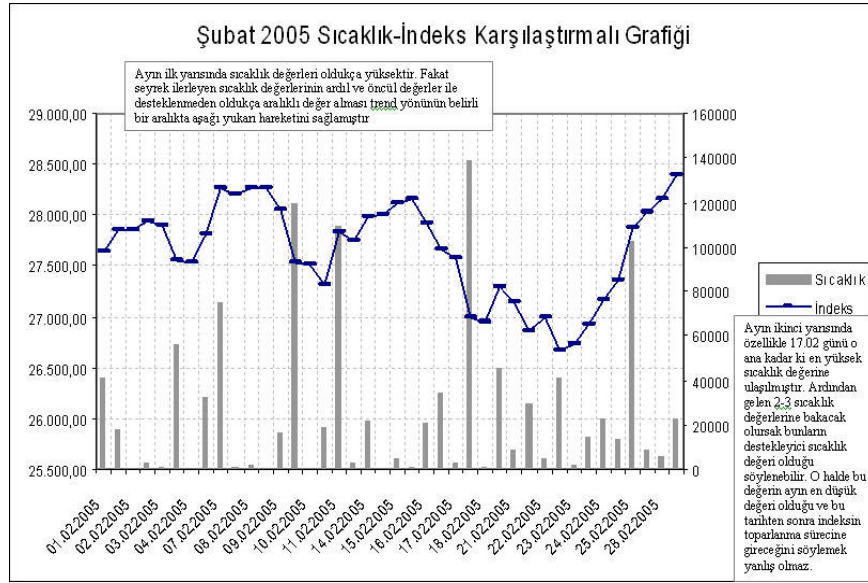
Bu ay içerisinde sıcaklık, yüksek değerlere sahiptir. Önceki aylara göre de sıcaklık ortalamaları oldukça yüksektir. Burada işlem hacimlerinin yüksek olması ve Ocak etkisinde olunması ile gelen alım fırsatları sıcaklıkların yüksek olmasında etkili olmuştur. 04.01.2005-06.01.2005 içinde en büyük iki sıcaklık patlaması ardından gelen sıcaklık değerleri ile tutunmayı başarmıştır. Bu indeks üzerinde oldukça etkili olmuştur. Ardıl sıcaklıklar ile trend yükselişte kalmayı başarmıştır.



Grafik 2.76: Ocak 2005 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği

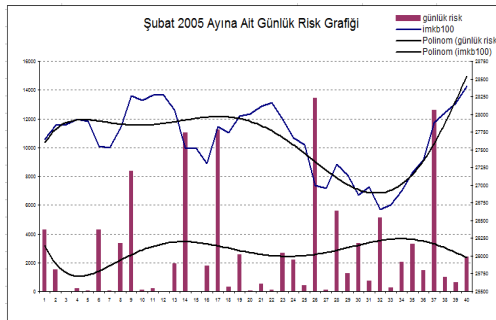


Grafik 2.77: Ocak 2005 Ayına Ait Günlük Volatilite-İndeks Grafiği

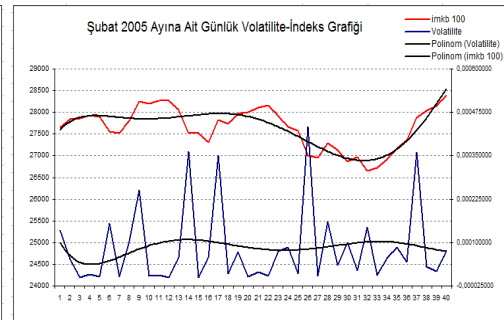


Grafik 2.78: Şubat 2005 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği

Ay içerisinde sıcaklık değerleri oldukça yüksektir. Fakat seyrek ilerleyen sıcaklık yükseliş ve düşüşlerinin ardıl ve öncül değerler ile desteklenmeden değerler alması trend yönünün belirli bir aralıkta yukarı aşağı hareket etmesine yol açmıştır.

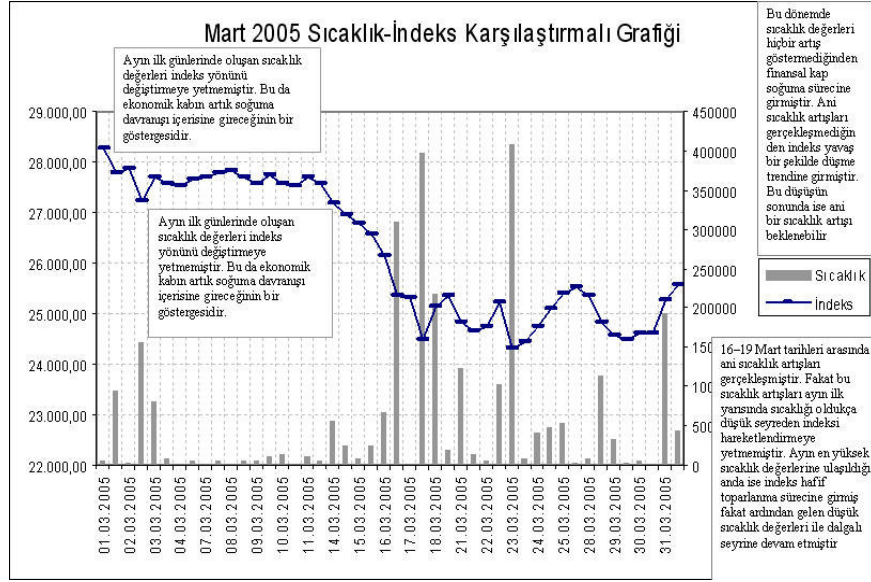


Grafik 2.79: Şubat 2005 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği



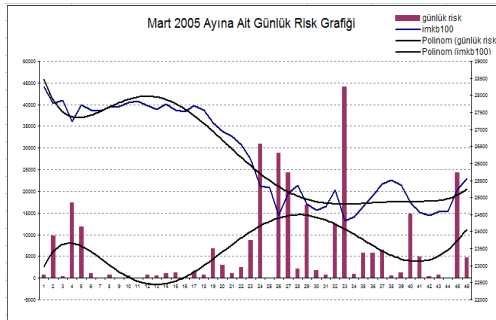
Grafik 2.80: Şubat 2005 Ayına Ait Günlük Volatilite-İndeks Grafiği

Ayın ikinci yarısında o ana kadar ki en yüksek sıcaklık değerine 17.02.2005 tarihinde ulaşılmıştır. Bu değeri takiben ardından gelen sıcaklık değerlerine bakılacak olursa bunların destekleyici sıcaklık değerlerine sahip olduğu söylenebilir.

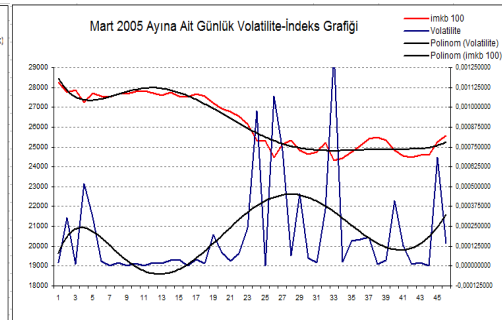


Grafik 2.81: Mart 2005 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği

Ayın ilk günlerinde oluşan sıcaklık değerleri indeks yönünü değiştirmeye yetmemiştir. Bu da ekonomik kabın artık soğuma davranışı içine girebileceği beklentisini oluşturmaktadır. Soğuma ise ardında yavaş, fakat sürekli bir düşüş eğilimine girilmesine neden olmuştur.

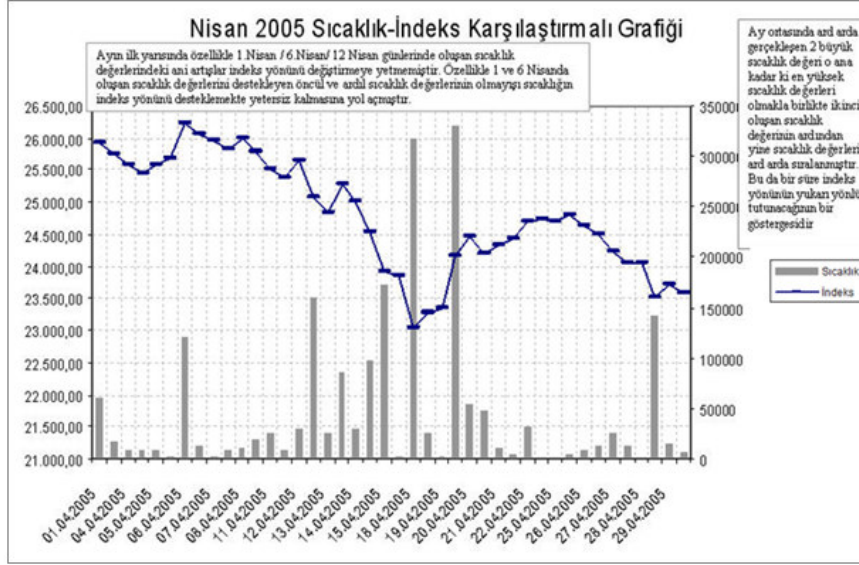


Grafik 2.82: Mart 2005 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği



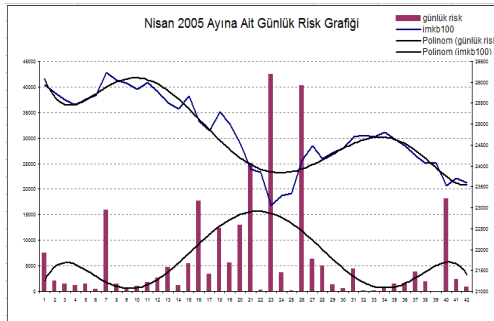
Grafik 2.83: Mart 2005 Ayına Ait Günlük Volatilite-İndeks Grafiği

Ayın üçüncü haftasında ani sıcaklık artışları kaydedilmiştir. Fakat bu sıcaklık artışları ayın ilk iki haftasında sıcaklığı oldukça düşük seyreden indeksi hareketlendirmeye yetmemiştir. Ayın en yüksek sıcaklık değerlerine ulaşıldığı anda ise indeks azda olsa toparlanma sürecine girmiş fakat ardından gelen düşük sıcaklık değerleri ile indeks dalgalı seyrine devam etmiştir.

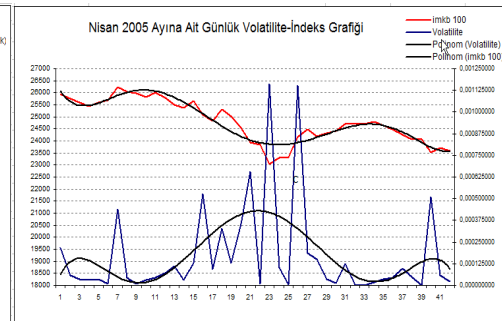


Grafik 2.84 : Nisan 2005 Sıcaklık-İndeks Karşılaştırmalı Grafiği

Nisan ayının ilk yarısında, özellikle 01.04.2005–12.04.2005 tarihleri arasında oluşan sıcaklık değerleri trendin yönünün değişmesine yetmemiştir. Özellikle 01.04.2005 ve 06.04.2005 tarihlerinde oluşan sıcaklık değerlerini destekleyen ardıl ve öncül sıcaklık değerlerinin olmayışı, sıcaklığın indeks yönünü desteklemesinde yetersiz kalmıştır.



Grafik 2.85: Nisan 2005 Ayına Ait Günlük Risk Grafiği



Grafik 2.86: Nisan 2005 Ayına Ait Günlük Volatilite-İndeks Grafiği

Grafiklerde görüldüğü üzere ard arda gerçekleşen iki büyük sıcaklık değeri oluşan yüksek sıcaklık değerleri olmakla birlikte ikinci oluşan sıcaklık değerinin ardından ardıl sıcaklık değerleri oluşmuştur. Bu durum indeksin bir süre daha yukarıda tutunacağını bir göstergesi olabilecektir.

SONUÇ

Ekonofiziğin formülasyonlarında ve takip eden değerlendirme aşamalarında simüle edilen ekonomik sistemin sert inişlerin ve çıkışların yaşandığı piyasamızda kısmen başarılı sonuçlar verdiği söylenebilir. Oluşturduğumuz ekonofizik mimarisi ve simulasyonu, bu tekniğin Türk Finans Dünyası için akademik araştırmalarda kullanılabilir olduğunun bir göstergesidir.

Sonuçlar değerlendirilirken bazı noktalar üzerinde şunları söylemek mümkündür:

Önceki bölümlerde bahsedilen önemli bir nokta sonuç kısmında da tekrarlanacak olrsa; Türk yatırımcısı veya diğer bir deyişle Türk yatırımcı portföy davranışı, kuantum fiziğindeki bozon taneciği davranışına benzemektedir denilebilir. Türk yatırımcısı; toplu karar verme, bulunduğu durumdaki benzer portföy gruplarındaki kararlardan etkilenme derecesine göre değerlendirildiğinde Bose-Einstein Yoğunluğunun araştırmacıya gösterdiği istatistik olasılık sonuçlarının uygulanabilirliği konusunda benzer nitelikler taşımaktadır. Bu amaçla İMKB, bir anlamda finansal kaplar içerisinde “Türk Hisse Senedi Piyasa Kabı”, olarak fiziksel bir kap gibi düşünülmüş; Ekonofizik istatistik alt yapısı içerisinde değerlendirilmesi daha da anlamlı olmuştur.

Gaz parçacıklarından farklı olarak, yatırımcıların davranışlarını sürekli değiştirebilecekleri kadar hatırlama kabiliyetleri olduğu bir gerçektir. Bu anlamda gaz parçacık davranışının birebir finansal piyasalara uygulanması zaten olası bir durum değildir. Fakat kuantum istatistik yapılar diyebileceğimiz modern fizik kuramları ile var olan trendin yönünün tahmini ile alım satım olasılıkları veya risk tahminlerinin yapılması daha anlamlı olmaktadır. Böylece çalışmada piyasalar hakkında hisse senedi fiyatlamaları ve trend analizleri üzerine yazılmış diğer

geleneksel çalışmalarda bulunmayacak farklı bir bakış açısı yakalanmaya çalışılmıştır.

1987 – 1997- 1998- yıllarında ve 2001–2003 arasındaki yaşananlar, finansçıları bazı hesaplama tekniklerini geliştirmeye itmiştir. Bununla birlikte geleneksel hesaplama tekniklerinin de gözden geçirilmesi gerektiği fikri ortaya çıkmaktadır. Buradan hareketle aslında riski daha iyi değerleyerek hisse senedi piyasalarında trendin hangi yöne doğru gidebileceğinin olasılık anlamında tahmin edilebilmesinin önünü açmak için geliştirilen yeni metotların denenmesi bu çalışmanın ama amacı olmuştur.

Aslında bu konu ile ilgili yapılan çalışmaların birçoğunda da savunulduğu gibi fiyatların tam anlamıyla birebir bilinemeyeceği aşıkardır. Ama bu çalışmada anlaşıldığı üzere fiyatlamalarda oluşan iniş ve çıkışların belirli bir sırayı takip ettiği gerçeği de unutulmamalıdır. Bu açıdan piyasayı bilimsel bir sistem olarak ele almak geçmişte olanları sağlam değerlendirmeyi gelecekte oluşacak olası durumları da rahat anlamamızı kolaylaştırması açısından önemlidir.

Herhangi bir etki (olay) gerçekleşikten sonra temel analiz kullanılması sağlıklı olabilir. Bir hisse senedinin yükselişini veya düşüşünün nedeni hisse senedinin ait olduğu şirket başta olmak üzere tüm sektör ya da içinde bulunduğu piyasa olabilir. Dahası; detaylı bilgiler veren teknik analizde grafiklerde görünen bazı oluşumları yorumlamak mümkündür. Fakat bu tip durumları herkes bilir ki analizler herkes tarafından aynı yorumlandığı takdirde bu piyasadaki her oyuncunun aynı beklentiye girmesine sebep olur ki bu da riski aslında katlamaktadır. Yatırımcıların birbirinden haberdar olmalarının iyi tarafları ve kötü tarafları açıkça görülmelidir. Oluşan fiyatlamaların her ne kadar önceden öngörülmesinin zor olduğu açık olsa da, alım satım öncesi yatırımcı kararlarının ne olabileceğinin görülmesi ile trend deki dalgalanmanın olasılık hesapları ile tanımlanabileceği gerçeği ortadadır.

Para piyasalarındaki yukarı-aşağı fiyat hareketlerini klasik anlamda halen normal dağılımla açıklamaya çalışmak ve aralarında bağ kurmak pek doğru değildir.

Günümüzde istatistik fizik anlamında konuşulacak olursa fiyat hareketlerinin üs yasalarına ve üssel anlamda bilgiler veren olasılık hesaplamalarına daha yatkın olduğu görülmektedir. Bu değişim daha detaylı ve geniş salınımların da olabileceği ve bunların da yorumlanabileceği yeni veri setleri oluşturulmasına yardımcı olmaktadır.

Finansal öngörü konusunda yapılan çalışmaların bir kısmı eski araştırmaların devamından ibaret olsa da asıl atılması gereken en büyük adım yeni fikirler ile temeli olan basit ama çekici metotlar ile olaya yaklaşmak ve yeni tahmin metotlarının da var olabileceği fikrine alışmak olmalıdır. Öyle olmasaydı Black-Scholes denkleminin değeri belki 3 çeyrek asırda da anlaşılmaz, birçok çeyrek asırlar geçirmek zorunda kalırdı.

Piyasalarında kendi etraflarında bir kişiliğe sahip olduğu düşüncesinden hareketle şu sonuca varmak mümkün: Fiyatlar piyasa dışından gelen etkiler ile oluşuyor gibi görünse de piyasanın aslında iç dinamikleri tarafından belirlenir. Piyasa içi olaylar fiyatları belirlemekte ve dış dinamikler sadece olaylar gerçekleştikten sonra neden olarak gösterilmektedir. Fiyatların dışsal etkilere karşı tepki veriyormuş gibi izlenim bırakması tüm yatırımcıları ayı anda etkiler fakat nötr bir ortamda önemli olan yatırımcıların birbirlerini nasıl etkiledikleri ile aynı enerji durumunda olma/olmama istekleridir. Bu ise ekonofiziğin istatistik alt yapısı içerisinde değerlendirilebilecek bir durumdur.

Piyasa zamanının yatırımcıdan yatırımcıya göreceli olduğu fikri daha bilimsel bir yaklaşım olmaktadır. Bu yüzden çalışmada piyasanın normal olarak günlük saat diliminden başka kendi birim zaman diliminde yaşıyor olduğu gerçeği ile hareket edilmiştir. Asıl zaman veya takvimsel zaman fikrinin bu tip çalışmalarda kullanılması olasılık hesaplarını geliştirmek ve kolaylaştırmak açısından önem arz etmektedir.

Her ne kadar öngörü metotlarından ve başarılarından söz edilse de Türk Finans Piyasası'nın yaşanan siyasi gelişmelerden oldukça etkilendiği ve bu konudaki çoğu

araştırmanın ilgili kısımlarında söylendiği üzere kısa vadeli düşünen, kolay para kazanma arzusunda olan yatırımcının da bu tatsız ve beklenmedik gelişmelere çanak tuttuğu unutulmamalıdır. Ekonofizik konusunda tez yazmaya değeri olup olmadığı konusunda fikir birliği oluşmasa da tamamen karşı olan eğilimlerin olabileceği de bir gerçektir. Fakat artık kabul edilmelidir ki fiyat hareketlerinin tahmininde kullanılmak üzere istatistik olasılık hesaplarından da faydalanılmasının gerekliliği ortadadır. Bütün ani iniş ve çıkışlara rağmen sadece sayısal verileri ve aralarında oluşan ilişkileri kullanarak sonuca varmaya çalışan bu tip çalışmalar verdiği performans açısından bu alanda ileride yapılacak olan daha kapsamlı çalışmalara da ışık tutabilecektir.

KAYNAKÇA

Altın Vural.,Enerji,Bilim ve Teknik Dergisi Ocak Sayısına Ek,TUBİTAK Yayınları, 2002

Amaral Louis A., Nunes, Buldyrev Sergey V., vd; Scaling behaviour in Economics: I. Empirical Results for Company Growth,Center of Polymer Studies and Department of Physics Boston University, Boston, 1997.

Arneodo Alain, Bouchaud Jean-Philippe.vd., Comment on Turbulent Cascades in Foreign Exchange Markets, Centre de Recherche Paul Pascal, Av. Schweitzer, 33600 Pessac,France,1997.

Arneodo, Alain, Muzy, Jean-François, Sornette Didier., Centre de Recherche Paul Pascal, Av. Schweitzer, 33600 Pessac, France, 1997.

Bouchaud, Jean Philippe, Sagna Nicholas., vd.,Phenomenology of the Interest Rate Curve, Service de Physique de l'Etat Condense,Centre d'etudes de saclay, ,France,1997a.

Bouchaud, Jean Philippe, Potters Marc., vd.,Missing Information and Asset Allocation,Service de Physique de l'Etat Condense,Centre d'etudes de saclay, ,France,1997b.

Bouchaud, Jean Philippe, Cont Rama.,A Langevin Approach to Stock Market Fluctuations and Crashes,Service de Physique de l'Etat Condense,Centre d'etudes de saclay, France,1998a.

Bouchaud, Jean Philippe,Elements for a Theory of Financial Risks, Service de Physique de l'Etat Condense,Centre d'etudes de saclay, France,1998b.

Bouchaud Jean-Philippe, Power-laws in Economy and Finance: Some ideas from physics, Service de Physique de l'Etat Condense, Centre d'etudes de Saclay, France, 2000.

Bouchaud Jean Philippe, An Introduction to Statistical Finance, Service de Physique de l'Etat Condense, Centre d'etudes de Saclay, PhysicaA, Elsevier Publishing, 313, 2002.

Busshaus Christian, Rieger Heiko, A Prognosis Oriented Microscopic Stock Market Model, Institut für Theoretische Physik, Universität zu Köln, 1999.

Caldarelli Guido, Marsili Matteo, Zhang Cheng-Yi, A Prototype Model of Stock Exchange, Europhysics Letters 40.(5), Istituto Nazionale di Fisica della Materia, 1997

Capman, Toby, Speculative Trading: Physicists' Forays into Finance, Europhysics Notes, Europhysics News January/February 1998.

Cavagna Andrea, Garrahan P. Juan, A thermal Model for Adaptive Competition in a Market, Theoretical Physics, University of Oxford, UK, 1999.

Chowdhury Debashish, Stauffer Dietrich, A generalization Spin Model of Financial Markets, Institute for Theoretical Physics, University of Cologne, Köln, 1998.

Chatagny Rodolphe, Chopard Bastien, A Microscopic Model of The Foreign Exchange Market, Group for Parallel Computing, CUI, University of Geneva.

Chen Jing, Information, Entropy and Evolutionary Finance, School of Business, University of Northern British Columbia, JEL Classification D80, G14.2002.

Cincotti, Silvano, Development Aspects of an Artificial Stock Market, University of Genova, Conference on Advanced Environments and Tools for High Performance Computing(14-19 June 2003) Albufeira-Portugal-(Lecture Notes),2003

Cizeau Pierre, Liu Yanhui, vd. ,Volatility distribution in the S&P Stock Index, Center for Polymer Studies and Department of Physics, Boston University, Boston, 1997.

Cizeau Pierre; Potters, Marc, Bouchaud Jean-Philippe, Correlation Structure of Extreme Stock Returns, Science&Finance, The Reserach Division of Capital Fund Management, France, 2000

Cont Rama, Scaling and Correlation in Financial Data, Service de Physique de l'Etat Condense, CEA, Saclay, France,1997.

Cont Rama, Bouchaud, Jean Philippe,Herd Behaviour and Aggregate Fluctuations in Financial Markets,Service de Physique de l'Etat Condense,Centre d'etudes de saclay, France,1998.

Dargulescu Adrian.,Yakovenko Victor.M.;Statistical Mechanics of Money, Department of Physics, University of Maryland, College Park, The European Physical Journal B, EDP Sciences Societa Italiana di Fisica ,Springer-Verlag, 17,723-729,2000.

Eliezer David, Scaling Laws for the Market Microstructure of the Interdealer Broker Markets, Research and Risk Management Department, General Re Financial Products, 1998.

Feigenbaum James A., Freund Peter G.O; Discrete Scale Invariance and the Second Black Monday, Enrico Fermi Instituteand Department of Physics, The University of Chicago, Chicago, USA, 1997.

Franke Jürgen, Hardle Wolfgang, Measuring Risk in Complex Stochastic Systems, Seminar, e-book, 2000.

Franke Jürgen, Hardle Wolfgang, Einführung in die Statistik der Finanzmärkte, Universität Kaiserslautern, Fachbereich Mathematik, 2003.

Fujiwara Yoshi, Souma Wataru, Growth and Fluctuations of Personal Income, Keihanna Center, Communications Research Laboratory, Kyoto, Japan, 2002.

Gastle Charles M., Innovation and Entropy within The Global Economy: Accelerating in a Red-Queen Game, Prepared for Information Technology Association of Canada, 2002.

Giardina Irene, Bouchaud Jean Philippe, Mezard Marc, Microscopic Models for Long Ranged Volatility Correlations, Service de Physique Theorique, Centre d'etudes de Saclay, Physica A, Elsevier Publishing, 299, 28-29, 2001.

Giardina, Irene, Bubbles, Crashes and Intermittency in Agent Based Market Models, Service de Physique de l'Etat Condense, Centre d'etudes de Saclay, France, 2002.

Gluzman Semen, Yukalov V.I., Renormalization Group Analysis of October Market Crashes", International Center of Condensed Matter Physics, University of Brasilia, 1998a.

Gluzman Semen, Yukalov V. I. Booms and Crashes in Self Similar Markets, International Center of Condensed Matter Physics, University of Brasilia, 1998b.

Harremoes Peter, Topsoe Flemming, Maximum Entropy Fundamentals, Department of Mathematics, University of Copenhagen, Entropy (ISSN 1099-4300-Molecular Diversity Preservation International Journal), 3, 191-226, 2001.

Hellthaler T Frank, The Influence of Investor Number on a Microscopic Market, Int. J. Mod Physics 6. 1995.

Ilinskaia Alexandra, Ilinski Kirill, How to Reconcile Market Efficiency and Technical Analysis, Quantitative Analysis, Australia and New Zealand Investment Bank, London Office, UK, 1999.

Ilinski Kirill, Physics of Finance, School of Physics and Space Research, University of Birmingham, Edgbaston, UK, 1997.

Ilinski Kirill, Stepanenko Alexander, Electrodynamical Model of Quasi-Efficient Financial Market, School of Physics and Space Research, University of Birmingham, 1998.

Ilinski Kirill, Critical Crashes, School of Physics and Space Research, University of Birmingham, Edgbaston, 1999.

Ilinski Kirill, Gauge Physics of Finance: Simple Introduction, School of Physics and Space Research, University of Birmingham, Edgbaston, 2003.

Jimenez, Edward, Quantum Games: Mixed Strategy Nash's Equilibrium Represents Minimum Entropy, Experimental Economics Today Services, Entropy (ISSN 1099-4300-Molecular Diversity Preservation International Journal), 5, 313-347, 2003.

Johansen Anders, Sornette Didier, Stock Market Crashes are Outliers, Institute of Geophysics and Planetary Physics and Department of Earth and Space Science, University of California, 1997.

Johansen Anders, Ledoit Olivier, Crashes as Critical Points, Institute of Geophysics and Planetary Physics, University of California, Los Angeles, California 90095, 1998a.

Johansen Anders, Sornette Didier, Modeling the Stock Market Prior to Large Crashes, Institute of Geophysics and Planetary Physics and Department of Earth and Space Science, University of California, 1998b.

Johansen Anders, Sornette Didier, Predicting Financial Crashes Using Discrete Scale Invariance, Institute of Geophysics and Planetary Physics. University of California, Los angeles, 1999.

Johansen Anders, Sornette Didier, Log Periyodic Power law bubbles in Latin-American and Asian markets and correlated anti-bubbles in Western stock markets: An Empirical Study, Institute of Geophysics and Planetary Physics, University of California, 2003.

Johansen Anders, Sornette Didier, Financial Anti-Bubbles: Log-Periodicity in Gold and Nikkei Collapses, Institute of Geophysics and Planetary Physics and Department of Earth and Space Science, University of California, 2004.

Kaizoji Taisei, Speculative bubbles and Crashes in Stock Markets: An Interacting Agent Model of Speculative Activity, Division of Social Sicences, International Christian University, Osawa, Physica A 287, 2000.

Kaizoji Taisei, A Model of International Financial Crises, Department of Economics, University of Kiel, Physica A 299, 2001.

Kaizoji Taisei, Bornholdt Stefan, Dynamics of Price and Trading Volume in a Spin Model of Stock Markets with Heterogenous Agents, Division of Social Sicences, International Christian University, Osawa, Physica A 316, 2002.

Kaizoji, Taisei, Speculative Bubbles and Fat tail Phenomena in a Heterogeneous Agent Model, Division of Social Sciences, International Christian University and Department of Economics, University of Kiel; 2003a

Kaizoji, Taisei, Intermittent Chaos in a model of financial markets with heterogeneous agents; Division of Social Sciences, International Christian University, Japan;2003b.

Kaizoji, Taisei Kaizoji, Michiyo, Power-law for ensembles of stock prices, Division of Social Sciences, International Christian University, Japan,2003c.

Kaizoji, Taisei; Kaizoji, Michiyo, Power-law for calm-time interval of price changes, Division of Social Sciences, International Christian University, Japan;2003d.

Kim, H.J., Kim I.M.,Scale-Free Network in Stock Markets, Department of Physics, Journal of the Korean Physical Society, Vol 40, No:6, 2002.

Kim G.W., Markowitz Harry, Investment Rules, Margin and Market Volatility, J.Port Manage 16, 1989.

Kispert, Wolfgang, Implicit Distributions in Stock Markets –Estimation with a Maximum Entropy Procedure, Department of Finance and Banking, University of Augsburg Universitat, Germany, 1999

Kohl R Michael., The Influence of the Number of Different Stocks on the Levy, Levy, Solomon (LLS) Model ” Int. J. Mod. Phy. C8 1997

Laloux Laurent.,. vd; Are Financial Crashes Predictable?, Science&Finance – 109-111,Europhysics Letters, 45 (1), 1999.

Levy Moshe, Haim Moshe; “A Microscopic Model of the Stock Market: Cycles, Booms, and Crashes ” , Racah Institute of Physics, Hebrew University, Jerusalem. Economic Letters 45 103–111,1994.

Levy Moshe, Solomon Sorin, Dynamical Explanation for the Emergence of Power Law in a Stock Market Model, Department of Theoretical Physics, Racah Institute of Physics, Givat Ram, The Hebrew University of Jarusalem, Israel,1999.

Levy Moshe., Levy Haim, Solomon Sorin,A Microscopic Model of the Stock Market,Economics Letters 45,1994.

Levy Moshe, Levy Haim, Solomon Solomon, Microscopic Simulation of the Stock Market: the Effect of Microscopic Diversity, J. Physics I France 5 s.1087–1107

Youwei,Li, Donkers Bas, The Econometric Analysis of MS Models,2004.

Liu, Yanhui, Gopikrishnan Parameswaran; The Statistical Properties of the Volatility of Price Fluctuations, Center for Polymer Studies and Department of Physics, Boston University,1999.

Maasoumi Esfandiar, Racine Jeff, Entropy and Predictability of Stock Market Returns, Department of Economics, Southern Methodist University, 2000.

Mantegna, Rosario N, Stanley Eugene, An Introduction to Econophysics: Correlations and Complexity in Finance, Dipartimento di Energetica ed Applicazioni di Fisica, Palermo University, Cambridge University Press,2000.

Marchesi, Michele, Development and Testing of an Artificial Stock Market, Dipartimento di Ingegneria Elettrica edElettronica, Universita di Cagliari, Piazza d’Armi, Italy,2000.

Mashal, Roy, Zeevi Assaf, Beyond Correlation: Extreme Co-movements Between Financial Assets, Columbia University, 2002.

Maslov Sergei, Zhang Yi-Cheng, Optimal Investment Strategy for Risky Assets, Department of Physics, Brookhaven National Laboratory, Upton, 1998.

Matacz Andrew, Financial Modelling and Option Theory with the truncated Levy Process, School of Mathematics and Statistics, University of Sydney, 1997

McCauley Joseph L., Küffner Cornelia M., Economic System Dynamics, Physics Department, University of Houston, 2004.

Myers Christopher R., Software Systems as Complex Networks: structure, function, and evolvability of software collaboration graphs, Cornell Theory Center, Rhodes Hall, Cornell University, Ithaca, NY, 2003.

Nemenman Ilya, Information Theory, Multivariate dependence, and genetic network interference, Kavli Institute for Theoretical Physics, University of California, Santa Barbara, 2004.

Nikulov Alexey, Sheehan Daniel, The Second Law Mystique, Institute of Microelectronics Technology and High Purity Materials, Russian Academy of Sciences, Molecular Diversity Preservation International Journal, 6, 1–10, 2004.

Oliveira Moss de, Oliveira H de, Stauffer Dietrich, Evolution, Money, War and Computers B.G. Teubner Stuttgart-Leipzig, 1999

Onnela, J-P, Chakraborti, A., Kaski; K., Asset trees and Asset Graphs in Financial Markets, Laboratory of Computational Engineering, Helsinki University of Technology, Finland, 2003.

Piotrowski Edward W, Quantum Computer: an appliance for playing market games, Institute of Theoretical Physics, University of Bialystok, Poland, 2003.

Rodriguez Poo, J., Computer Aided Introduction to Econometrics, Departamento de Economia, Universidad de Cantabria, 2003.

Potters Marc, Cont Rama, Bouchaud Jean-Philippe, Financial markets as adaptive ecosystems, Science&Finance, France, 1997.

Racine Jeff, Esfandiar Maasoumi, Entropy-Based Dynamic Specification Searches Preliminary and Incomplete, Department of Economics, Syracuse University, NY, 2003.

Rotyis Jozsef, Vattay Gabor, Statistical Anaysis of the Stock Index of the Budapest Stock Exchange, Eötvös University, Physics of Complex Systems Group, H-1088 Budapest, 1997.

Shimazaki Hideaki, Niebur Ernst, Bose-Einstein Condensation in Competative Process, Department of Neuroscience, , Baltimore, Maryland, 2003.

Shubik Martin, Price variations in a stock market with many agents, Department of Physics, Brookhaven National Laboratory, Upton, NY, 1996

Smith Jonathan D. H, Information Theory and it's Applications to Biology, Finance and Physics, Conference report at the Stefan Banach International Mathematical Center, Molecular Diversity Preservation International Journal Department of Mathematics, Iowa State University, 2001.

Solomon Sorin, The Microscopic Representation of Complex Macroscopic Phenomena, Annual Reviews of Computational Physics II, D. Stauffer (ed) World Sientific 1995.

Solomon Sorin, Generalized Lotka-Volterra (GLV) Models, Racah Institute of Physics, The Hebrew University, Jerusalem, Israel, 1999a.

Solomon Sorin, Behaviourally realistic simulations of stock markets, traders with a soul, Computer Physics Communications, 1999b

Solomon Sorin, Levy Moshe, Market Ecology, Pareto Wealth Distribution and Leptokurtic Returns in Microscopic Simulation of LLS Stock Market Model, School of Business Administration, Hebrew University of Jerusalem, arXiv:cond-mat/0005416v1, 2000.

Sornette Didier, Stock Market Crashes, Precursors and Replicas, Laboratoire de Physique de la Matière Condensée, CNRS URA190, Université de Nice-Sophia Antipolis, France, 1995.

Sornette Didier, Johansen Anders, Large Financial Crashes, Institute of Geophysics and Planetary Physics and Department of Earth and Space Science, University of California, 1997.

Sornette Didier, vd., Minimizing Volatility Increases Large Risks, Institute of Geophysics and Planetary Physics and Department of Earth and Space Science, University of California, 1998a.

Sornette Didier, Large deviations and Portfolio Optimization, Institute of Geophysics and Planetary Physics and Department of Earth and Space Science, University of California, 1998b.

Sornette Didier, Gauge theory of Finance?, Institute of Geophysics and Planetary Physics and Department of Earth and Space Science, University of California, 1998c.

Sornette, Didier, Critical Market Crashes, Institute of Geophysics and Planetary Physics and Department of Earth and Space Science, University of California, 2003.

Sornette, Didier, A Complex System View of Why Stock Markets Crash, Institute of Geophysics and Planetary Physics and Department of Earth and Space Science, University of California, New Thesis, Vol: 01(1)2004.

Staliunas, Kestutis, Bose-Einstein Condensation in Financial Systems, PTB Braunschweig, Bundesallee 100, 38116 Braunschweig, Germany, 2000.

Stanley H.Eugene, vd, Similarities and Differences Between Physics and Economics, Center for Polymer Studies and Department of Physics, Boston University, Physica A 299, 2001.

Stanley H.Eugene, Amaral Luis.A.N, Econophysics: Can Physicists contribute to the science of economics?, Center for Polymer Studies, Department of Physics, Boston University, Physica A 269, 1999.

Stanley H. Eugene, Amaral, Luis.A.N., Self-Organized Complexity in Economics and Finance, Center for Polymer Studies and Department of Physics, and Department of Finance and Economics, School of Management, Boston University, PNAS, February 19, 2002.

Stauffer Dietrich, Interdisciplinary Applications of Computational Statistical Physics, Institute for Theoretical Physics", Cologne University, Köln. AM. J.Physics (12), 1999.

Stauffer Dietrich, Econophysics-A New Area for Computational Statistical Physics, Institute for Theoretical Physics, Cologne University, Köln, International Journal of Modern Physics, World Scientific Publishing Company, C, Vol11, No:6, 2000.

Steiglitz Ken, O'Callaghan Liadan, Microsimulation of Markets and Endogenous Price Bubbles, Department of Computer Science, Princeton University, 1997.

Stutzer, Michael J., Simple Entropic Derivation of a Generalized Black-Scholes Option Pricing Model, Department of Finance, Molecular Diversity Preservation International Journal, 2000

Tang Lei-Han, Tian Guang-Shan, Reaction-Diffusion-Branching Models of Stock Price Fluctuations, Department of Physics, Hong Kong Baptist University, Kowloon Tong, 1998.

Vieira, M. de Sousa, Lichtenberg Allan J., Nonlinear feedback for control of chaos, Department of Electrical Engineering and Computer Sciences, University of California, Berkeley, 1996.

Williams Pharis E., Energy and Entropy as the Fundamentals of Theoretical Physics, Williams Research Cooperation, Molecular Diversity Preservation International Journal, 2002.

Williams Pharis E., Corrections and Addition: Energy and Entropy as the Fundamentals of Theoretical Physics, Molecular Diversity Preservation International Journal, 4, 151, 2002.

Wyart, Matthieu, Bouchaud Jean-Philippe, Statistical Models for Company Growth, Service de Physique de l'Etat Condense, Orme des Merisiers – CEA Saclay, France, 2002.

Yakovenko, Victor M., Research in Econophysics, Department of Physics, University of Maryland, College Park, Maryland, NY, 2003.

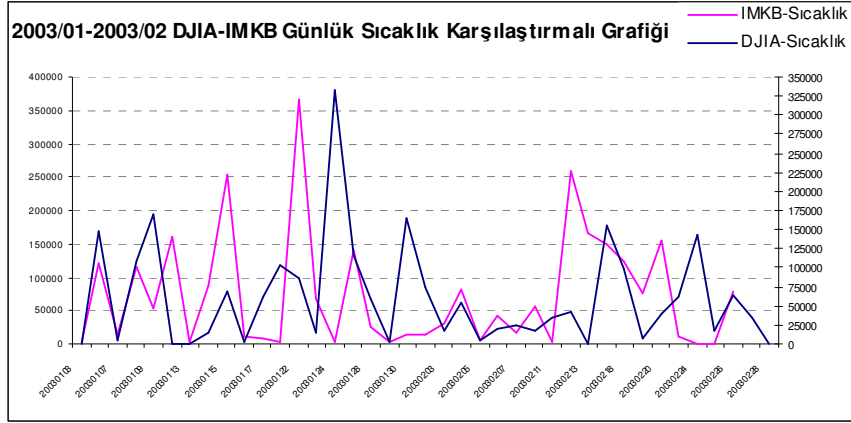
Yamasaki, Kazuko, Mackin J. Kenneth, Market Simulation Displaying Multifractality, Tokyo University of Information Sciences, Japan, 2003.

Zhang, Yi-Cheng, Toward a Theory of Marginally Efficient Markets, Institut de Physique Theorique, Universite de Fribourg, Perolles, 1999.

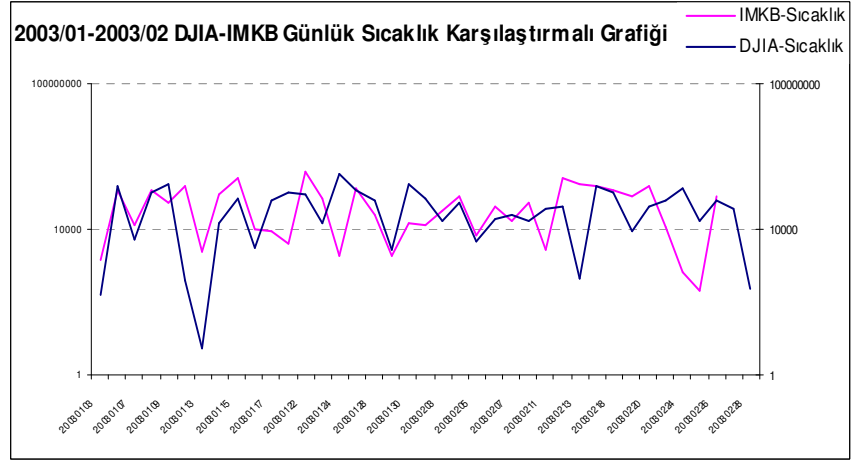
Zhang Yi-Cheng, One Hundred Years of Physics in Finance, Europhysics Notes, Europhysics News January/February, 1998.

EK I
DOW JONES(DJIA) VE İMKB100 İNDEKSLERİ SICAKLIK
KARŞILAŞTIRMALI GRAFİKLER

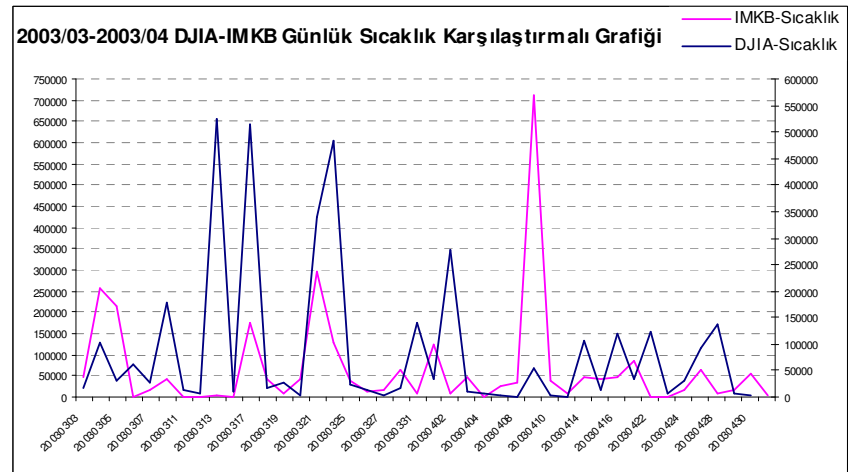
**DJIA ve İMKB İndeksleri Günlük Sıcaklık Verileri Karşılaştırmalı Grafikleri
(2 Aylık ve Logaritmik Ölçekli)**



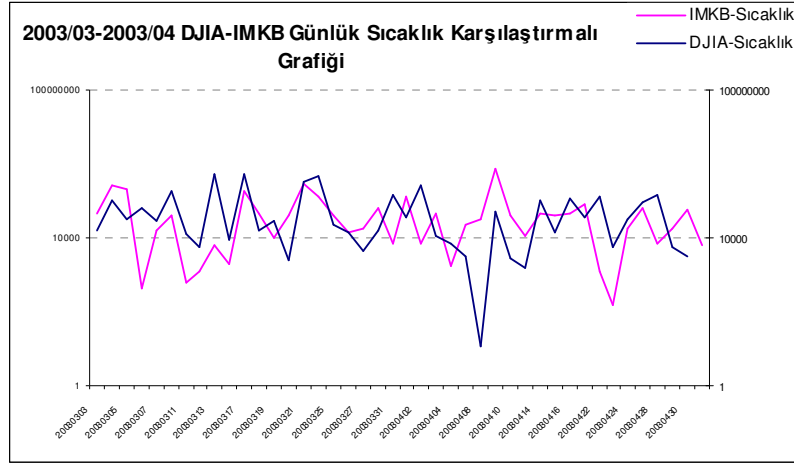
Grafik E1.1: 2003/01–2003/02 DJIA-İMKB Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



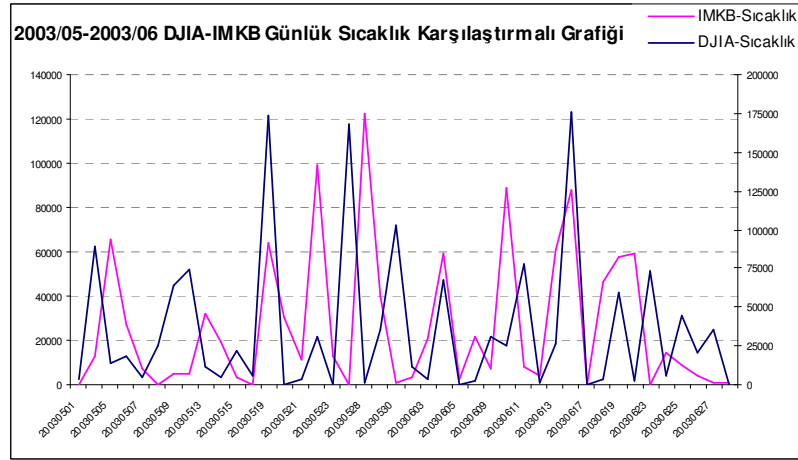
Grafik E1.2: 2003/01–2003/02 DJIA-İMKB Logaritmik Ölçekli Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



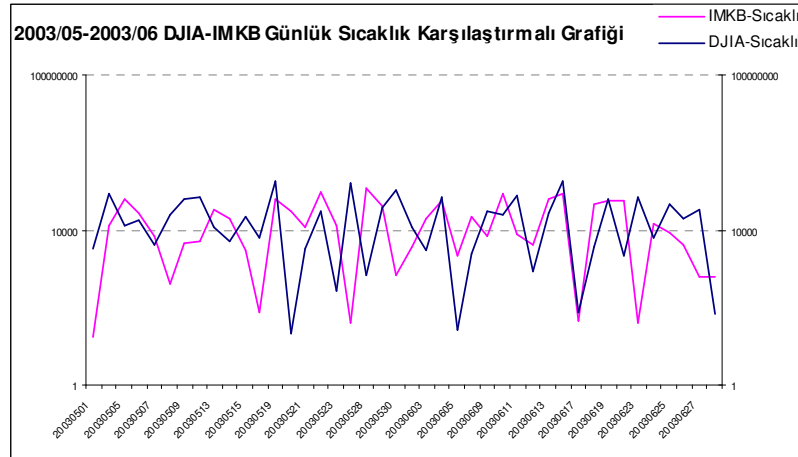
Grafik E1.3: 2003/03–2003/04 DJIA-İMKB Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



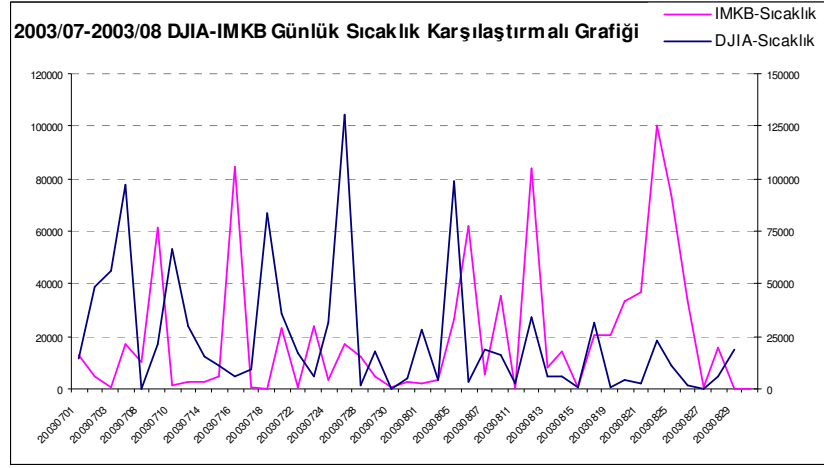
Grafik E1.4: 2003/03–2003/04 DJIA-İMKB Logaritmik Ölçekli Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



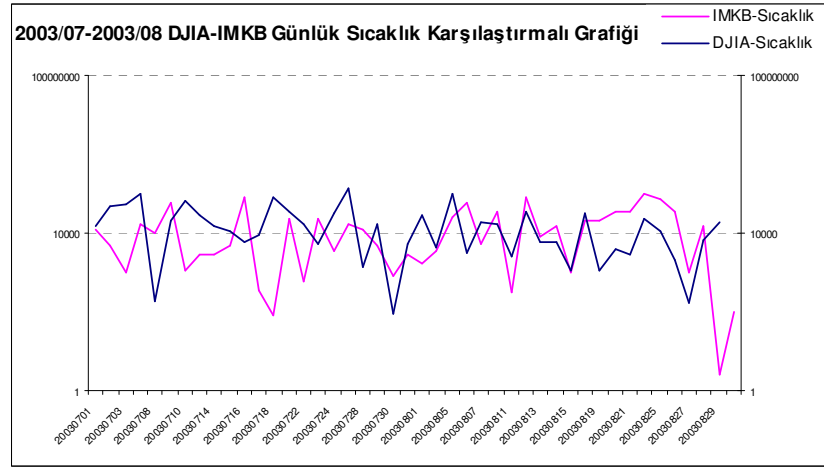
Grafik E1.5: 2003/05–2003/06 DJIA-İMKB Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



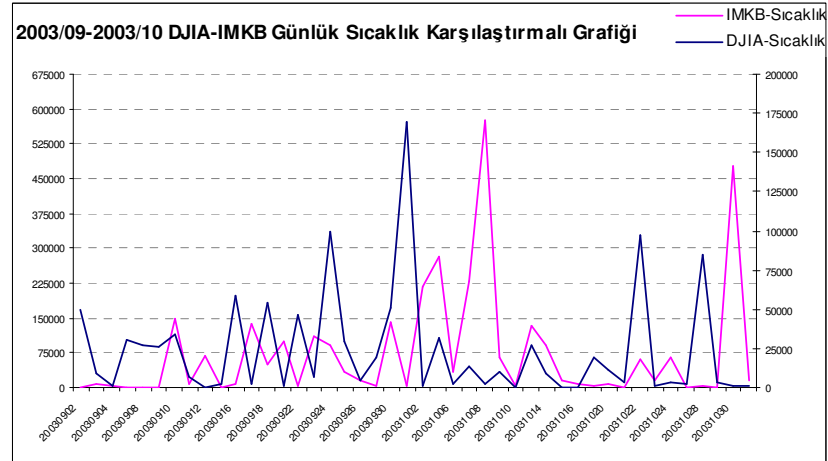
Grafik E1.6: 2003/01–2003/02 DJIA-İMKB Logaritmik Ölçekli Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



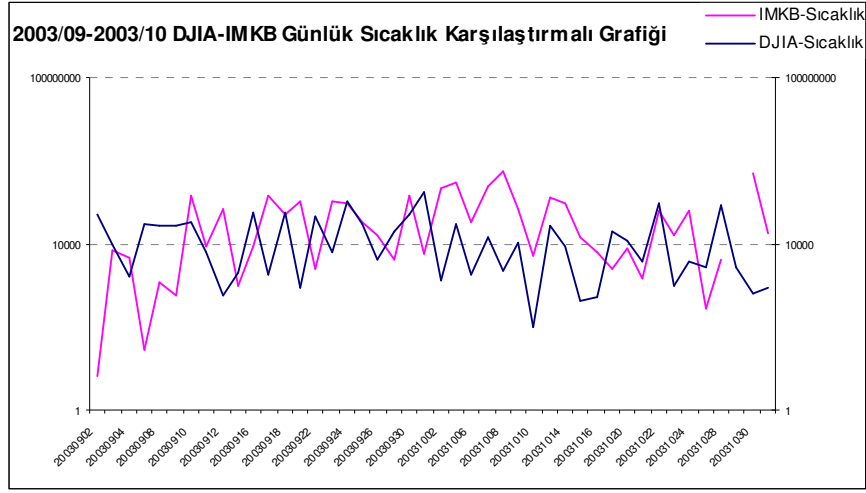
Grafik E1.7: 2003/07–2003/08 DJIA-İMKB Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



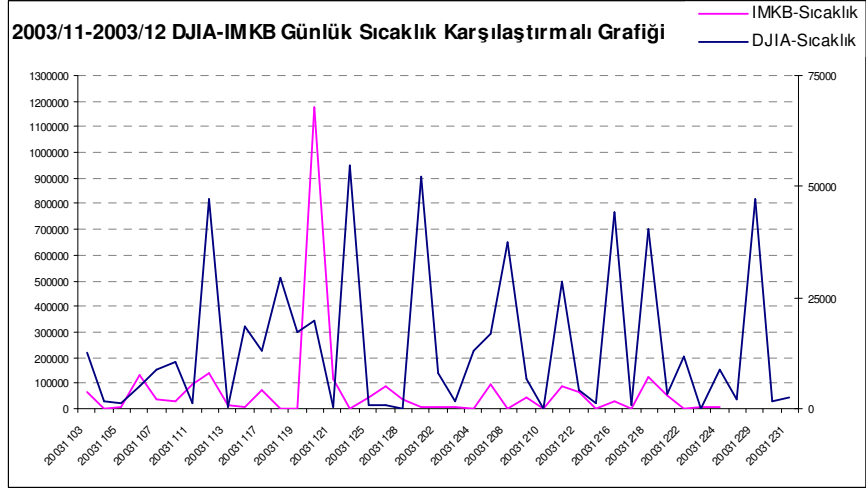
Grafik E1.8: 2003/07–2003/08 DJIA-İMKB Logaritmik Ölçekli Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



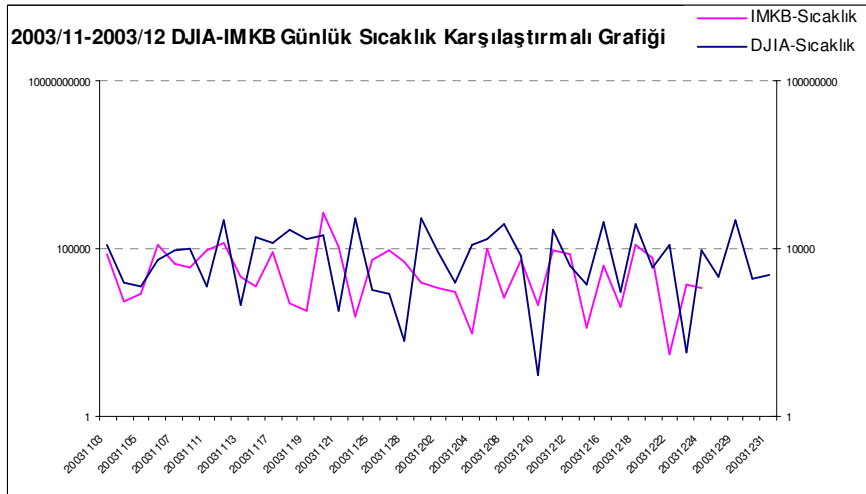
Grafik E1.9: 2003/09–2003/10 DJIA-İMKB Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



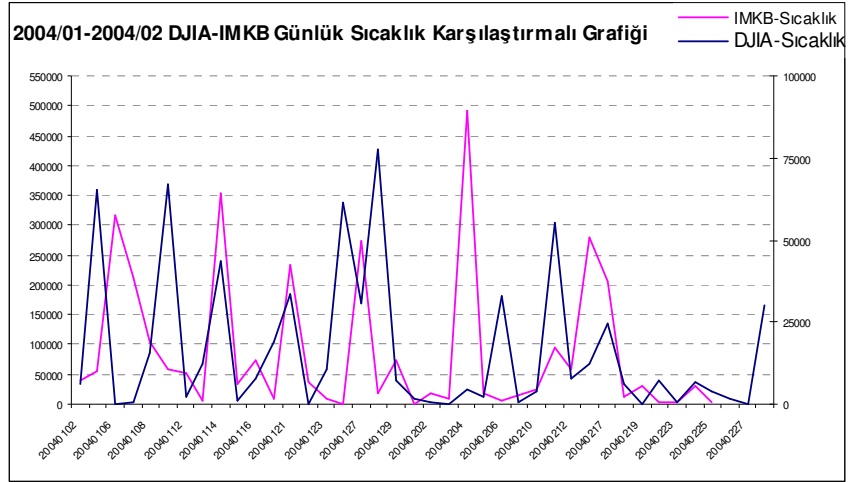
Grafik E1.10: 2003/09–2003/10 DJIA-İMKB Logaritmik Ölçekli Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



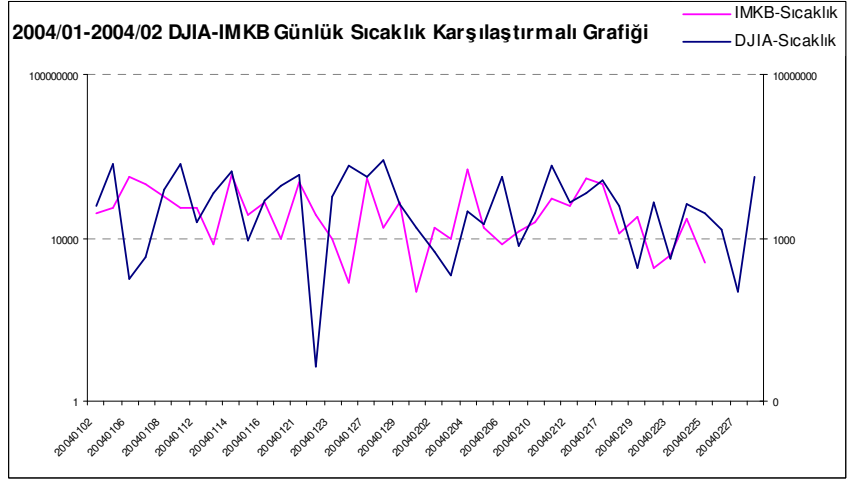
Grafik E1.11: 2003/11–2003/12 DJIA-İMKB Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



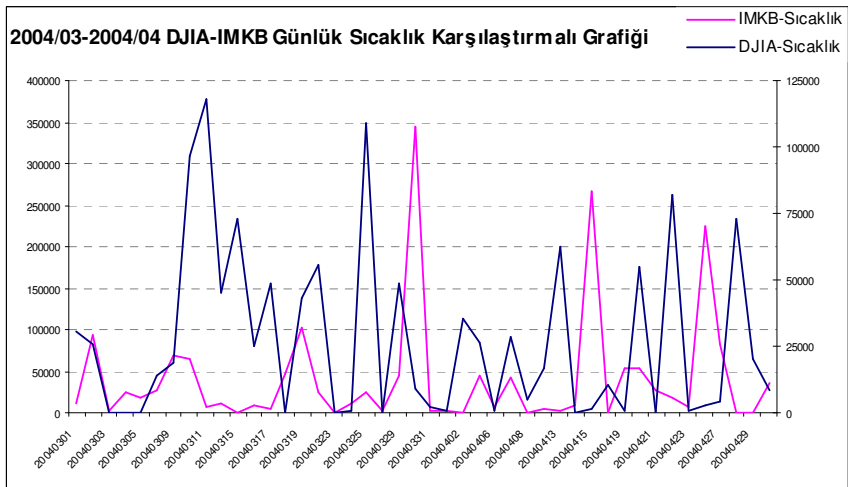
Grafik E1.12: 2003/11–2003/12 DJIA-İMKB Logaritmik Ölçekli Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



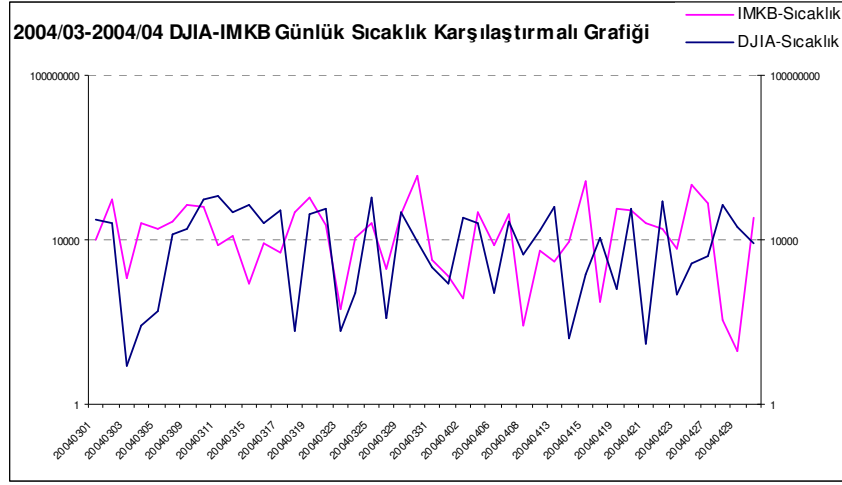
Grafik E1.13: 2004/01–2004/02 DJIA-İMKB Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



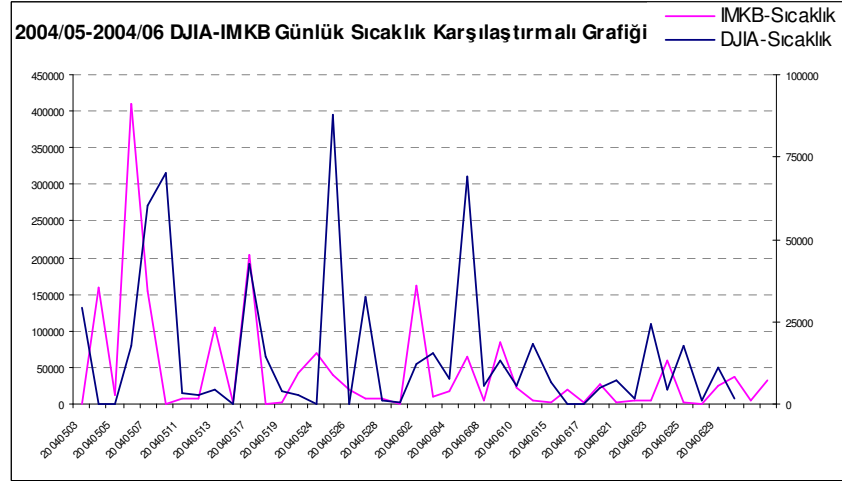
Grafik E1.14: 2004/01–2004/02 DJIA-İMKB Logaritmik Ölçekli Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



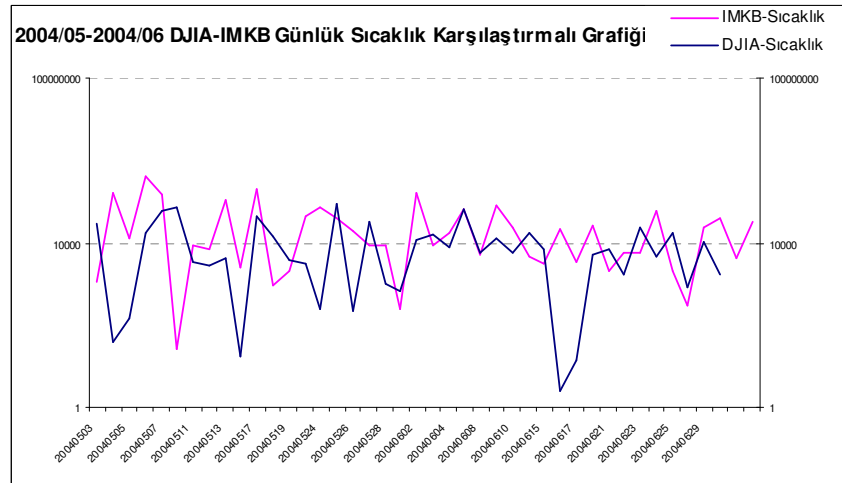
Grafik E1.15: 2004/03–2004/04 DJIA-İMKB Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



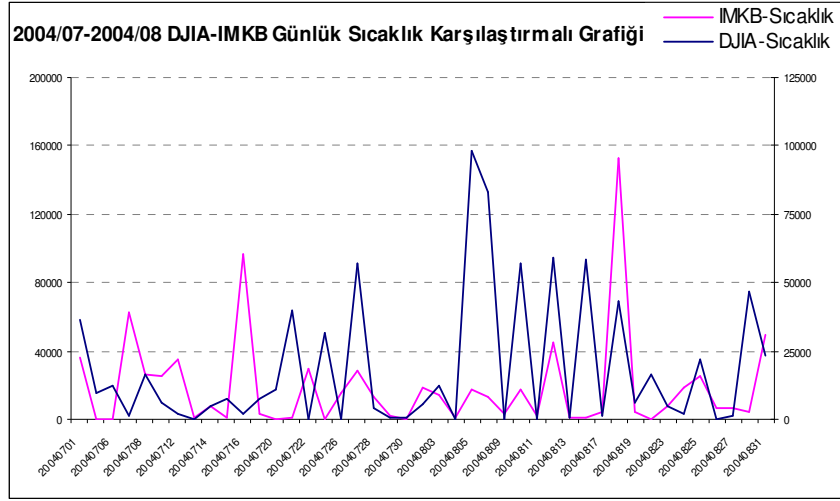
Grafik E1.16: 2004/03–2004/04 DJIA-İMKB Logaritmik Ölçekli Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



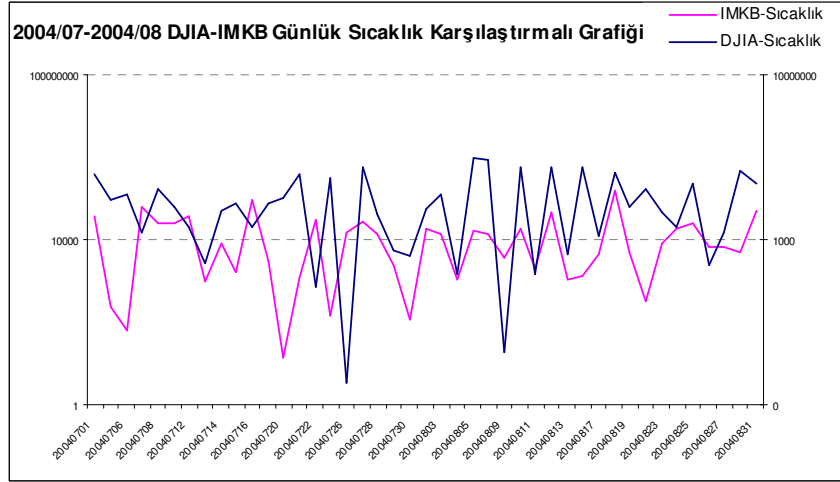
Grafik E1.17: 2004/05–2004/06 DJIA-İMKB Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



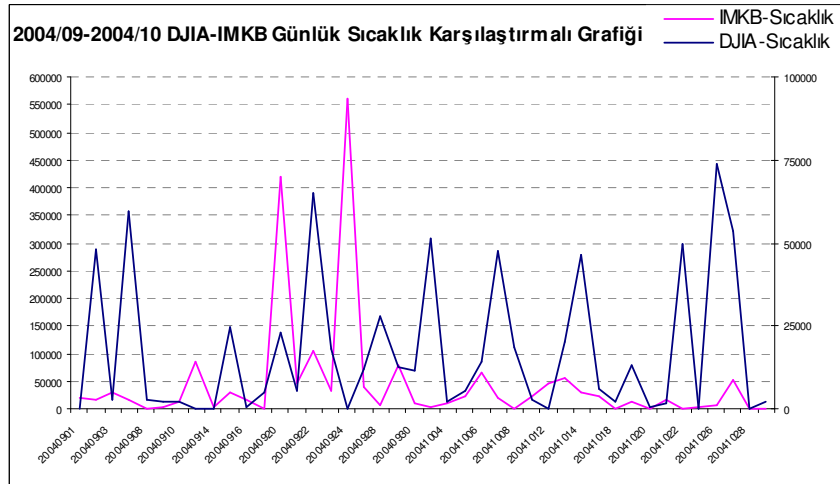
Grafik E1.18: 2004/05–2004/06 DJIA-İMKB Logaritmik Ölçekli Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



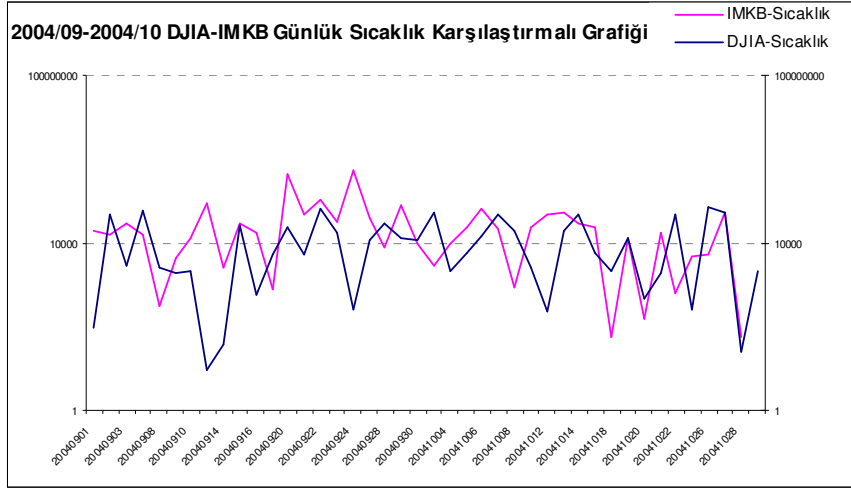
Grafik E1.19: 2004/07-2004/08 DJIA-İMKB Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



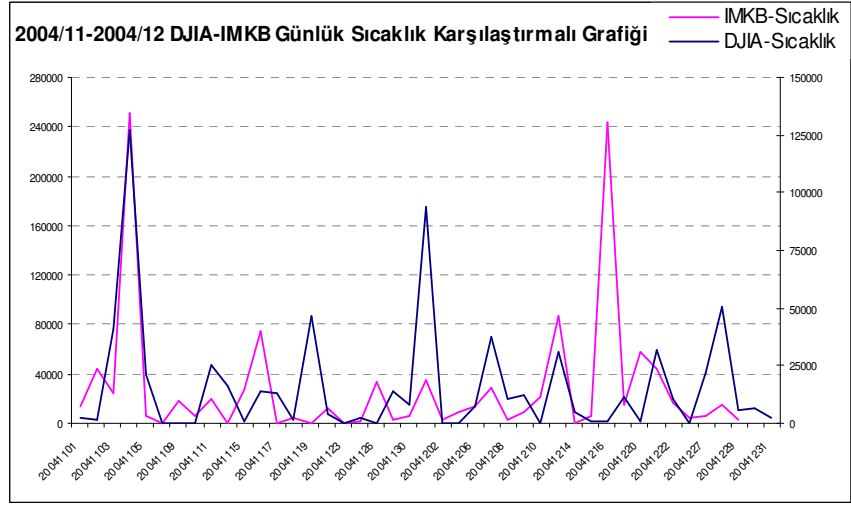
Grafik E1.20: 2004/07-2004/08 DJIA-İMKB Logaritmik Ölçekli Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



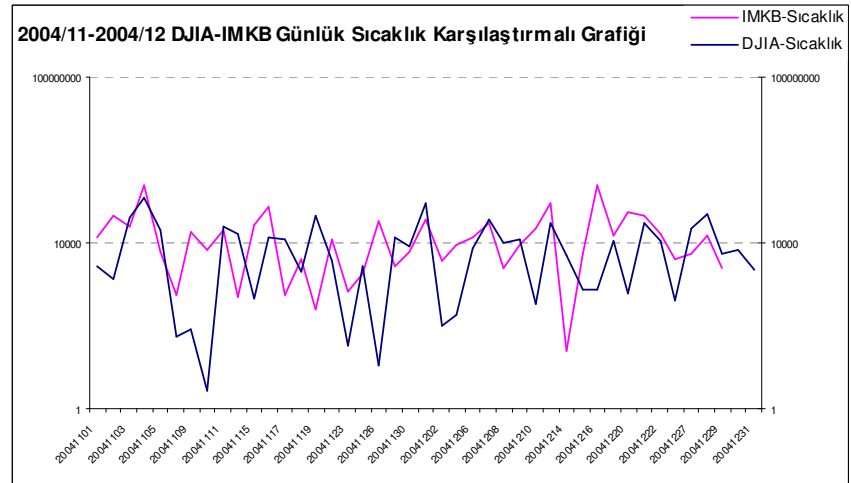
Grafik E1.21: 2004/09-2004/10 DJIA-İMKB Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



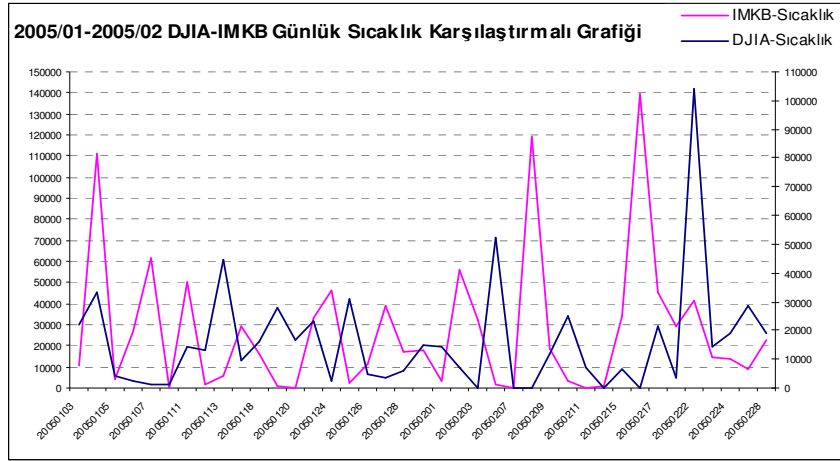
Grafik E1.22: 2004/09–2004/10 DJIA-İMKB Logaritmik Ölçekli Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



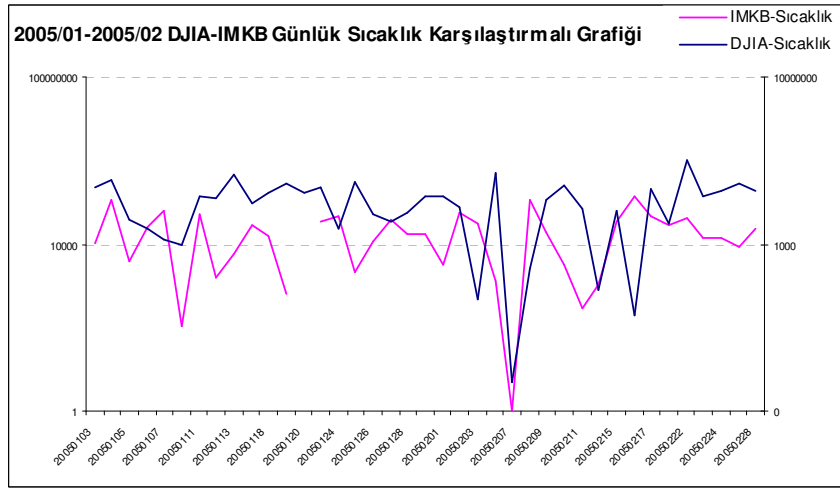
Grafik E1.23: 2004/11–2004/12 DJIA-İMKB Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



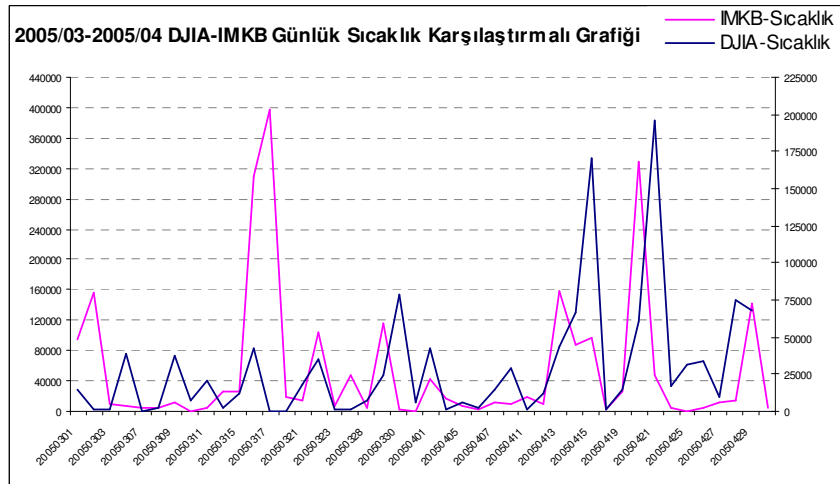
Grafik E1.24: 2004/11–2004/12 DJIA-İMKB Logaritmik Ölçekli Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



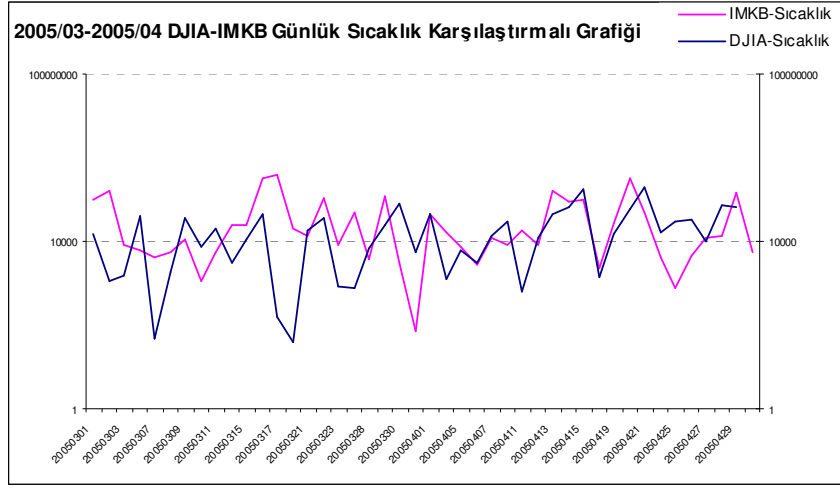
Grafik E1.25: 2005/01–2005/02 DJIA-İMKB Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



Grafik E1.26: 2005/01–2005/02 DJIA-İMKB Logaritmik Ölçekli Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



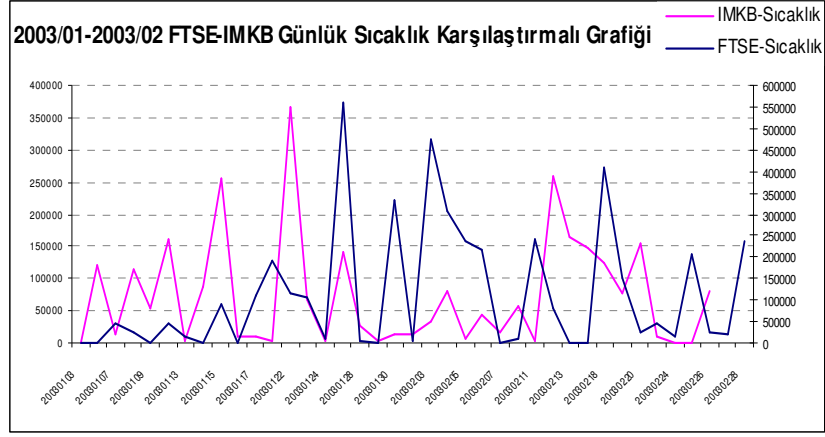
Grafik E1.27: 2005/03–2005/04 DJIA-İMKB Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



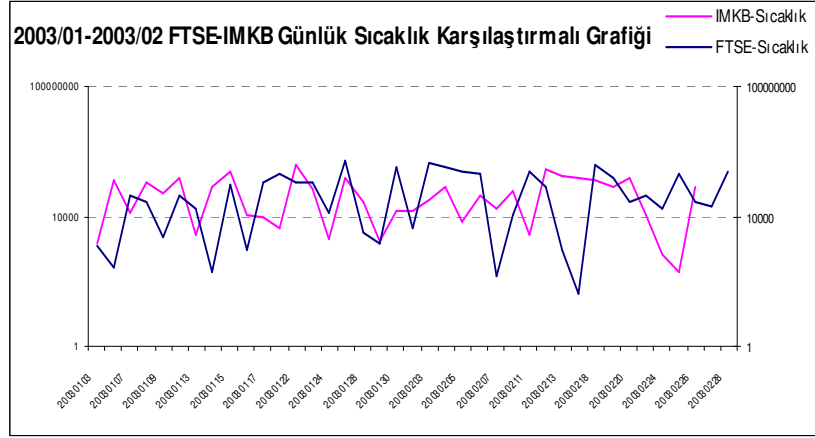
Grafik E1.28: 2004/03–2004/04 DJIA-İMKB Logaritmik Ölçekli Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği

EK II
FTSE100 ve İMKB100 İNDEKSLERİ SICAKLIK KARŞILAŞTIRMALI
GRAFİKLERİ

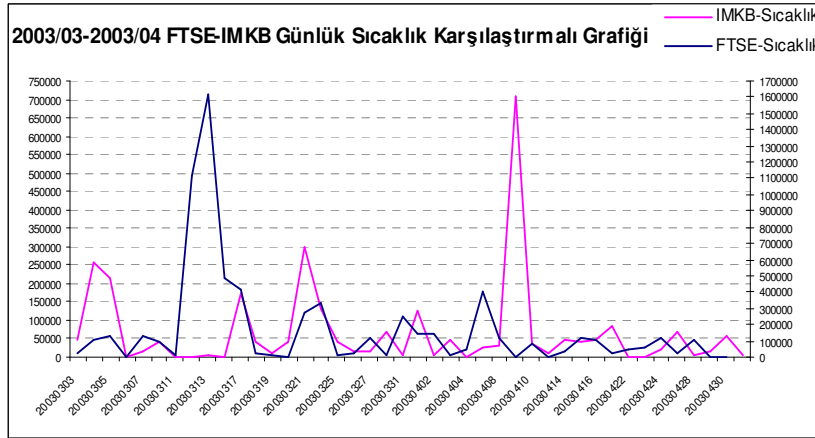
FTSE100 ve İMKB100 İndeksleri Günlük Sıcaklık Verileri Karşılaştırmalı Grafikleri (2 Aylık ve Logaritmik Ölçekli)



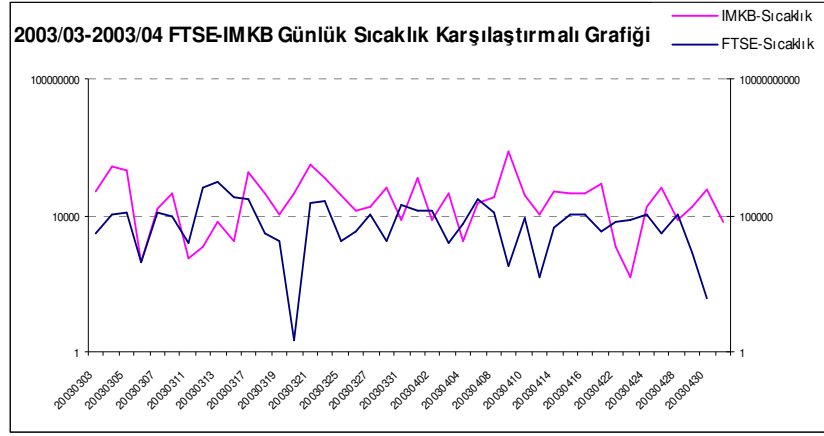
Grafik E2.1: 2003/01–2003/02 FTSE-İMKB Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



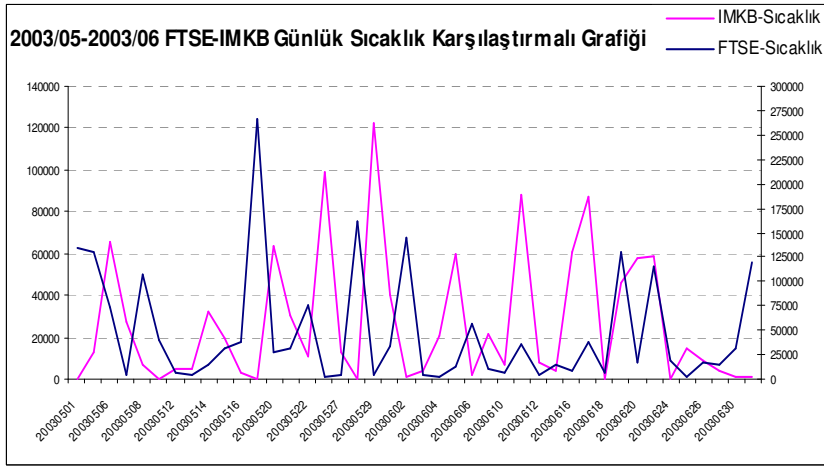
Grafik E2.2: 2003/01–2003/02 FTSE-İMKB Logaritmik Ölçekli Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



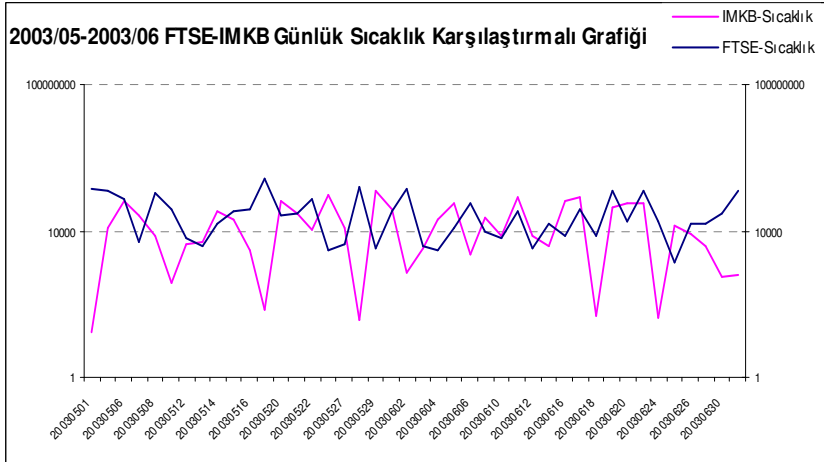
Grafik E2.3: 2003/03–2003/04 FTSE-İMKB Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



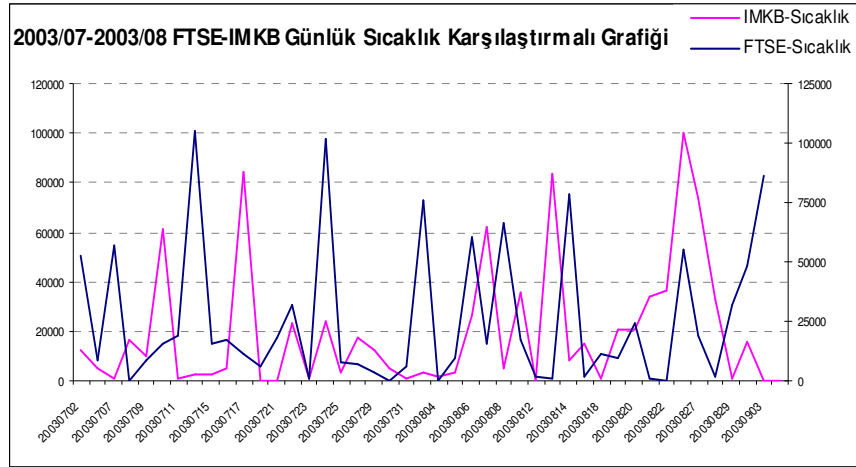
Grafik E2.4: 2003/03–2003/04 FTSE-İMKB Logaritmik Ölçekli Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



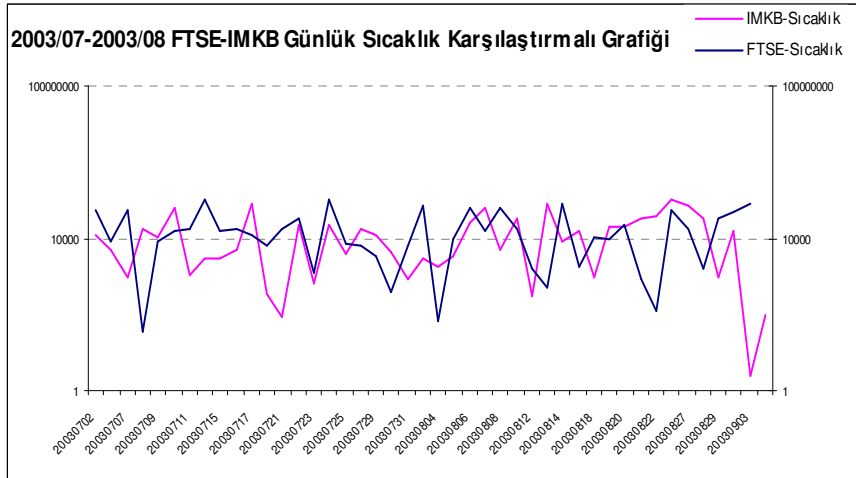
Grafik E2.5: 2003/05–2003/06 FTSE-İMKB Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



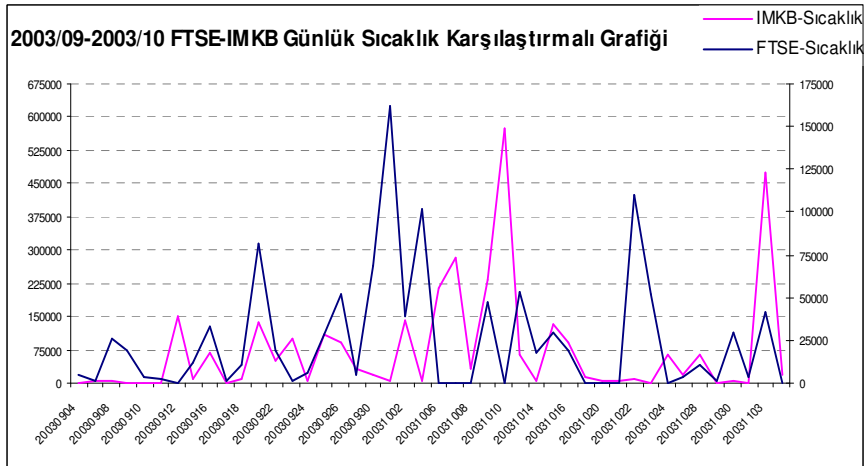
Grafik E2.6: 2003/05–2003/06 FTSE-İMKB Logaritmik Ölçekli Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



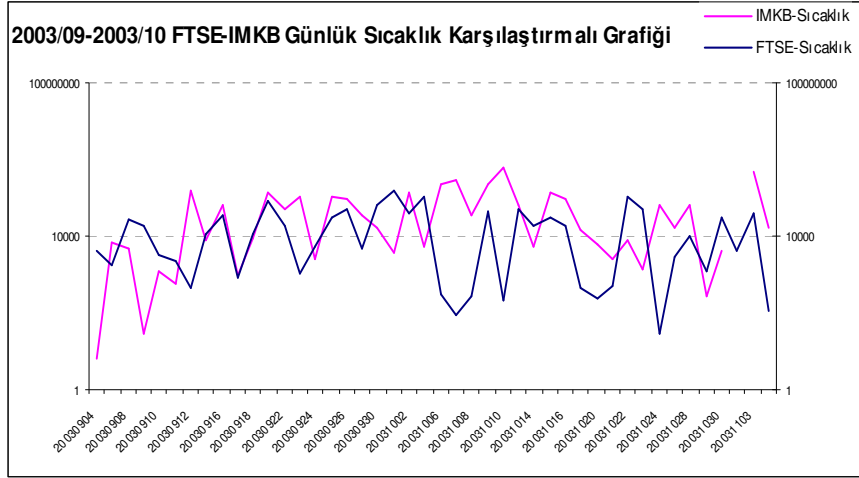
Grafik E2.7: 2003/07–2003/08 FTSE-İMKB Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



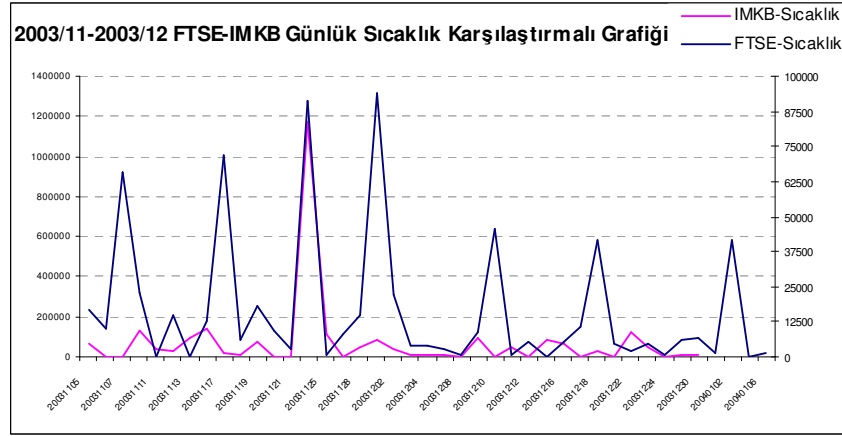
Grafik E2.8: 2003/07–2003/08 FTSE-İMKB Logaritmik Ölçekli Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



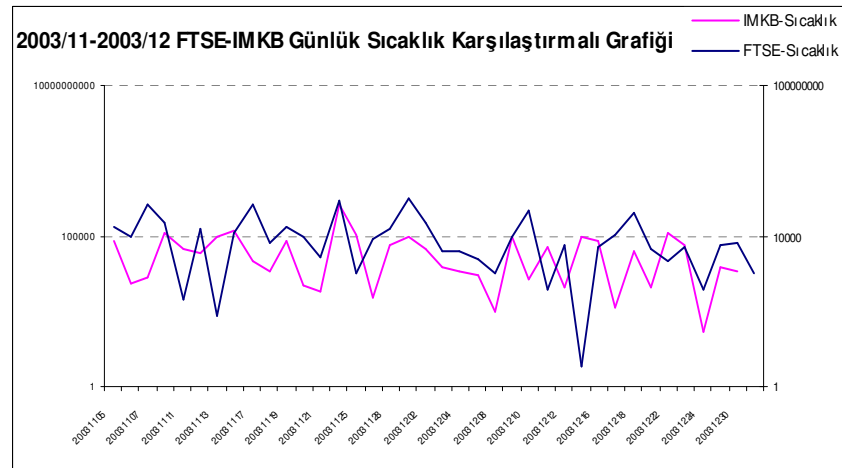
Grafik E2.9: 2003/09–2003/10 FTSE-İMKB Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



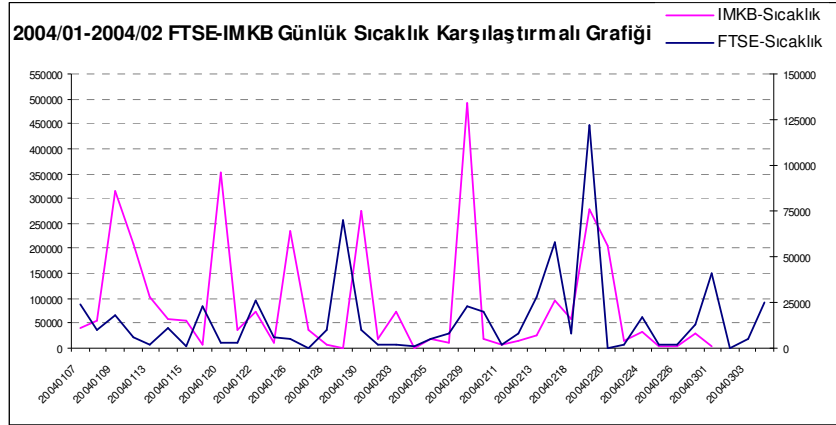
Grafik E2.10: 2003/09–2003/10 FTSE-İMKB Logaritmik Ölçekli Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



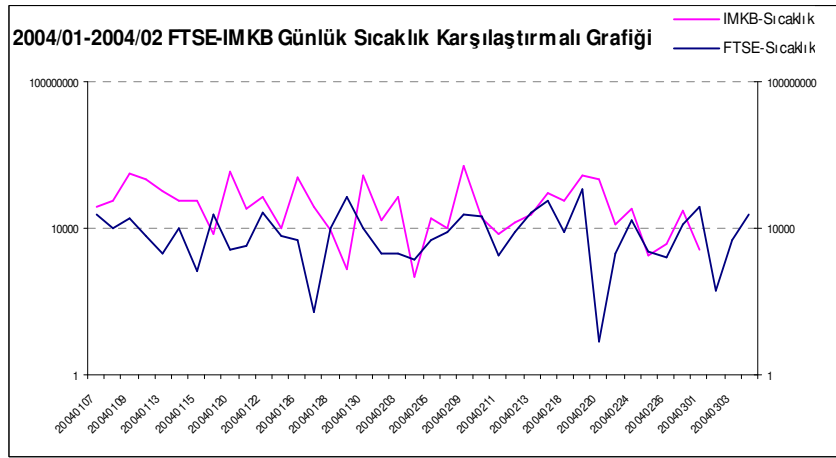
Grafik E2.11: 2003/11–2003/12 FTSE-İMKB Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



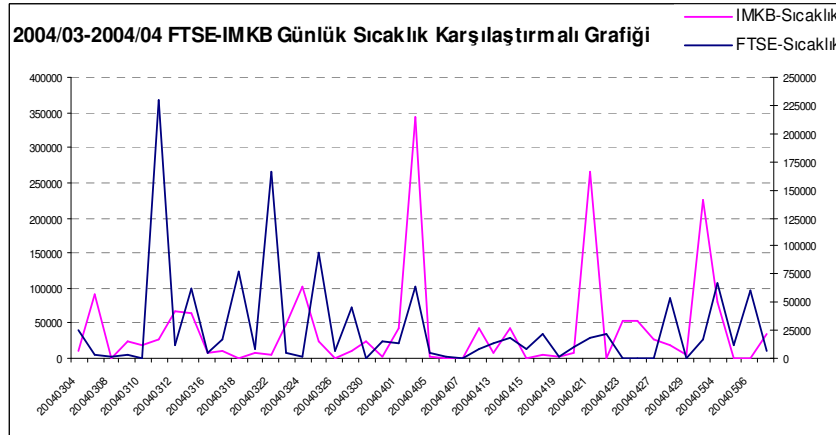
Grafik E2.12: 2003/11–2003/12 FTSE-İMKB Logaritmik Ölçekli Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



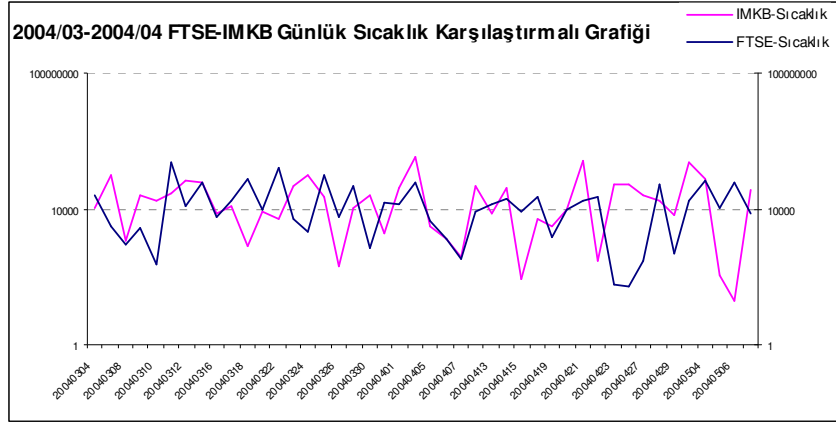
Grafik E2.13: 2004/01–2004/02 FTSE-İMKB Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



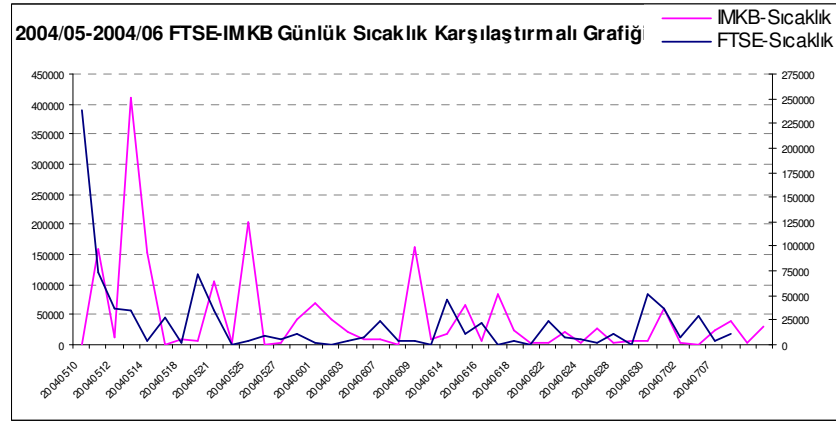
Grafik E2.14: 2004/01–2004/02 FTSE-İMKB Logaritmik Ölçekli Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



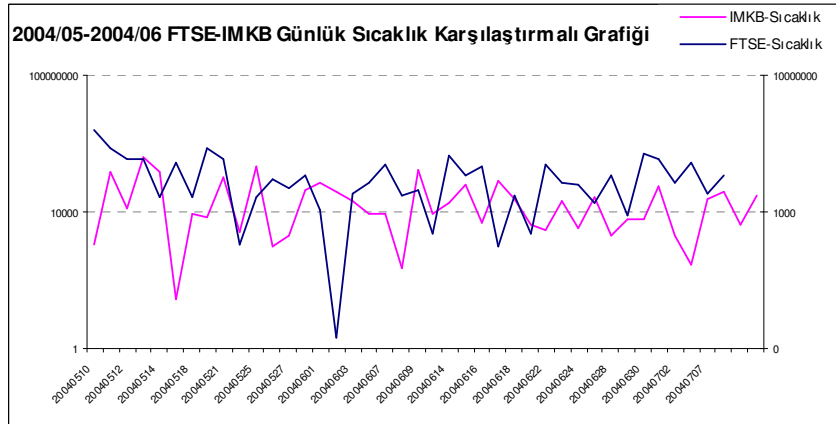
Grafik E2.15: 2003/03–2003/04 FTSE-İMKB Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



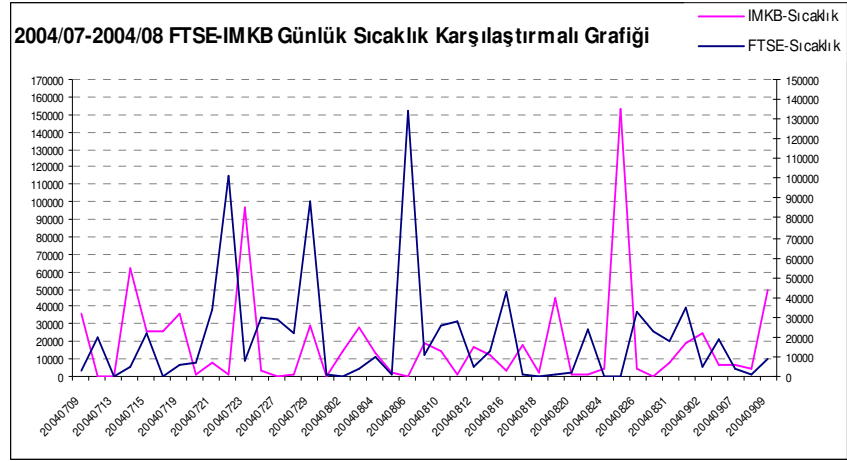
Grafik E2.16: 2004/03–2004/04 FTSE-İMKB Logaritmik Ölçekli Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



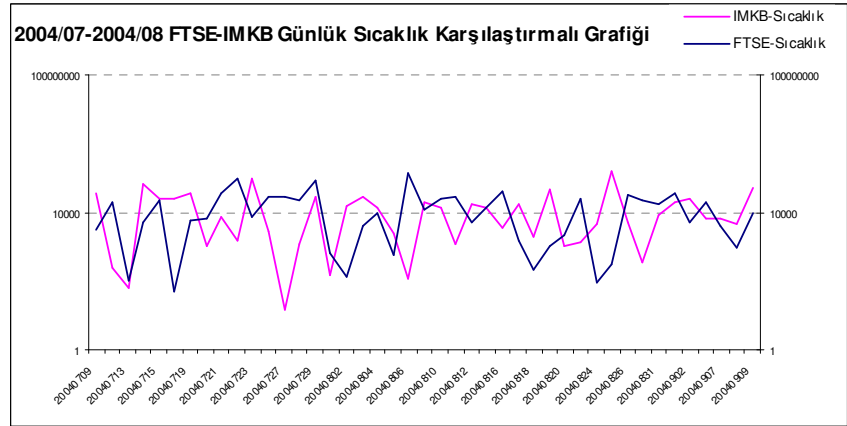
Grafik E2.17: 2004/05–2004/06 FTSE-İMKB Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



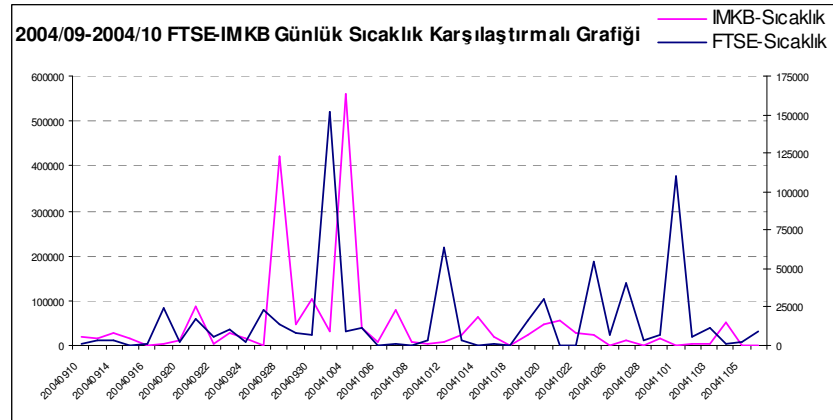
Grafik E2.18: 2003/05–2003/06 FTSE-İMKB Logaritmik Ölçekli Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



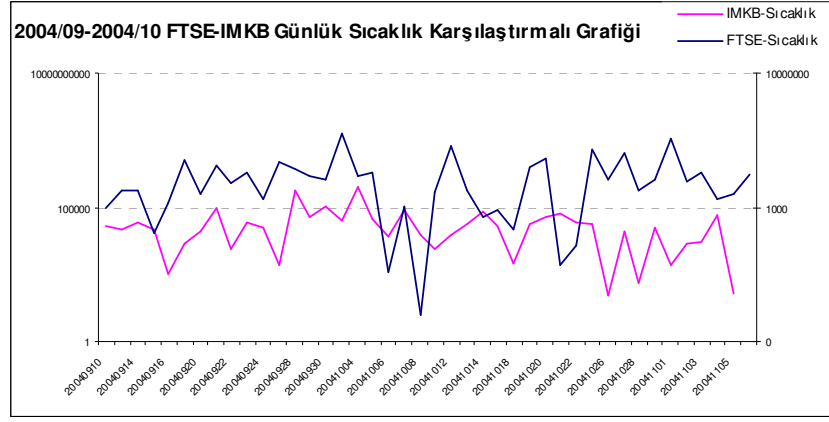
Grafik E2.19: 2004/07–2004/08 FTSE-İMKB Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



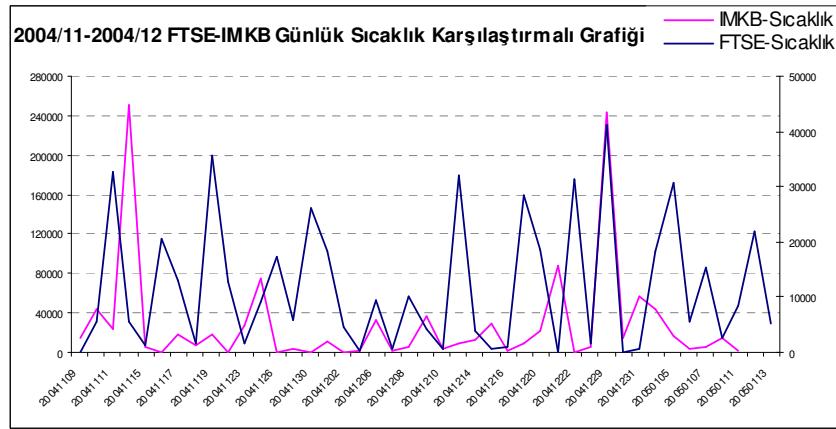
Grafik E2.20: 2004/07–2004/08 FTSE-İMKB Logaritmik Ölçekli Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



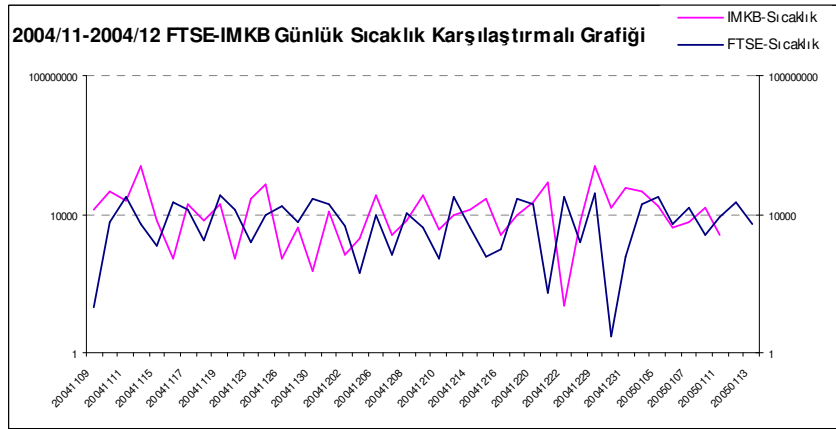
Grafik E2.21: 2004/09–2004/10 FTSE-İMKB Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



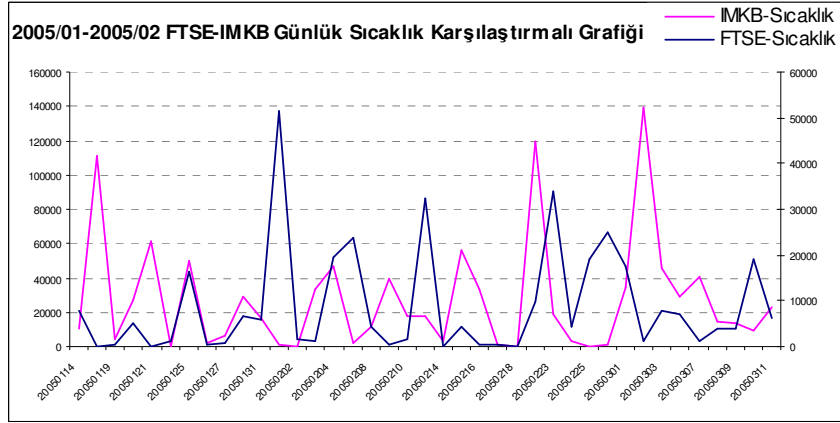
Grafik E2.22: 2004/09–2004/10 FTSE-İMKB Logaritmik Ölçekli Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



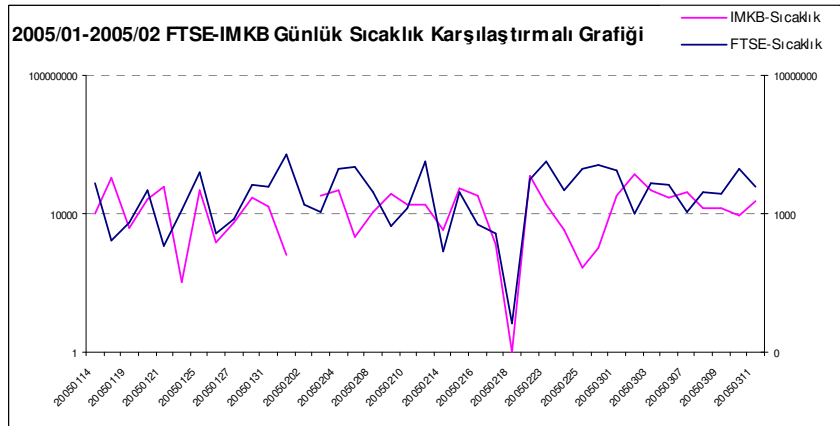
Grafik E2.23: 2004/11–2004/12 FTSE-İMKB Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



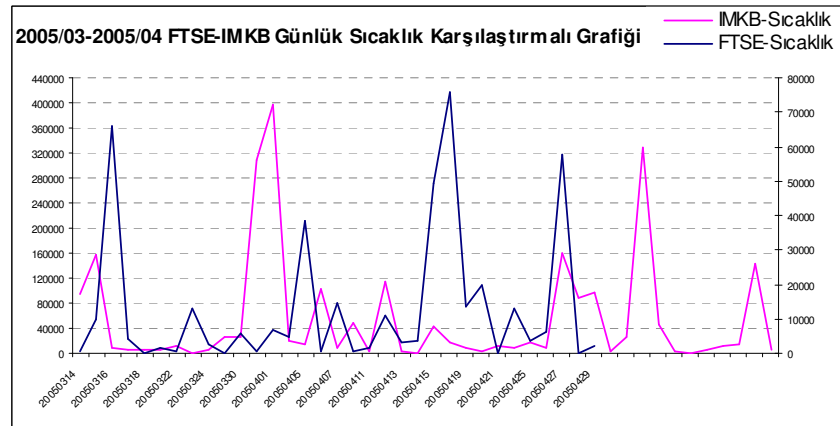
Grafik E2.24: 2004/11–2004/12 FTSE-İMKB Logaritmik Ölçekli Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



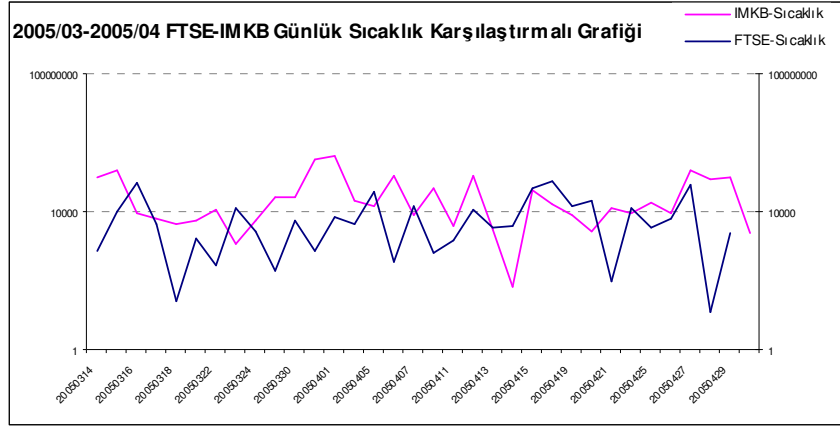
Grafik E2.25: 2005/01–2005/02 FTSE-İMKB Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



Grafik E2.26: 2005/01–2003/02 FTSE-İMKB Logaritmik Ölçekli Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



Grafik E2.27: 2005/03–2005/04 FTSE-İMKB Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği



Grafik E2.28: 2005/03–2005/04 FTSE-İMKB Logaritmik Ölçekli Günlük Sıcaklık Karşılaştırmalı Grafiği

ÖZET

Bir çok bilim dalı ile iç içe geçmiş olan finansın son yıllarda en gözde çalışma arkadaşı Fizik'tir..

Literatür bu birlikteliği “Ekonofizik” olarak adlandırmış; çalışmalar bu adla anılmaya başlanmıştır. Bu çalışma da ise Ekonofiziğin en önemli alt çalışmalarından bahsedilmiş, ekonofiziğin Türk Sermaye Piyasaları ile yapılan uygulamasında başarılı olup olamayacağı tartışılmıştır. Fiziğin ve finansın ortak ispatı olan ekonofiziğin teorik düzeyde yapılan çalışmalarının yurdumuzda uygulanabilirliği araştırılmıştır.

Ekonofizik, başlangıçta fizikçiler tarafından ekonomideki problemleri çözmek üzere geliştirilen birkaç bilim dalı ile ilgili bir araştırma alanıdır. Ekonofiziğin en önemli alanlarından biri finansal pazarların, fiziksel modellerinin hazırlanması ve geliştirilmesidir. Bu açıdan bakıldığında çalışmada ekonofiziğin tanımının yapılmasından sonra, kuramsal çerçevede bu modellerin ne gibi dinamiklere dayandırılarak yazıldığı açıklanmıştır.

Tüm simülasyon örneklerinde yer alan en önemli unsur yatırımcıların yatırım kararları verirken birbirlerini ve piyasayı nasıl etkiledikleri olmuştur. Bu çalışmada da bu tartışılırken en genel haliyle Ekonofiziğin istatistik alt yapısı ile ilgili görüşler verilmiş ve buradan en genel haliyle Türk yatırımcısının; yatırım kararlarını verirken anlatılan dağılımlardan hangisine; neden uyduğunun altı çizilmiştir. Bu yapılırken araştırma da baz alınan yılların siyasi ve politik gelişmelerden nasıl etkilendiği ihmal edilmiştir.

Bunun yanında Türk yatırımcısının mikroskopik düzeyde fizik bilim dalı içindeki çözümü yapılırken bu alanda yapılmış olan özgün çalışmalardan sıkça faydalanılmıştır.

Bose-Einstein İstatistiği ile birlikte değerlendirmeler hakkında bilgiler verilmiş, içeriğinde fizik biliminin yabancı olmadığı sıcaklık ve entropi tanımlamasının yerine, ekonomi biliminin henüz yabancı olduğu piyasa sıcaklığı ve piyasa entropisi gibi kavramlara da sıkça yer verilmiştir. Yapılan alışmalar noktasından hareketle piyasamız için yurt dışında geliştirilmiş olan bir modelin başarılı olup olmayacağı tartışılmıştır.

ABSTRACT

Finance has a Physics as important working team.

Literature named this team as Econophysics and every research about this field named as it. In this research sub-studies are cited and argued whether econophysics is prosperous or not when using for Turkish Financial Markets. Research is tested Econophysics, which is a proof of Economics and Physics, in applicability or non-applicability in Turkey and Turkish Financial Environment.

Econophysics is an interdisciplinary research field applying theories and methods originally developed by physicists in order to solve problems in economics. The most important area of Econophysics is to improve and re-simulated financial markets as physical models. In this point of view, econophysics is characterized and explained first and second every models is outlined theoretically and explained dynamics of models. Important factor shown in every simulation examples, is first investors imposed each other and then imposed the market.

In this research in general ideas of statistical infrastructure in Econophysics are shown and then pointed Turkish Investor and Turkish Investment decision in which has a statistical distribution and why it has. In this phase political developments are omitted.

As Turkish Investor and investment behaviours are characterised, important and original researches are used rather frequently

In some sections evaluation of Bose-Einstein Statistics is placed and some technical words like temperature of market and entropy of market are widely used which are acquainted with physics but not with economics. From the point of previous studies, a model improved outside is applied in Turkish Financial Environment and discussed whether strongly applicable or not.

