

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
PARA, SERMAYE PİYASALARI VE FİNANSAL KURUMLAR
BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FİYAT KÖPÜĞÜNÜN LPPLS YÖNTEMİ İLE
ANALİZİ: HAVACILIK SEKTÖRÜ
ÜZERİNE BİR UYGULAMA

Çağrı FİDAN

2501181954

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Burçay YAŞAR AKÇALI

İSTANBUL – 2022

ÖZ

FİYAT KÖPÜĞÜNÜN LPPLS YÖNTEMİ İLE ANALİZİ: HAVACILIK SEKTÖRÜ ÜZERİNE BİR UYGULAMA ÇAĞRI FİDAN

Fiyat köpüklerinin tespit edilmesi amacıyla literatürde çok nadir uygulanan LPPLS yöntemi ile Havacılık Sektörü üzerine bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Ekim 2005 - Kasım 2022 aralığını kapsayan aylık düzeltilmiş fiyatları ve IATA tarafından dünyanın en büyük halka açık havayolu şirketleri ve gene en büyük ticari uçak üreticileri üzerinde fiyat köpüğü hem GSADF yöntemi hem de LPPLS yöntemi ile test edilip, incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre American Airlines, Singapore Airlines, Boeing Co., Southwest Airlines ve Türk Hava Yolları'nda birden fazla dönemde fiyat köpüğü tespit edilmiştir. Aynı şekilde elde edilen sonuçlar LPPLS ile kıyaslanmıştır. LPPLS yönteminin sonuçlarının başarılı olduğu tespit edilmiş olup ayrıca LPPLS yönteminin detaylı sonuçları incelendiğinde kriz dönemi öncesinde ve kriz dönemlerinde pozitif fiyat köpüğü oluşumları gözlemlenmiştir. Krizlerin artık bittiği ve borsadaki fiyatların durağan hale geldiği, volatilitenin azaldığı dönemlerde de negatif fiyat köpüğü oluşumları görülmüştür. Kısaca LPPLS yönteminin krizleri önceden tespit etmekte ve uyarı vermekte tam tersi şekilde de ilgili şirketlerin esas değerlerinin altında da negatif fiyat köpüğü tespiti yaparak ilgili şirketlerin borsadaki fiyatlarının alım noktasına yaklaştığı söylemektedir. Bu uygulama sonuçlarının literatüre, bütün yatırımcılara, piyasa katılımcılarına, şirketlere, fon ve portföy yöneticilerine ve ilgili alanda çalışma yapacaklara katkı sağlanması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Fiyat Köpüğü, GSADF, Havacılık Sektörü, LPPLS, LPPL, Log Periodic Power Law Singularity, Log Periodic Power Law

ABSTRACT

ANALYZING THE PRICE BUBBLE WITH THE LPPLS METHOD: AN APPLICATION ON THE AVIATION INDUSTRY ÇAĞRI FİDAN

In order to detect price froths, an application on the aviation industry has been carried out with the LPPLS method, which is very rarely applied in the literature. The monthly adjusted prices covering the period from October 2005 to November 2022 and the price foam on the world's largest publicly traded airlines and the largest commercial aircraft manufacturers by IATA are tested and analyzed by both GSADF and LPPLS method. According to the results, American Airlines, Singapore Airlines, Boeing Co., Southwest Airlines and Turkish Airlines were found to have price froth in more than one period. Likewise, the results obtained were compared with LPPLS. The results of the LPPS method are found to be successful, and when the detailed results of the LPPLS method are analyzed, positive price bubble formations are observed before the crisis period. Negative price bubbles were observed during the periods when the crises were over and the prices in the stock market stabilized and volatility decreased. In short, the LPPLS method detects and warns of crises in advance, and on the contrary, it detects negative price bubbles below the fundamental values of the relevant companies and indicates that the prices of the relevant companies in the stock market are approaching the buying point. It is expected that the results of this application will contribute to the literature, all investors, market participants, companies, fund and portfolio managers and those who will work in the related field.

Keywords: Price Bubbles, GSADF, Aviation Industry, LPPLS, LPPL, Log Periodic Power Law Singularity, Log Periodic Power Law

ÖN SÖZ

Finansal krizler her sektörü etkilediği gibi havacılık sektörünü de önemli bir şekilde etkilemektedir. Hayatımızın büyük bir parçası olan havacılık sektörü sadece finansal krizlerden değil bulaşıcı salgın hastalıklardan da büyük ölçüde etkilenmiştir. Çalışmada havacılık sektörü çok geniş bir sektör olduğundan belirli büyük uluslararası havayolu şirketleri ile dünyanın en büyük ilk üç ticari yolcu uçağı üreticileri de ele alınmıştır. Çalışmada havacılık sektöründeki şirketlerin yaşadığı zorluklardan, havacılık sektöründeki gelişmelerden, pandemi öncesi ve sonrası durumlarından, şirketleri, yatırımcıları ve hükûmetleri etkileyebilecek bir konu olan ESG' den de bahsedilmiştir.

Çalışmanın bir diğer önemi Türkiye'de LPPLS (Log Periodic Power Law Singularity) yöntemi ile fiyat köpüğü tespitine yönelik ilk çalışma özelliğini, ayrıca uluslararası literatürde havacılık sektöründeki fiyat köpüğü tespitine yönelik yöntem olarak LPPLS yöntemi kullanılması da bir ilk olarak literatüre katkı açısından büyük önem taşımaktadır.

Fiyat köpükleri bu çalışmada nedenleriyle, köpüğün patlaması sonrası oluşan sonuçlarıyla ve geçmişte yaşanmış fiyat köpükleri örnekleriyle detaylı bir şekilde incelenmiştir.

Bu çalışmanın amacı, Ekim 2005 – Kasım 2022 tarihleri arasında havacılık sektöründe oluşan/oluşmuş tüm fiyat köpüklerini negatif ve pozitif olarak LPPLS yöntemi ile tespit edebilmek ve bunun sonuçlarını GSADF testi sonuçları ile karşılaştırmak ve bunun sonucunda ilgili şirketlerin, yatırımcıların ve piyasa katılımcılarının kendi stratejilerini bu doğrultuda oluşturabilmelerine katkı sağlamaktır.

Tez çalışmama katkıda bulunan değerli hocam ve danışmanım Sayın Doç. Dr. Burçay YAŞAR AKÇALI 'ya ve tüm hayatım boyunca benim yanımda olan aynı zamanda tez sürecinde her zaman desteğini esirgemeyen aileme özellikle benim üzerimde emeği çok olan değerli anneme çok teşekkür ederim.

Çağrı FİDAN

İSTANBUL, 2022

İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	ii
ABSTRACT.....	iii
ÖN SÖZ.....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
TABLolar LİSTESİ.....	x
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xi
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

HAVACILIK SEKTÖRÜ

1.1. Uçak Üreticileri Ve Havayolu Şirketleri	2
1.1.1. Uçak Üreticileri.....	8
1.1.1.1. Boeing Co.....	9
1.1.1.2. Airbus SE.	9
1.1.1.3. Embraer S.A.....	10
1.1.2.Havayolu Şirketleri	10
1.1.2.1. American Airlines	10
1.1.2.2. United Airlines.....	11
1.1.2.3. Lufthansa Airlines	12
1.1.2.4. International Consolidated Airlines Group (IAG).....	13
1.1.2.5. RyanAir	13
1.1.2.6. AF-KLM (AirFrance-KLM)	14
1.1.2.7. Southwest Airlines	15
1.1.2.8. Türk Hava Yolları (THY).....	15
1.1.2.9. China Southern Airlines	16
1.1.2.10. JetBlue Airways Corporation	17
1.2. Havacılık Sektörünün Yaşadığı Çeşitli Zorluklar	17
1.2.1. Covid-19	17
1.2.1.1. Covid-19 Etkileri.....	18

1.2.1.2. Covid-19 Sonrası Toparlanma	21
1.2.2. Yükselen Jet Yakıtı Fiyatları	22
1.2.3. ABD Dolarının Olağandışı Güçlenmesinin Havayolu Şirketlerine Etkisi	24
1.3. Havacılık Sektöründe ESG ve Sürdürülebilirlik	25

İKİNCİ BÖLÜM

ETKİN PİYASA HİPOTEZİ VE YATIRIMCI DAVRANIŞLARI

2.1. Piyasa Etkinliği Kavramı	27
2.2. Etkin Piyasa Hipotezi	28
2.3. Etkinlik Formları	31
2.3.1. Zayıf Form Piyasa Etkinliği (Weak Form Efficiency)	31
2.3.2. Yarı Güçlü Form Piyasa Etkinliği (Semi-Strong Form Efficiency)	32
2.3.3. Güçlü Form Piyasa Etkinliği (Strong Form Efficiency)	33
2.5. Davranışsal Finans	34

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

KÖPÜK KAVRAMI VE KÖPÜĞÜN TEORİK ÇERÇEVESİ

3.1. Fiyat Köpüğünün Tanımı	36
3.2. Fiyat Köpüğünün Oluşmasının Nedenleri	37
3.3. Fiyat Köpüğü Türleri	39
3.3.1. Rasyonel Fiyat Köpüğü	39
3.3.2. İrrasyonel Fiyat Köpüğü	41
3.3.2.1. İki Yatırımcı Modeli	41
3.3.2.2. Yatırımcı Psikolojisi	42
3.4. Tarihteki Fiyat Köpüğü Örnekleri	42
3.4.1. Lale Çılgınlığı (Tulipmania) 1634-1637	44
3.4.2. Mississippi ve Güney Denizi Köpüğü (1720)	47
3.4.3. 1929 Amerika Birleşik Devletleri'nde Borsadaki Fiyat Köpüğü	52
3.4.4. İnternet Köpüğü (1995-2000)	54
3.4.5. 2003-2007 Gayrimenkul Köpüğü ve 2007-2010 Küresel Kriz	56

3.5. Tarihsel Fiyat Köpüklerinin Sonuçları	59
--	----

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

FİYAT KÖPÜĞÜ TESTLERİNİN UYGULANMASI

4.1. Literatür	60
4.2. Yöntem	64
4.2.1. GSADF Yöntemi.....	64
4.2.2. LPPLS Yöntemi.....	69
4.3. Veriler ve Ampirik Bulgular.....	73

SONUÇ.....	93
KAYNAKÇA.....	94
EKLER.....	103

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. 1. Ulaştırma İstatistikleri Bürosu pazar verilerinden alınmıştır.	3
Şekil 1. 2. Eylül 2022, ICAO verilerine göre en fazla yolcu sayısına sahip ilk 15 havalimanı Tarifeli ve tarifesiz tüm hizmetler dahil edilmiştir	4
Şekil 1. 3. Gerçek Yolcu Trafiği (RPK).....	4
Şekil 1. 4. Arz Edilen Koltuk Kilometre (ASK)	5
Şekil 1. 5. Uluslararası Yolcu trafiği ve Uluslararası Turist Varışları.....	6
Şekil 1. 6. Kargo Ton-Kilometre (CTK)	6
Şekil 1. 7. İlk 15 Havayolu Şirketi RPK' ya göre sıralanmıştır.	7
Şekil 1. 8. 2006-2021 Yılları Arasında Boeing ve Airbus Uçak Üreticilerinin Aldıkları Toplam Uçak Siparişleri	8
Şekil 1. 9. 1945-2022 Yılları Arası Dünyadaki Yolcu Trafiği Değişimi	18
Şekil 1. 10. CTK ve RPK'ların 2019 Yılı Yani Covid-19 Öncesi Dönemi Aynı Aya Göre Yüzdelik Değişimi.....	21
Şekil 1. 11. Jet Yakıtı Fiyatları ve ABD Ham Petrolü Fiyatları Karşılaştırılması ve Geçmiş Yıllara Göre Değişimi	22
Şekil 1. 12. ABD Dolar Endeksi (2018/08-2022/11, Günlük Veriler).....	24
Şekil 3. 1. Lale Soğanı Fiyat Endeksi (1636-37).....	47
Şekil 3. 2. South Sea Company Logaritmik Fiyat Grafiği (1719-1722)	49
Şekil 3. 3. Newton ve Thomas' In South Sea Company Hisse Senedinde Yaptıkları İşlemler ve Şirketin Hisse Senedi Fiyat Grafiği (04-11/1720).....	50
Şekil 3. 4. Dow Jones Endeksi Endüstri Fiyat Endeksi Grafiği (1927-1932).....	54
Şekil 3. 5. Nasdaq Fiyat Grafiği Endeksi ve FED'in Hedef Faiz Oranları Değişimi (Ocak 1994 – Aralık 2001)	55
Şekil 4. 1. Havacılık Sektörüne Ait Hisse Senetlerinin Fiyat Grafiği	75
Şekil 4. 2. Çalışmada Kullanılan Şirketlerin Getiri Grafikleri.....	79
Şekil 4. 3. Çalışmada Kullanılan Havacılık Sektörü Şirketlerinin Kümülatif Toplam Getirileri	80
Şekil 4. 4. Çalışmada Kullanılan Havacılık Sektörü Şirketlerinin Beklenen Getiri / Risk Oranı Grafiği	80
Şekil 4. 5. GSADF Test Sonuçlarının Görselleştirilmiş Hali	85

Şekil 4. 6. LPPLS Testinin Görselleştirilmiş Hali – kırmızı barlar pozitif fiyat köpüklerini temsil etmekte yeşil barlar ise negatif fiyat köpüklerini ifade etmektedir.	92
---	----

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. 1. Ekim 2022, Türk Hava Yolları Trafik Verileri	16
Tablo 2. 1. Etkin Piyasa Hipotezi ve Davranışsal Finans Arasındaki Farklar	29
Tablo 2. 2. Yatırımcı Davranışlarını Etkileyen Başlıca Psikolojik Unsurlar	30
Tablo 3. 1. Tarihteki Çeşitli Fiyat Köpüğü Örnekleri.....	43
Tablo 3. 2. Lale Soğanlarının İlgili Dönemde İşlem Gören Fiyatları	46
Tablo 4. 1. Spekülatif Fiyat Hareketliğinin Saptanması Durumunda “Var” Olacak Şekilde Belirtilmiştir. Olmaması Durumunda ise Açıklamalar Yapılmıştır.	60
Tablo 4. 2. LPPLS Modeli İçin Uygun Filtreleme ve Aralığı.....	72
Tablo 4. 3. Serilerin Tanımlayıcı İstatistikleri	76
Tablo 4. 4. Değişkenlerin Birbirleri ile Korelasyonları.....	78
Tablo 4. 5. Çalışmada Kullanılan Havacılık Sektörü Şirketlerinin Getiri, Risk, Sharpe Oranı, Ortalama Günlük Getiriler ve CAGR Hesaplama Sonuçları	81
Tablo 4. 6. GSADF Testi Sonuçları	82
Tablo 4. 7. Gsadf Testi Sonuçlarına Göre Fiyat Köpüğü Dönemleri.....	83

KISALTMALAR LİSTESİ

\$	: Amerikan Doları
AAL	: American Airlines
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ADF	: Augmented Dickey Fuller Test
AIC	: Akaike Bilgi Kriteri
DF	: Dickey-Fuller
ASK	: Arz edilen Koltuk Kilometre Available Seat Kilometres
ATK	: Available Tonne Kilometres
BIST	: Borsa İstanbul
BTC	: Bitcoin
CME	: Chicago Mercantile Exchange (Chicago Ticaret Borsası)
ÇSY	: Çevresel, Sosyal ve Kurumsal Yönetim (yönetişim)
DW	: Durbin Watson
EKK	: En Küçük Kareler
EPH	: Etkin Piyasa Hipotezi
ESG	: Environmental, Social, and Corporate Governance
EURO	: Avro
FAA	: Federal Aviation Administration
FED	: ABD Merkez Bankası
GSADF	: Generalized Sup Augmented Dickey Fuller Test (Genelleştirilmiş Sağ kuyruklu birim kök testi)
GSMH	: Gayri Safi Milli Hasıla
GSYİH	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
HUB	: Central Connection Point For Many Different Flights
IAE	: International Energy Agency
IAG	: International Consolidated Airlines Group
IATA	: International Air Transportation Association
ICAO	: International Civil Aviation Organization
ICO	: Kripto Para Arzı
IMF	: Uluslararası Para Fonu
IPO	: Halka arz (Initial Public Offering)
LCC	: Düşük Maliyetli Havayolları
LPPL	: Log-Periodic Power Law

LPPLS	: Log-Periodic Power Law Singularity
NASDAQ	: National Association of Securities Dealers Automated Quotations
NYSE	: New York Stock Exchange
PAX	: Havayolu ile Taşınan Yolcu Sayısı
PLF	: Passenger Load Factor (Yolcu Doluluk Oranı)
PP	: Phillips-Perron
RPK	: Revenue Passenger Kilometer (Gerçek Yolcu Trafiği)
SADF	: Sup Augmented Dickey Fuller Test (Sağ kuyruklu birim kök testi)
SIC	: Schwarz Bilgi Kriteri
SWIFT	: Dünya Bankalar Arası Finansal Telekomünikasyon Derneği
TCMB	: Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası
TKM	: Tonne Kilometres
TL	: Türk Lirası
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
VAR	: Vektör Otoregresyon Modeller

GİRİŞ

Çalışma toplam dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde öncelikle Havacılık sektöründen uçak üreticileri ve havayolu şirketleri incelenmiş özellikle çalışmada kullanılacak şirketler detaylı incelenmiştir. Havacılık sektörünün karşılaştığı zorluklardan bahsedilerek son yıllarda havacılık sektörünü derinden etkileyen Covid-19' a yer verilmiştir. İkinci bölümde ise klasikleşmiş finans yaklaşımlarından piyasa etkinliği, etkin piyasa hipotezi, etkinlik formları kavramları anlatılmış, modern finans teorisine ve davranışsal finansa değinilerek karşılaştırılmalar yapılmıştır. Üçüncü bölümde ise finansal piyasalardaki fiyat köpükleri incelenmiştir. Bu bölümde köpük kavramından türlerinden ve köpüklerin oluşma nedenlerinden bahsedilmiştir. Tarihte dikkat çeken büyük fiyat köpüğü örnekleri detaylı incelenmiştir. Ayrıca bu köpüklerin patlayıp, sönmesi sonrası bazı sonuçlara yol açmıştır, çalışmada bu sonuçlar ayrı başlık açılarak bahsedilmiştir. Dördüncü ve son bölümde literatürdeki yapılmış çalışmalara yer verilmiştir. Çalışmada kullanılan yöntemlerden fiyat köpüğü testlerinden ve kavramlarından bahsedilmiştir. Çalışmada literatürde çok fazla yer verilmeyen birden fazla pozitif ve negatif fiyat köpüklerini dönemleriyle tespit edebilmek amacıyla LPPLS yöntemi kullanılmıştır. Ekim 2005 – Kasım 2022 dönemleri arasında, GSADF ve LPPLS yöntemleri ile IATA istatistiklerine göre en büyük 10 havayolu şirketi ile 3 büyük ticari yolcu uçağı üreticisi üzerinde bir uygulama yapılmıştır. Uygulama sonucu ampirik bulgular ve sonuçları incelenerek değerlendirilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

HAVACILIK SEKTÖRÜ

1.1. UÇAK ÜRETİCİLERİ VE HAVAYOLU ŞİRKETLERİ

Havacılığın tarihinden bahsedersek aslında birçok ülkenin kuruluşundan eskiye dayanmaktadır. Havacılığın tarihi, uçurtma ve kuleden atlama denemeleri gibi havacılıkta yapılan erken deneylerle başlayarak iki bin yıldan fazla geriye uzanan çok geniş bir konudur.

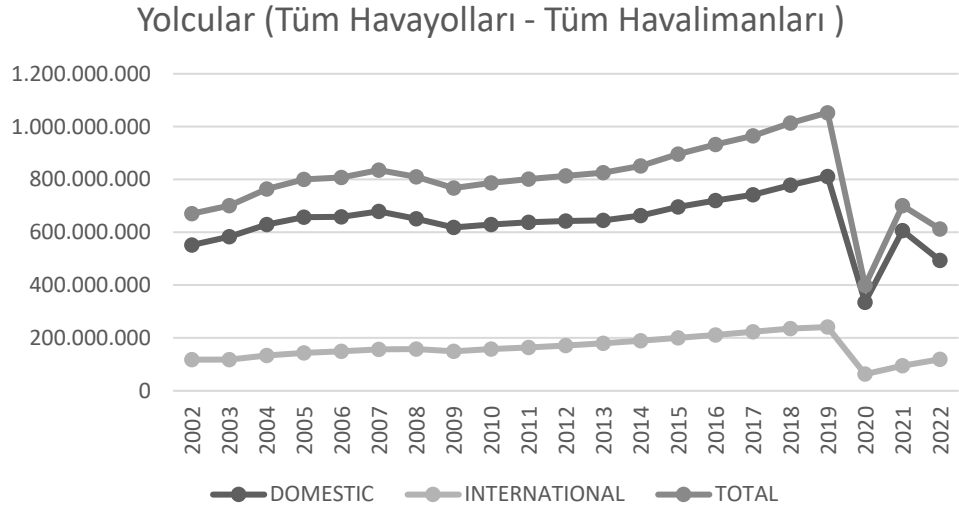
Kule atlama denemeleri ile başlayan havacılık tarihi, uçurtmalardan, sıcak hava balonlarından, zeplinlerden, planörlerden, buharlı motorlardan, pistonlu motorlara, süpersonik ve hipersonik uçuşlara kadar gelişerek ve yeni teknolojileri dahil ederek günümüze kadar gelmiştir. Kısaca havacılık genişlemeye devam ediyor, krizleri atlattıyor ve uzun vadeli dayanıklılık göstererek bizim için vazgeçilmez bir ulaşım aracı haline gelmeye devam ediyor. Havacılık sektörü yıllar içinde büyümeye devam etti ve artık ulaşım dünyasının vazgeçilmez bir parçası haline geldi. Bunun nedeni, kriz zamanlarında dayanıklı ve istikrarlı kalma kabiliyetini göstermesi ve bu da onu modern ulaşım ağıımızın gerekli bir parçası haline getirmesidir.

Tarihsel olarak bakıldığında, hava taşımacılığı her on beş yılda bir iki katına çıktığı ve diğer birçok endüstriden daha hızlı büyüdüğü görülmekte. 2018 yılında, dünya çapında havayolları 8,3 trilyon gerçek yolcu kilometresi ölçümü (RPK) ile yılda yaklaşık 4,3 milyar yolcu taşıdı. Elli sekiz milyon ton yük hava yoluyla taşınarak 231 milyar ton kilometreye (FTK) ulaştı. Her gün 100.000'den fazla uçuş, yaklaşık 12 milyon yolcu ve yaklaşık olarak her gün 18 milyar ABD doları değerinde ürün taşınmakta (ICAO Economic Development, 2022). Havacılık, küresel ölçekte var olan ve onu uluslararası ticaretin önemli bir parçası yapan tek hızlı ulaşım şeklidir. Havacılık sektörünün bir diğer faydası, pozitif ekonomik büyüme yaratılmasına ayrıca uluslararası ticareti ve turizmi kolaylaştırırken bu alanlarda ve daha birçok alanda iş imkânı yaratılmasına olanak tanır.

Sektörler arası Hava Taşımacılığı Eylem Grubu'nun (ATAG) son tahminlerine göre, küresel havacılık endüstrisinin toplam ekonomik etkisi (doğrudan, dolaylı, uyarılmış ve turizm bağlantılı) 2,7 trilyon ABD dolarına ulaştı, bu da dünyanın gayri safi yurtiçi hasılasının yaklaşık yüzde 3,6'sını oluşturuyor.

Havacılık sektörü dünya çapında toplam 65,5 milyondan fazla iş olanağı sağlamıştır. 10,2 milyonun üzerinde doğrudan iş sağladı. Havayolları, hava seyrüsefer hizmet sağlayıcıları ve havaalanları direkt olarak yaklaşık üç buçuk milyon kişiyi iş sahibi yaptı. Sivil havacılık sektörü (uçak, sistem ve motor üretimi) 1,2 milyon kişiyi istihdam etti. 5,6 milyon kişi de havalimanındaki diğer pozisyonlarda çalıştı. Ayrıca 55,3 milyon dolaylı, teşvikli ve turizmle ilgili işler havacılık sektörü tarafından ciddi bir şekilde desteklenmiştir.

Havacılığa en fazla bağımlı olan sektörlerden biri turizmdir. Hava taşımacılığı turizmi kolaylaştırır, ekonomik büyümeyi teşvik etmeye ve yoksulluğu azaltmaya yardımcı olur. Şu anda, her yıl yaklaşık 1,4 milyar turist sınırları geçmekte ve bunların yarısından fazlası varış noktalarına hava yoluyla seyahat etmektedir. 2016 yılında havacılık, turizm sektöründe yaklaşık 37 milyon işi destekleyerek küresel GSYİH'ye yılda yaklaşık 897 milyar ABD doları katkıda bulunmuştur.

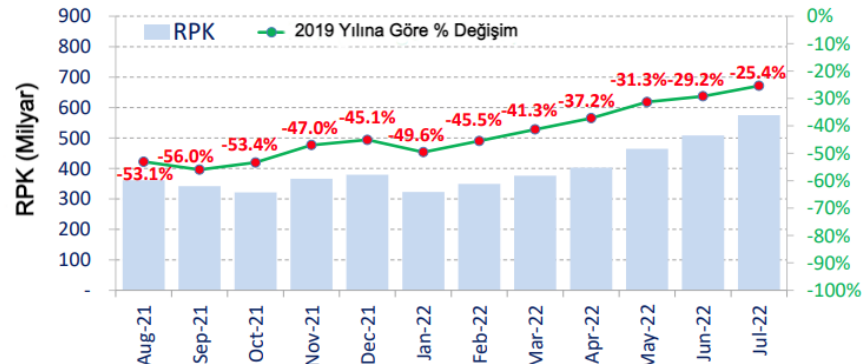


Şekil 1. 1. Ulaştırma İstatistikleri Bürosu pazar verilerinden alınmıştır.

Havalimanları	Yolcu Sayıları	2019'a göre
Atlanta GA, US (ATL)	8,470,230	↓ -17.1%
Dallas/Fort Worth TX, US (DFW)	6,992,526	↓ -2.2%
Istanbul, TR (IST)	6,740,544	↑ 5.4%
Chicago IL, US (ORD)	6,623,567	↓ -18.8%
Denver CO, US (DEN)	6,451,344	↓ -4.2%
Los Angeles CA, US (LAX)	6,337,451	↓ -25.2%
London, GB (LHR)	6,312,252	↓ -18.6%
Dubai, AE (DXB)	6,245,155	↓ -22.0%
Paris, FR (CDG)	6,017,614	↓ -19.0%
New York NY, US (JFK)	5,398,311	↓ -10.3%
Amsterdam, NL (AMS)	5,179,725	↓ -23.0%
Frankfurt, DE (FRA)	5,022,720	↓ -27.4%
Madrid, ES (MAD)	5,022,501	↓ -15.5%
Antalya, TR (AYT)	5,005,510	↓ -8.0%
New Delhi, IN (DEL)	4,908,062	↓ -15.5%

Şekil 1. 2. Eylül 2022, ICAO verilerine göre en fazla yolcu sayısına sahip ilk 15 havalimanı tarifeli ve tarifesiz tüm uçuş hizmetleri dahil edilmiştir.

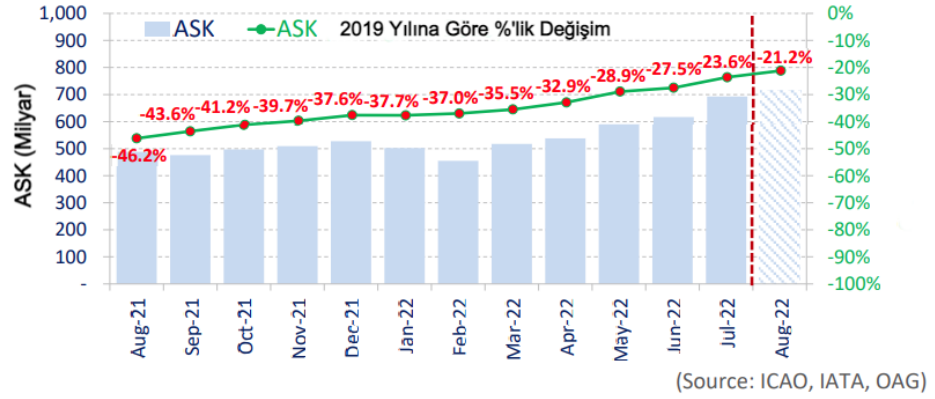
Şekil 1.2'de ilk 15 havalimanı incelendiğinde yolcu sayısı bakımından 2019'a kıyasla toplamda -%15,3'lük bir düşüş kaydetmiştir. Listenin ilk 15'i incelendiğinde ABD ve Avrupa'daki havalimanları hâkim olduğu açıkça görülmektedir. Atlanta -%17,1'lik düşüşe rağmen ilk sıradaki yerini korumuştur. Frankfurt -%27,4 ile en büyük daralmayı kaydederken, onu Los Angeles -%25,2 düşüş ile izlemiştir. İstanbul havalimanı ise %5,4 ile ilk 15'te pozitif büyüme kaydeden havalimanı olmuştur (ICAO Economic Development, 2022a).



(Source: ICAO, IATA, OAG)

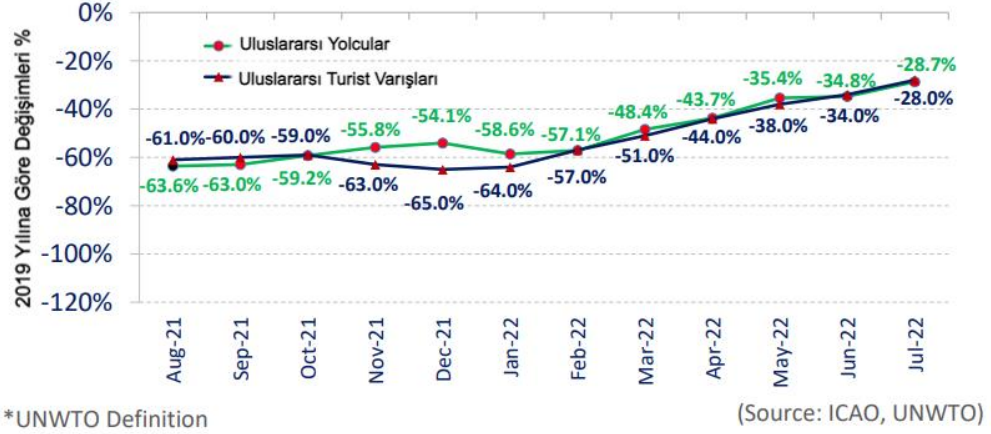
Şekil 1. 3. Gerçek Yolcu Trafiği (RPK).

Şekil 1.3.'teki veriler incelendiğinde Temmuz 2022'de dünya yolcu trafiği 2019 seviyesinin -%25,4 altında gerçekleşirken, bir önceki aydaki düşüşe göre +%3,8 puan artış gösterdi. Güçlü seyahat talebiyle birleşen seyahat kısıtlamalarının gevşetilmesi, trafikteki toparlanmanın daha da hızlanmasına sebep olmuştur. İyileşmeye en büyük katkıyı Çin iç hat trafiğindeki artışın etkisiyle Asya/Pasifik bölgesi sağlamıştır. Bununla birlikte, bölgedeki toparlanma halen diğer bölgelerin çok gerisinde kalmaktadır. Genel olarak, Kuzey Amerika ve Latin Amerika/Karayipler pandemi öncesi seviyelere yaklaşılarak toparlanma emareleri göstererek başı çekmiştir.



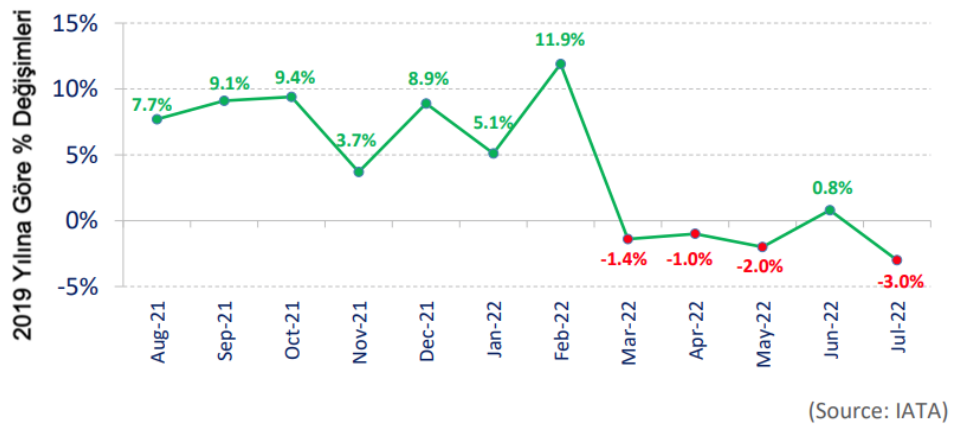
Şekil 1. 4. Arz Edilen Koltuk Kilometre (ASK).

Şekil 1.4 incelendiğinde Temmuz 2022'de dünya genelindeki kapasite 2019 seviyesinin -%23,6 altında gerçekleşirken, +%3,9 puan artışla bir önceki aya göre -%27,5 düşüş göstermiştir. Hava yolculuğundaki toparlanma devam ederken, ağustos ayında arz edilen koltuk kapasitesinin 2019 seviyesine yani -%21,2'ye gelmiştir (ICAO Economic Development, 2022b).



Şekil 1. 5. Uluslararası Yolcu trafiği ve Uluslararası Turist Varışları.

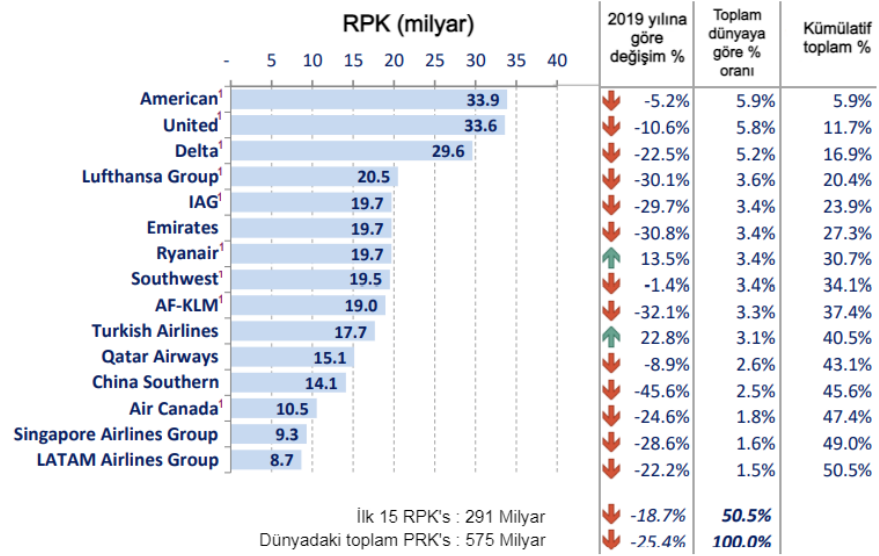
Şekil 1.5'teki veriler incelendiğinde Temmuz 2022'de dış hat yolcu sayısı 2019 seviyesinin -%28,7 altında gerçekleşirken, bir önceki aydaki düşüşe kıyasla +%6,1 puan artış gözlemlenmiştir. Tüm bölgelerde özellikle Asya/Pasifik'te uluslararası hava seyahatlerindeki toparlanmanın hızlanması aylık bazda en güçlü değer artışı olarak kaydetmiştir. Uluslararası yolcu varışlarındaki toparlanma, uluslararası turist varışlarındaki toparlanmaya paralel bir seyir izlemiştir (ICAO Economic Development, 2022).



Şekil 1. 6. Kargo Ton-Kilometre (CTK).

Şekil 1.6' daki veriler baz alındığında Temmuz 2022'de dünya kargo trafiği 2019 seviyesinin -%3,0 altında, bir önceki aydaki düşüşün -%3,8 puan altında gerçekleşmiştir. Kısa süreli pozitif büyümenin ardından hava kargo trafiği 2019

seviyesine kıyasla tekrar düşüş kaydetti. Yüksek enflasyon ve artan faiz oranları gibi olumsuzluklar hava kargo talebinin zayıflamasına neden oldu. Bununla birlikte, COVID-19 kısıtlamalarının hafifletilmesi ve tedarik zincirindeki aksaklıklar önümüzdeki aylarda küresel ticareti ve hava kargo talebini desteklemesi muhtemel olaylardan bazılarıdır. Genel olarak bakıldığında hava taşımacılık performansı bölgeler arasında karışık bir seyir seyretmiştir. Kuzey Amerika, hava kargo taşımacılığında 2019 seviyesinin önemli ölçüde üzerinde seyrederken, Avrupa en zayıf performans gösteren bölge olmaya devam ederek en büyük daralmayı göstermiştir.



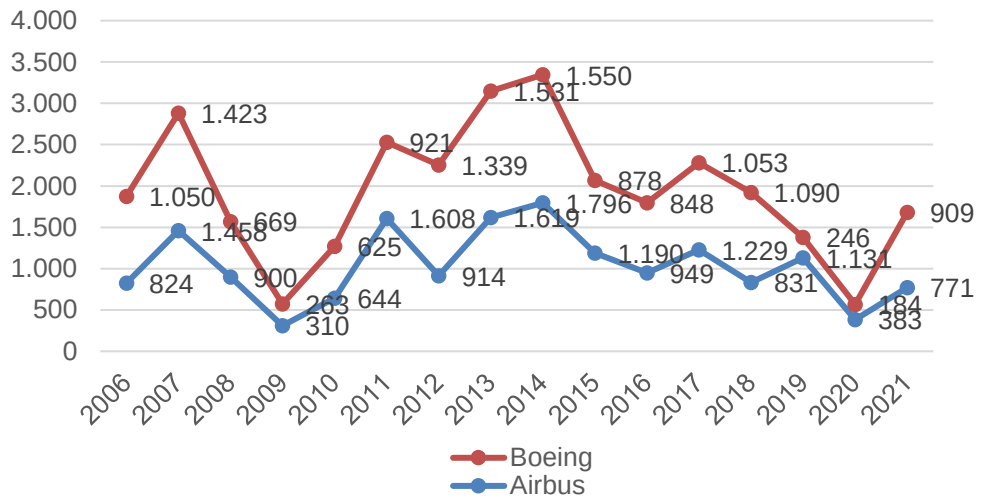
Şekil 1. 7. İlk 15 Havayolu Şirketi RPK' ya göre sıralanmıştır.

ABD'li havayolları ilk üç sırada yer alırken, American Airlines özelinde bahsetmek gerekirse ilk sırada yer alarak ve diğer havayollarına göre çok daha hızlı toparlayarak kendini gösteren havayolu şirkettir. United ve Delta Airlines, Şekil 1.7'de görüleceği üzere ikinci ve üçüncü sırada yer almakta. Southwest Airlines ise sıradaki yerini koruyarak ve toparlanarak 2019 yılı trafik seviyesine yaklaşmıştır (ICAO Economic Development, 2022).

Avrupa'daki havayolu şirketlerine baktığımızda bunların toparlanma hızı, uluslararası seyahatlerdeki artışın da desteğiyle hızlanmıştır. Lufthansa ve IAG listedeki aynı pozisyonlarını korurken AF-KLM iki sıra gerilemiştir. Ryanair ve Türk Hava Yolları, salgın öncesi seviyelerin üzerinde ciddi bir pozitif büyüme kaydeden iki havayolu oldu.

1.1.1. Uçak Üreticileri

Giderek popüler olan ve toplum için çok kritik bir hale gelen havacılık sektörü ve bu sektörde gerçekleşen teknolojik faaliyetler ülkelerin giderek artan ihtiyaçları doğrultusunda inanılmaz hızlı gelişmeler göstermiştir. Özellikle yolcu ve kargo uçaklarının yanı sıra savaş uçakları, savaş helikopterleri, genel ihtiyaca yönelik helikopterler ile neredeyse hayatımızın her alanına girmiştir. Havayolu endüstrisi özellikle havayolları sektörü genel olarak rekabetçi bir pazar olmasına rağmen, uçak üreticileri arasında çok az rekabet vardır. Çünkü üretim yapabilecek bilgi deneyim ve maliyet oldukça pahalıdır. Havayolları şirketlerine gerekli uçak tedarik ve temin işinin pazarında başlıca üç şirket bulunmaktadır Amerikan merkezli Boeing Co. (BA) ve eskiden Avrupa Havacılık Savunma ve Uzay Şirketi (EADS) olarak bilinen Airbus Grup'tur. Uçak üretim pazarı, genel havayolu endüstrisinin bir parçasıdır. Küresel pazarın 2021'deki değeri sadece 413,51 milyar dolardı bu pazardaki üretim yapan şirketler, uçak motorları, itiş, kalkış sistemleri dahil olmak üzere uçakların ve bileşenlerinin imalatında ayrıca üretim sonrası yedek parça tedariki ve bakımlarını da kapsamaktadır. Dünyada uçak üreticileri sınırlı sayıdadır ve bunların yolcu uçağı sektör büyüklüğü baz alındığında aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır.



Şekil 1. 8. 2006-2021 Yılları Arasında Boeing ve Airbus Uçak Üreticilerinin Aldıkları Toplam Uçak Siparişleri.

1.1.1.1 Boeing Co.

Bu sektördeki en büyük oyuncu ve lider şirket Boeing şirkettir. Boeing Company, uçak, uçak motorları, roketler, uydular, telekomünikasyon ekipmanı ve akıllı füzeler tasarlayan ve bunları üreten çok uluslu yapıya sahip bir havacılık şirkettir. Önde gelen bir küresel havacılık şirketi olarak Boeing havacılık şirketi, 150'den fazla ülkedeki müşterileri için ticari uçaklar, kargo uçakları, özel amaçlara yönelik üretilen uçaklar, savunma sanayi ürünleri ve uzay sistemleri geliştirir, üretir, hizmetini ve desteğini verir.

Kısa olarak kuruluşundan bahsedersek, William Boeing tarafından 1916 yılında ABD'nin Washington eyaletinde kurulmuştur ve şirketin uluslararası merkezi Chicago'dadır.

Boeing Co., onlarca yıldır ticari jet uçaklarının önde gelen sayılı üreticilerinden biridir. Bugün şirket 737, 747, 767, 777 ve 787 uçak serilerini ve Boeing Business Jet özel serisini üretmektedir. Yeni ürün geliştirme çabaları arasında Boeing 787-10 Dreamliner, 737 MAX ve 777X yer alıyor. 10.000'den fazla Boeing yapımı ticari yolcu uçağı, dünya filosunun neredeyse yarısı olan dünya çapında hizmet veriyor. Şirket ayrıca en eksiksiz kargo uçakları serisini sunuyor ve dünyadaki hava kargosunun yaklaşık yüzde 90'ı Boeing uçaklarında taşınıyor (Boeing Investors Relations, 2022).

1.1.1.2 Airbus SE.

Airbus S.A.S., Boeing'den sonra dünyanın ikinci en büyük ticari uçak üreticisi olan Avrupalı kökenli bir şirkettir. 50,000'den fazla çalışana sahip bu şirketin ortaklık yapısı incelendiğinde %80 hissesi Alman-Fransız-İspanyol Avrupa Havacılık Savunma ve Uzay Şirketi'ne (EADS), %20 hissesi ise İngiliz BAE Systems'a aittir. Airbus, 1970 yılında Fransız ve Alman havacılık firmaları (daha sonra İspanyol ve İngiliz şirketleri de katıldı) tarafından ilgili sektördeki pazar boşluğunu doldurmak ve köklü Amerikan üreticileriyle (Boeing kastedilmiştir) rekabet edebilmek amacıyla bir konsorsiyum olarak kurulmuştur.

Airbus, en son Küresel Hizmetler Tahmini 'ne (GSF) göre hizmet pazarının 2023'te pandemi öncesi seviyelere çıkmasını ve önümüzdeki 20 yıl içinde değerinin iki katına çıkmasını bekliyor, ayrıca raporda bugün 95 milyar dolar değerine sahip

şirketin 2041'de 230 milyar doların üzerinde olması beklenmektedir. Ek olarak havacılık sektöründe çalışan insan sayısının günlük iki milyon kadar atışının söz konusu olduğu raporda belirtilmiştir (Airbus Investors Relations, 2022).

1.1.1.3 Embraer S.A.

Güney Amerika merkezli bir şirket olan Embraer 1969 yılında Brezilya Hava Kuvvetleri'nde pilot olan eski bir binbaşı olan Ozires Silva tarafından kurulmuştur.

Embraer şirketi sadece ticari uçak üretimiyle sınırlı kalmaksızın savunma ve güvenlik alanlarında önemli ve büyüyen operasyonları ile dünyanın önde gelen ticari jet üreticilerinden biridir. Ticari havacılık sektöründe, 60'tan fazla ülkede 100'den fazla havayolu şirketi ile ticari ilişkileri bulunan bir şirket özellikle havayolu şirketlerine sattığı ERJ ve E-Jet serisi ile dikkat çekmekte. Embraer şirketi aynı zamanda Brezilya'nın en büyük yüksek katma değerli ürün ihracatçısıdır ve ülkenin ticaret dengesine büyük ölçüde katkıda bulunmaktadır (Embraer Relations with Investors, 2022)

1.1.2.Havayolu Şirketleri

Havayolu sektörü özellikle havayolu şirketleri genel olarak rekabetçi bir pazara sahiptir, son kullanıcıyla birebir temas halinde etkileşimde olan gruptur. Sektörün büyümesindeki yüzde baz alındığında en fazla etkiyi, gösteren gruptur. Dünyada yaklaşık 5500 civarı havayolu olduğu yönündedir, zira bu sayı ICAO/IATA havayolu kodlarının mevcut dolaşımdaki sayısıdır. Ancak dünya çapında tarifeli uçuşlar gerçekleştiren (resmi olarak tanınan) 800 civarında ticari havayolu şirketi olduğu tahmin edilmekte. Bu çalışmada ilgili devam eden başlıklarda havayolu şirketlerinin, finansal ve faaliyet raporlarındaki durumları incelenerek, açıklanmıştır.

1.1.2.1. American Airlines

15 Nisan 1926'da Charles Lindbergh, Missouri eyaletinin St. Louis kentinden Illinois eyaletinin Chicago kentine ABD postası taşıyan ilk American Airlines uçuşunu gerçekleştirdi. Posta seferleriyle geçen 8 yılın ardından havayolu şirketi bugünkü halini almaya başladı. Amerikan'ın kurucusu C.R. Smith, Donald Douglas ile birlikte

alışarak DC-3' yarıttı; bu uçak tüm havayolu endüstrisini değiştirerek gelir kaynaklarını postadan yolcuya çevirdi.

1930 yılında kurulan şirket bugün dünyanın en büyük havayolu şirketlerinden biridir. American Airlines, yıllar boyunca dünya çapında 900.000'den fazla istihdam yaratmıştır ve 1.400'e yakın kâr amacı gütmeyen kuruluşu desteklemiştir.

Bölgesel ortağı American Eagle ile birlikte 50 ülkede 350 varış noktasına günde ortalama 6.700 uçuş gerçekleştirmekte. yeleri ve seçilmiş yeleri 150 ülkede 1.000 destinasyona günde yaklaşık 14.250 uçuş sunan OneWorld ittifakının kurucu üyesidir. American Airlines Group Inc. 2016 yılında Fortune dergisinin en iyi iş dönüşleri listesinde st sıralarda yer aldı ve hisseleri (NASDAQ: AAL) S&P 500 endeksine alındı. 2022 üçüncü çeyrek net geliri 483 milyon dolar, hisse başına net kazanç 0,69 dolar olmuştur. Net zel kalemler hariç tutulduğunda, üçüncü çeyrek net geliri 478 milyon dolar ve hisse başına net kazanç 0,69 dolar olarak gerçekleşmiştir. Aslında %9,6 daha az kapasite ile uçmasına rağmen 2019'un aynı dönemine kıyasla %13 artış göstererek 13,5 milyar dolarlık rekor bir çeyrek gelir elde etmiştir. 2022 üçüncü çeyreği 14,3 milyar dolar toplam kullanılabilir likidite ile tamamlayarak 2019 yılsonundaki toplam kullanılabilir mevcut likiditenin iki katından fazlasını elde etmiştir (American Airlines, 2022).

1.1.2.2. United Airlines

United'ın sekiz merkezi bulunmaktadır ve Chicago-O'Hare taşınan yolcu ve sefer sayısı bakımından en büyüğüdür. Toplam 28 ye havayolu ile dünyanın en büyük havayolu ittifakı olan Star Alliance'ın kurucu üyesidir. Bölgesel hizmetler United Express markası altında bağımsız taşıyıcılar tarafından işletilmektedir. United markası 1920'lerin sonlarında birkaç havayolunun birleşmesiyle kurulmuştur; bunların en eskisi 1926 yılında kurulan Varney Air Lines'dır.

UAL Corporation, United ve Continental Airlines arasında United'ın Continental'i satın alacağı bir anlaşmaya varıldığı Mayıs 2010'da adını United Continental Holdings olarak değiştirmeyi kabul etti. Satın alma işlemini gerçekleştirmek için Continental hissedarları her Continental hissesi için 1,05 UAL hissesi aldı; kapanış sırasında United hissedarlarının birleşmiş varlığın %55'ine, Continental hissedarlarının ise %45'ine sahip olduğu tahmin ediliyordu. şirketin veya

yan havayollarının başka yan kuruluşları da bulunmaktadır. United, tamamen birleştikten sonra, dünyanın en büyük havayolu şirketlerinden biri haline geldi. United, aynı zamanda Star Alliance'ın kurucu üyesidir.

United Airlines, Inc. (Genellikle United olarak anılır), merkezi Chicago, Illinois'deki Willis Tower'da bulunan büyük bir Amerikan havayolu şirketidir. United, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki büyük ve küçük şehirleri ve altı yerleşik kıtayı kapsayan geniş bir yerel ve uluslararası rota ağı işletmektedir. Filo büyüklüğü ve rota sayısı ile ölçüldüğünde, 2010 yılında Continental Airlines ile birleşmesinden sonra dünyanın en büyük üçüncü havayolu şirketidir (United Airlines Investor Relations, 2022).

1.1.2.3. Lufthansa Airlines

Genellikle Lufthansa olarak kısaltılan Deutsche Lufthansa AG, Almanya'nın havayolu şirketidir. Bağlı kuruluşlarıyla birlikte, taşınan yolcu bakımından Avrupa'nın en büyük ikinci havayolu şirketidir. Lufthansa, 1997 yılında kurulan dünyanın en büyük havayolu ittifakı Star Alliance'ın ana kurucu üyelerinden biridir. Lufthansa Grubu dünya çapında faaliyet gösteren bir havacılık şirketidir. Avrupa'daki ana pazarında lider bir rol oynamaktadır. Lufthansa Grubu, 105.290 çalışanıyla 2021 mali yılında 16.811 milyon Euro gelir elde etti. Lufthansa Grubu'nun performansı 2022'nin ilk dokuz ayı boyunca önemli ölçüde iyileşti; yılın ilk ayları Omicron varyantının yayılması nedeniyle hala kısıt altında olmasına rağmen, yılın geri kalanında uçuş talebi önemli ölçüde arttı; Havayolları'ndaki yolcu kapasitesi yıl boyunca sürekli olarak kısıtlamaların kaldırılmasıyla artarak, genişletildi; raporlamada ilgili dönemde yıllık bazda %105 artış gösterdi ve dolayısıyla 2019'da kriz öncesi seviyenin %70'ine ulaşmıştır. Lufthansa Grubu'nun gelirleri buna bağlı olarak yıllık bazda %118 artışla 23.893 milyon avroya ulaşmıştır (önceki yıl açıklanan:10.978 milyon avro).

Ukrayna'daki savaşın, kerosen fiyatlarında ciddi derecede artışa sebep olması Lufthansa Grubu'nun finansal sonuçları üzerinde olumsuz bir etki yaratmıştır; ancak, Lufthansa Grubu üzerinde oluşan talebi pek etkilememektedir.

Ayrıca belirtmek gerekir ki Alman Hükümeti tarafından COVID-19 kaynaklı ekonomik sorunlar nedeniyle havayolunu desteklemek için 9 milyar avroluk bir

kurtarma paketi teklif edildi ve kurtarma paketi onaylanarak, bu paket Lufthansa'nın yaşadığı zor durumdan kurtulmasına büyük bir ölçüde katkı sağlanmıştır (Lufthansa Group Investor Relations, 2022).

1.1.2.4. International Consolidated Airlines Group (IAG)

International Airlines Group (IAG) 531 uçaklık filosuyla dünyanın en büyük havayolu gruplarından biridir. COVID-19 salgınının etkisinden önce 279 noktaya sefer düzenliyor ve her yıl yaklaşık 118 milyon yolcu taşıyordu. Hisseleri Londra Menkul Kıymetler Borsası ve İspanya Menkul Kıymetler Borsalarında işlem gören İspanyol tescilli bir şirkettir. International Consolidated Airlines Group, S.A. (IAG), Londra, Birleşik Krallık merkezli ve Madrid, İspanya'da tescilli ofisi olan İngiliz-İspanyol ortaklığı sonucu çokuluslu bir havayolu holdingidir. Ocak 2011'de British Airways ve Iberia (Birleşik Krallık'ın ve İspanya'nın ana havayolu şirketleri) birleşmeleri neticesinde oluşmuştur.

Şirket ile ilgili faaliyet ve finansal raporlar incelendiğinde, karlılığın önemli ölçüde iyileştiğini ve önceki piyasa beklentilerinden daha iyi sonuçlar geldiğini gösteriyor. 3Ç 2022 işletme karı 1,2 milyar Euro (3Ç 2021'de 0,5 milyar Euro zarar) ve 3Ç 2019'da 1,4 milyar Euro işletme karının yaklaşık %85'i ve 120 milyon euroluk olumsuz döviz etkisine rağmen (3Ç 2021'e kıyasla) 3Ç 2019'un %81,1'ine geri kazanılan kapasite ile gelirler 3Ç 2019'un üzerine ve 3Ç 2021'in neredeyse 3 katına çıkmıştır (IAG Investor Relations, 2022).

1.1.2.5. Ryanair

Ryanair 1984 yılında kurulmuş İrlandalı ultra düşük maliyetli (LCC) bir havayolu şirkettir. Merkezi Swords, Dublin, İrlanda'dadır ve Dublin ve Londra Stansted havalimanlarında ana operasyonel üsleri bulunmaktadır. Ryanair Holdings havayolları ailesinin en büyük parçasını oluşturur ve kardeş havayolları olarak Ryanair UK, Buzz, Lauda Europe ve Malta Air'e sahiptir. İrlanda'nın en büyük havayolu şirkettir ve 2016 yılında, diğer tüm havayollarından daha fazla uluslararası yolcu taşıyarak, uçulan tarifeli yolcu sayısına göre Avrupa'nın en büyük düşük maliyetli (LCC) havayolu şirketi olmuştur.

Faaliyet ve finansal raporları incelendiğinde; 2022 Q1 trafiği, 8,1 m'den 45,5 m'ye güçlü bir şekilde toparlanmıştır (Covid öncesine göre +%9). Son yaşanan dikkat çeken gelişmelere bakıldığında şubat ayında Rusya'nın Ukrayna'yı işgali nedeniyle Paskalya rezervasyonları ve bunun sonucu ödemeler ciddi etkilenmiştir. Ryanair 'in CDP (İklim Saydamlık Projesi) derecelendirmesi B-'den B'ye yükselmiştir. Sustainalytics Ryanair'i AB'nin birinci havayolu olarak seçmiştir & ESG için küreselde de ikinci havayolu seçmiştir. Trafik 27,5 milyondan 97 milyona güçlü bir şekilde toparlandı fakat dikkat çekmek gerekir ki yine de Covid-19 öncesi seviyelerin %35 gerisindedir (Ryanair Investor Relations, 2022).

1.1.2.6. AF-KLM (AirFrance-KLM)

AirFrance-KLM Group olarak da bilinen AirFrance-KLM S.A., merkezi Paris yakınlarındaki Tremblay-en-France'da bulunan Charles de Gaulle Havalimanı'nda yer alan, Fransız yasalarına göre kurulmuş bir Fransız-Hollandalı ortaklı havayolu holding şirkettir. Grubun Montreuil, Seine-Saint-Denis, Paris ve Amstelveen, Hollanda'da ofisleri bulunmaktadır. AirFrance-KLM, 2004 yılında AirFrance ve KLM arasındaki birleşmenin sonucudur.

AirFrance-KLM hisseleri 22 Şubat 1999 tarihinden bu yana borsada işlem görmektedir. Şirketin hisseleri Euronext Paris ve Amsterdam' da listelenmektedir. Şirket şu endekslerde ayrıca yer almaktadır. Ulusal endeksler: CAC Next20, CAC Large60, SBF 120 Avrupa endeksleri: STOXX Europe 600, STOXX Europe 600 Seyahat ve Eğlence, EUROSTOXX

Üç temel uzmanlık alanıyla (hava yolcu taşımacılığı, kargo taşımacılığı ve uçak bakımı) AirFrance-KLM küresel olarak bakıldığında önemli oyuncularından biridir.

AirFrance-KLM, 537 uçaklık filosuyla (Air France, KLM Royal Dutch Airlines ve Transavia arasında bölünmüştür), ağırlıklı olarak Paris-Charles de Gaulle ve Amsterdam-Schiphol'daki merkezlerinden 117 ülkede 300'e yakın noktaya hizmet vermektedir. Rapor incelendiğinde 2021 yılında dünya çapında 45 milyondan fazla yolcu taşınmıştır ve 71.000'den fazla çalışana sahiptir. Grubun gelirleri 8,1 milyar avro ile 2019 seviyesinin üzerinde (+503 milyon avro) Grubun doluluk kapasitesi 2019 seviyesine yakın (%90) olarak %88'de. Covid öncesi 2019 yılı ile karşılaştırıldığında, Üçüncü çeyrekteki kargo kapasitesi hala %7 daha düşüktür. Bununla birlikte,

olağanüstü verim performansı nedeniyle, 2022'nin Üçüncü çeyreğinde toplam gelirler 2019'a kıyasla %61 daha yüksek gerçekleşmiştir (AirFrance-KLM Group, 2022).

1.1.2.7. Southwest Airlines

Southwest Airlines, 15 Mart 1967'de Rollin King ve Herb Kelleher tarafından Texas eyaleti içinde üç şehre (Dallas, Houston ve San Antonio) uçmak üzere Air Southwest Co. 'nun şirketleştirilmesiyle başlamıştır.

Şirketin hisseleri NYSE'de LUV koduyla işlem görmektedir. Southwest Airlines Co. Dünyanın en beğenilen ve ödüllendirilen havayollarından birini işletmekte ve 11 ülkede 121 havalimanında faaliyet göstermektedir. Southwest Airlines şirketi düşük maliyetle, şu anda Amerika Birleşik Devletleri içinde diğer tüm havayollarından daha fazla aktarmasız uçuş sunmaktadır. Merkezi Dallas'ta bulunan şirket ve 64.000'den fazla çalışan ve yılda 130 milyona yakın müşterisi ile dünyada en büyük havayolu şirketlerinden birisi olmakta (Southwest Airlines, 2022).

2022'nin üçüncü çeyreğinde, 2019'un üçüncü çeyreğine kıyasla yüzde 10,3'lük bir artışla 6,2 milyar dolarlık rekor işletme geliri – Şirketin önceki beklentileri doğrultusunda 2022'nin üçüncü çeyreğinde, mevcut koltuk km. başına işletme gelirleri 2019'un üçüncü çeyreğine kıyasla, öncelikle yüzde 5,3'lük bir yolcu getirisi artışı ve 1,9 puanlık bir doluluk kapasitesi artışı faktörü nedeniyle yüzde 10,6 arttı.

Şirketin 2022'nin üçüncü çeyreğindeki gelir performansı, Eylül 2022'nin sonlarında lan Kasırgası'nın neden olduğu uçuş kesintileri nedeniyle yaklaşık 18 milyon dolarlık olumsuz etkiye rağmen güçlü bir şekilde performans göstermiştir. Ayrıca belirtmek gerekir ki şirketin uçak filosu tamamı Boeing şirketinin ürettiği uçaklardan oluşmaktadır (Southwest Airlines, 2022).

1.1.2.8. Türk Hava Yolları (THY)

Türk Hava Yolları A.O.'lığı kurulduğu 1933 itibariyle hem yurtiçi hem de yurtdışına kargo dahil olmak üzere havacılık sektöründe 1933 yılından beri faaliyet göstermektedir. Ortaklık yapısına baktığımızda şirketin iki ana ortağı bulunmakta, ilki 30 Eylül 2022' tarihine göre %50,88 halka açıktır. Türkiye Varlık Fonu ise %49,12 ile ikinci ana ortaktır. Şirketin hisseleri Borsa İstanbul'da Bist-30 endeksi içerisinde de bulunmakta olup THYAO borsa kodu ile işlem görmektedir.

Dünyada en yüksek sayı olan 129 ülkeye 30 Eylül 2022 tarihi itibarıyla ulaşılmıştır. Ayrıca 2022 3.çeyrek faaliyet raporu itibarıyla personel sayısı 28.564'e ulaşmıştır. Türk Hava Yollarının Ekim 2022 tablo şeklindeki trafik verileri incelendiğinde,

Tablo 1. 1. Ekim 2022, Türk Hava Yolları Trafik Verileri

Toplam			
	2019	2022	Değişim (%)
Konma Sayısı (Yolcu Seferleri)	42,091	39,510	-%6,1
Arz edilen Koltuk Km ('000)	16.645.164	17,974,521	+%8,0
Ücretli Yolcu Km ('000)	13,866,589	15,310,234	+%10,4
Yolcu Doluluk Oranı (%)	83,3%	85,2%	+%1,9
Yolcu Sayısı	6,641,964	6,632,362	-%0,1
Şehir Bazında Uçulan Nokta	316	335	+%6,0
Uçulan Km ('000)	81.741	83.427	+%2,1

Tablo 1.1. 'de en çok dikkat çeken verilerden biri havacılık sektörü için önemli bir parametre olan Arz edilen koltuk km. (ASK) sayısı ve ücretli yolcu km. (RPK) sayısının 2019 yani pandemi öncesi yıla göre çok daha fazla artmasıdır.

THY Kargo ise, 21 adet kargo ve 369 adet yolcu uçağı ile 132 ülke / 355 noktaya uçuş gerçekleştirmektedir. THY Kargo, Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği IATA'nın yayımladığı 2022 yılının ağustos ayı verilerine göre kargo pazarında dünyanın en büyük 4. hava kargo taşıyıcısı olmuştur (Türk Hava Yolları, 2022).

1.1.2.9. China Southern Airlines

China Southern Havayolu şirketi, merkezi Guangzhou, Guangdong Eyaleti, Baiyun Bölgesi'nde bulunan bir havayolu şirkettir ve Çin'in en büyük havayolu şirkettir. 1 Temmuz 1988'de CAAC Havayolları'nın bir dizi yerli havayolunun satın alınıp birleştirilerek yeniden yapılanmasının ardından kurulan havayolu, Çin'in "Üç Büyük" havayolundan biri (Air China ve China Eastern Airlines ile birlikte) haline geldi ve ölçülen dünyanın altıncı en büyük havayolu şirketi oldu. Taşınan yolcu sayısı ve filo büyüklüğü, gelir ve taşınan yolcu sayısı bakımından Asya'nın en büyük havayolu şirketi. Ana merkezleri Guangzhou Baiyun Uluslararası Havalimanı ve Pekin Daxing Uluslararası Havalimanı'nda bulunan havayolu, günde 200'den fazla varış noktasına

2.000'den fazla uçuş gerçekleştiriyor. (China Southern Airlines, 2022) 879 ticari uçak ve 28 sivil helikopterden oluşan bir filo sağıdır. Şirket 1995 yılında kurulmuştur ve merkezi Çin Halk Cumhuriyeti, Guangzhou'dadır.

2020'deki COVID-19 salgınından sonra China Southern Havayolu şirketi, ulaşım destek planlarını uygulamaya koydu ve Çin'de salgın önleme malzemeleri için ücretsiz nakliye politikasını açıklayan ilk havayolu şirketi oldu. 25.000 sağık personeli ve 29.000 ton tıbbi malzemeyi taşıyan ve yurtdışında mahsur kalan Çin vatandaşını ölkelerine geri getiren ve yaklaşık 18.000 sağık yardım uçuşu ile büyük nakliye operasyonlarını başarılı bir şekilde tamamlayan büyük bir havayolu şirkettir (China Southern Airlines, 2022).

1.1.2.10. JetBlue Airways Corporation

JetBlue Airways Corporation büyük bir Amerikan düşük maliyetli havayolu şirkettir (LCC) ve taşınan yolculara göre Kuzey Amerika'daki yedinci en büyük havayolu şirkettir. Havayolu şirketinin merkezi New York City'nin Queens ilçesinin Long Island City bölgesindedir; ayrıca Utah ve Florida'da da şirket ofisleri bulunmaktadır. Şirketin hisseleri Nasdaq borsasında "Jblu" koduyla işlem görmektedir (JetBlue Investor Relations, 2022).

1.2. Havacılık Sektörünün Yaşadığı Çeşitli Zorluklar

1.2.1. Covid-19

Yeni Koronavirüs Hastalığı veya COVID-19, aralık ayının sonlarında Çin'in Wuhan Eyaletinde hastalarda yüksek ateş, öksürük ve nefes darlığı geliştirdiğı bir araştırma çalışmasının ardından ilk olarak 13 Ocak 2020'de tanımlanan bulaşıcı bir virüştür. Virüsün salgını ilk olarak bu bölgedeki deniz ürünleri ve hayvan pazarlarına uğrayanlarda tespit edildi. Daha sonra insandan insana yayılarak başta Wuhan olmak üzere Hubei eyaletindeki diğer şehirlere ve Çin Halk Cumhuriyeti'nin diğer illerine ve dünyadaki diğer ölkelere yayıldı (T.C. Sağık Bakanlığı, 2022).

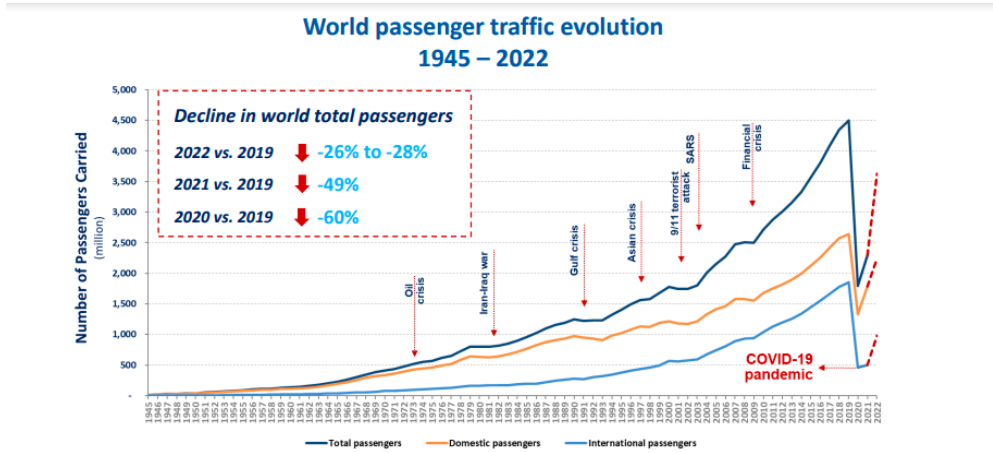
T.C. Sağık Bakanlığının koronavirüs tanımı şu şekildedir: "Koronavirüsler, hayvanlarda veya insanlarda hastalığa neden olabilecek büyük bir virüs ailesidir. İnsanlarda, birkaç koronavirüsün soğuk algınlığından Orta Doğı Solunum Sendromu (MERS) ve Şiddetli Akut Solunum Sendromu (SARS) gibi daha şiddetli hastalıklara

kadar solunum yolu enfeksiyonlarına neden olduğu bilinmektedir. Yeni Koronavirüs Hastalığına SAR-CoV-2 virüsü neden olur.” (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2022)

1.2.1.1. Covid-19 Etkileri

Covid-19 pandemisi, 1918 İspanyol gribinden bu yana bugüne kadarki en yıkıcı sağlık felaketi olarak kabul edildi. Geçmişte yapılan araştırmalar, bunun gibi salgınların finansal piyasalar, özellikle halka açık şirketler üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermiştir.

Covid-19 gibi büyük bir pandeminin finansal piyasalar üzerinde neden güçlü bir etkisi olduğuna dair araştırmalar yapmışlardır. Pandeminin ağır geçmesi ve pandemiden kaynaklanan çok sayıda bulaşıcılık ve artan ölüm oranları finansal piyasaların şok etkisi geçirmesine katkıda bulunduğunu açıklamışlardır (Baker vd., 2020).



Şekil 1. 9. 1945-2022 Yılları Arası Dünyadaki Yolcu Trafiği Değişimi.

Önceki yapılan çalışmalar pandeminin ciddiyetinin artmasının hisse senedi piyasasında bir çöküş olasılığının tahmin edilebileceğini göstermiştir (Giglio vd., 2020). Bununla birlikte ayrıca, yatırımcılar borsa getirileri konusunda daha iyimser olduklarından, hisse senedi piyasasının çöküş olasılığının daha düşük olduğunu araştırma sonuçlarında ortaya koymuşlardır (Azman Aziz vd., 2022).

Yapılan araştırma çalışmaları sonucu COVID-19'un hızla yayılmasının dünya çapındaki finansal piyasalar üzerinde büyük bir etkisi olduğunu, bunun da küresel finansal piyasa riskinde büyük artışlara ve yatırımcıların kısa bir süre içinde büyük

kayıplara neden olduğunu bulmuştur. Şekil 1.9 incelendiğinde açıkça havacılık sektörünü etkileyen krizler arasında pandeminin etkisinin çok büyük olduğu görülmektedir (Azman Aziz vd., 2022).

COVID-19 pandemi şokunun altı ülkenin borsaları üzerindeki etkisini inceleyen çalışması sonucu, günlük toplam vaka sayıları ile borsa getirileri arasında eş bütünleştirici bir ilişki bulunmuştur (Zeren & Hızarcı, 2020).

COVID-19'un S&P 500 endeksi üzerindeki etkisini analiz etmiştir ve ikisi arasında anlamlı bir ilişki olduğunu bulmuştur (Yılmazkuday, 2021). Piyasalar özellikle volatiliteli ve sıkıntı içerisindeyken yapılan çeşitli çalışmalar piyasalarda oluşan fiyat köpükleri incelenerek 2021 yılında yapılan bir çalışma, GSADF testini kullanarak COVID-19 salgınının ilk aylarında ABD borsasında fiyat köpüğünün varlığına rastlamışlardır (Chang vd., 2021).

Covid-19 Pandemisi, tüm dünyada özellikle havacılık endüstrisinde bir dalgalanma etkisi yarattı. Çok sayıda uzman ve araştırmacı, bu salgının havacılık sektörünü nasıl etkileyeceğini ve bundan sonra bu sektörlerdeki seyrin nasıl olabileceğini belirlemek için çeşitli çalışmalar yapmıştır.

Bir diğer yapılan çalışmada Covid-19 pandemisi sonrasında yolcuların havayolu işletmelerinden olası beklentilerini sektörel bazda değerlendiren 27 katılımcının ki bu katılımcılar üniversitede özellikle havacılık sektöründe eğitim vermektedir. Bu katılımcıların yanıtları incelendiğinde 11'i pandemi sürecinde yaşanan sektördeki ciddi kâr kaybını aşmak için bilet fiyatlarının herhangi bir arttırım yapılmaması gerektiğine dikkat çekmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre yaşanan pandeminin etkisi olarak havacılık sektöründe azalma ve durgunluk beklenmiştir (Göv & Erbay, 2021).

2022 yılında yapılan çalışma ile havayolu endüstrisinin COVID-19'un küresel bir salgın olarak ilan edilmesinden sonra bunun piyasaya tepkisi incelenmiş ve aynı şekilde ABD'de COVID-19 aşılarının etkinliğinin duyurulmasından sonra kısa vadede oluşan piyasa tepkisini de çalışmalarında incelemişlerdir. COVID-19'un küresel bir salgın olarak duyurulmasından itibaren finansal piyasalarda negatif ve istatistiksel olarak anlamlı bir hisse senedi fiyat hareketi gözlenmiştir. Buna karşılık, ABD'de COVID-19 aşılarının etkinliğinin duyurulması da borsalar üzerinde olumlu bir etki elde

ettiğini gözlemlemişlerdir. Ayrıca bu sonuçlar, yatırımcı duyarlılığı hipotezi ve varlık fiyatlandırma perspektifi ile tutarlıdır (Martins & Cró, 2022).

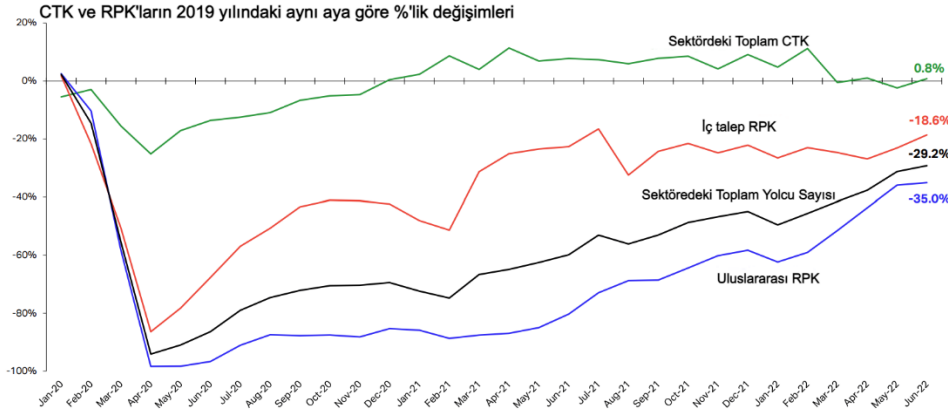
Özellikle pandemi ve ekonomik şoklar sırasında kriz ortamında Türk hava taşıyıcıları tarafından alınan finansal kararlar, uçuşların yönetimi ve geri kazanımı, insan kaynakları yönetimi ve hijyen önlemleri gibi durumlara verdikleri erken veya geç tepkileri incelemektir. Türk Sivil Havacılık Endüstrisi (TCAI), COVID-19 öncesi ve pandemi esnasında pazara genel bakış atılarak analiz edilmiştir. Son olarak, mevcut ve gelecekteki yönelimleri de sunmakta ve Türk ve küresel taşıyıcıların tepkilerinden örnekler vermektir. Sonuçlar, TCAI'nin COVID-19 Pandemisinde büyük ölçüde etkilendiğini ve iyileşme aşamasında daha az taşıyıcı ile pazarın yeniden şekillendiğini göstermektedir. Havayolu personeli, havayollarının gelirlerinin azalması nedeniyle TCAI'de önemli maaş düşüşleriyle karşı karşıya kalmıştır. Yolcu rakamları düşmesine rağmen, sadece kargo uçuşları TCAI'de önemli ölçüde artmıştır (Deveci vd., 2022).

Yaşanan pandeminin Türk havacılık sektörünü de sarstığını fakat havacılık sektörünün diğer bölgelerdeki örnek olarak Avrupa'daki havayolu şirketlerine göre çok daha hızlı bir toparlanma gerçekleştirmiştir. Türk Havacılık Sektörünün diğer bölgelerdeki eş sektörlerden daha çabuk kalkınmasının sebebinin Türkiye'deki güçlü iç pazarın etkili olduğunu tespit etmişlerdir (Hopancı vd., 2021).

Yurt içi ve yurt dışı seyahatlerde yaşanan ciddi kısıtlamalar, Covid-19 pandemisinin sektöre yönelik önemli bir etkisiydi. Yatırımcıların yeni bilgileri nasıl kullandığını daha iyi anlamak için, pandemiye yanıt olarak ABD'de seyahatle ilgili firmaların (havayolları, restoranlar ve oteller) Şubat ayının ikinci yarısından Mart 2020'nin ikinci yarısına kadar olan borsa performansını araştırmışlardır. Bilgileri hisse senedi fiyatlarına yansıtıp yansımadığını anlayabilmek için piyasa katılımcıları tarafından kullanılan faktörlere odaklanmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre, daha fazla nakit rezervine ve daha yüksek pd/dd (piyasa değeri/değer değeri) oranlarına sahip büyük firmaların dönem boyunca daha az negatif getiri ile ilişkili olduğunu, daha fazla kaldıraçta sahip firmaların ise daha fazla piyasada satış yediği görülmüştür. Ek olarak, nakit rezervlerinin oteller için özellikle önemli olduğundan çalışmalarında yer vermişlerdir. Ayrıca yaptıkları bu çalışma ilgili dönemlerde rasyonel fiyatlandırmayı destekleyen literatüre katkı sağlamaktadır (Carter vd., 2022).

1.2.1.2. Covid-19 Sonrası Toparlanma

Krizin ilk darbesinin ardından, yurt içi seyahatler, uluslararası seyahatlere kıyasla daha az belirsizlik ve daha az kısıtlamayla karşılaştığından, yurt içi yolcu pazarları ilk toparlanan pazarlar olmuştur. Ayrıca, en büyük pazarlardan ikisi olan Amerika Birleşik Devletleri ve Çin Halk Cumhuriyeti, dünyanın geri kalanından çok daha önce kısıtlamaları kaldırıp seyahatlere izin vererek küresel rakamlarda da güçlü bir toparlanmaya yol açmıştır. Küresel iç pazar 2021 yılında önemli ölçüde ve defalarca etkilendi, ancak güçlü talep, trafiğin her gerilemenin ardından hızla geri dönmesini sağladı. Trafik seviyeleri bu yıl mayıs ayına kadar yatay bir seyir izledi ve bu yatay seyir, başta Çin Halk Cumhuriyeti olmak üzere Asya Pasifik'teki iç pazarların yeniden açılması sayesinde sona ermiştir (IATA Economics, 2022).



Şekil 1. 10. CTK ve RPK'ların 2019 Yılı Yani Covid-19 Öncesi Dönemi Aynı Aya Göre Yüzdelik Değişimi.

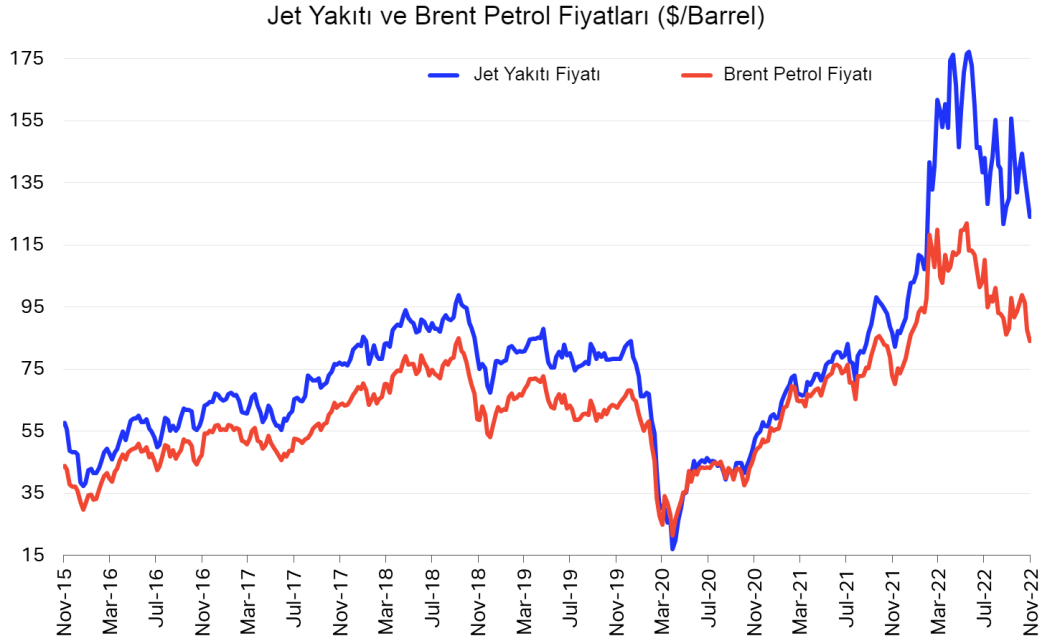
Hava kargo, pandemi sırasında önemli bir rol oynamış ve CTK'lar 2021 yılı boyunca pandemi öncesi seviyelerin üzerinde kalmıştır. Deniz kargosuna kıyasla artan rekabet gücünden faydalanan sektör, hava kargo gelirlerinin iki katına çıkması ve toplam havayolu gelirleri içindeki payının üç katına çıkması da dahil olmak üzere güçlü sonuçlar kaydetmiştir. Kargo hacimleri geçen yılki kazanımlarının bir kısmını geri verdi (%6,4 düşüş) ancak CTK'lar şu anda pandemi öncesi seviyelerinin yaklaşık %1 üzerinde.

Bölgeler arasında koordine edilmemiş seyahat kısıtlamaları, uluslararası trafiğin toparlanmasında gecikmelere neden olmuştur. Ancak, yurt dışı seyahatlere yönelik bastırılmış güçlü talep, seyahat kısıtlamalarının azalıp giderek seyahatlerin

serbestleşmeye başlaması bu alandaki toparlanmayı hızlandırmıştır. 2022'nin ilk aylarında, sektördeki toparlanmanın en etkili tarafı gerçekten de uluslararası trafik olmuştur. Başta Çin olmak üzere Omicron varyantına ilişkin devam eden endişeler nedeniyle Asya Pasifik hala geride kalırken bazı bölgesel farklılıklar devam etmektedir. Sektör genelinde RPK'ların haziran ayına kadar geçen yıl %76 oranında artarken, toplam ölçüm pandemi öncesi seviyesinin yaklaşık %30 altında kaldı.

FAA 2022 sektör raporuna göre, Amerikan ticari havacılık sektörü, pandemiden ticari olmayan havacılık sektörüne göre çok daha fazla sert darbe almıştır. Özellikle 2023 yılı sonuna kadar bastırılmış talebin havacılık sektörünü pandemi öncesi seviyelerine getirmesini beklemektedirler. Raporda ayrıca büyük ve orta ölçekli merkezlerin(hubların), büyük ölçüde operasyon hubların ticari doğasından dolayı, küçük ve merkez olmayan havalimanlarından çok daha hızlı artışlar göreceklerini belirtmişlerdir.

1.2.2 Yükselen Jet Yakıtı Fiyatları



Source: S&P Global, Refinitiv Eikon

Şekil 1. 11. Jet Yakıtı Fiyatları ve ABD Ham Petrolü Fiyatları Karşılaştırılması ve Geçmiş Yıllara Göre Değişimi.

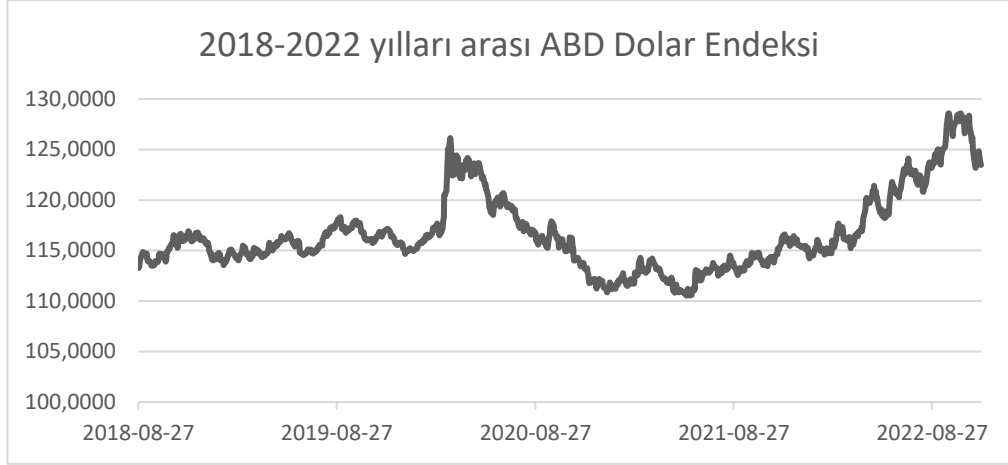
Enflasyon dünya genelinde keskin bir şekilde yükselmiş olup, mevcut durumda çok az ülke bu durumdan kendini kurtulabilmiştir. Çünkü OECD üyesi olan ve küresel GSYİH'nin yaklaşık yarısını temsil eden 38 ülkede enflasyon son 30 yılın en yüksek seviyesine ulaştı. Haziran ayında %10,3 ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Bu yüksek bir rakam olmakla birlikte, haziran ayında enflasyonu bir yıl öncesine göre iki kattan fazla artarak %128'e ulaşan jet yakıtı fiyatındaki artışla kıyaslandığında sönük kalmaktadır.

Havayolları için jet yakıtı fiyatlarındaki artış, bu maliyetin toplam operasyonel maliyetlerin genellikle %20 ila %25'ini oluşturması nedeniyle büyük bir zorluk teşkil etmektedir. Jet yakıtı fiyatı 2022 yılının ilk 6 ayında %70'in üzerinde artarak en az 2002 yılından bu yana görülen en yüksek artışlardan birine işaret etmiş ve havayolu sektörü için maliyet yönetimi açısından daha önce görülmemiş bir baskıya ve zorluğa neden olmuştur.

Bu artış hem ham petrol fiyatlarındaki yükselişten hem de jet yakıtı ile petrol arasındaki spreadlerden kaynaklanmaktadır. Dünyanın üçüncü büyük petrol üreticisi olan Rusya'dan tedarik edilen petrollerde 24 Şubat 2022'de Rusya'nın Ukrayna'yı işgalinin ardından yaşanan olaylar sonucu Brent ham petrol fiyatı haziran ayına göre %30'un üzerinde artış gösterdi. Covid sonrası hava taşımacılığına yönelik talepteki güçlü toparlanma ve arz sıkıntısının devam etmesiyle haziran ayında varil başına 67 ABD dolarına yaklaşarak tüm zamanların en yüksek seviyesine ulaştı. Bu iki problem jet yakıtı fiyatını son 14 yılın en yüksek seviyesine çıkardı.

Rafineri arzı da küresel olarak toparlandı. IEA, ağustos ayında rafineri üretiminin Ocak 2020'den bu yana en yüksek seviyesine ulaşmasını bekliyor. Ayrıca 2022'nin üçüncü çeyreği, rafineri ürünleri arzının talebi aştığı son iki yıldaki ilk çeyrek olacak gibi görünüyor. Bu durum, jet yakıtı fiyatı ile ham petrol fiyatı arasındaki farkın azalmasına ve jet yakıtı fiyatının haziran ayındaki zirvesinden %50 düşüşle varil başına 30 ABD doları civarına gerilemesine neden oldu. Sonuç olarak jet yakıtı fiyatı da ağustos ayı başında son zirvesinden %28 oranında geriledi. Enerji fiyatları yüksek seyretmeye devam ederken, bu son gelişmeler yüksek petrol fiyatları ve yüksek fiyat farklarının havacılık sektörünün üzerindeki etkisini kısmen de olsa hafifletmektedir.

1.2.3 ABD Dolarının Olağandışı Güçlenmesinin Havayolu Şirketlerine Etkisi



Şekil 1. 12. ABD Dolar Endeksi (2018/08-2022/11, Günlük Veriler).

ABD doları, ABD kaynaklı olsa bile, dünyadaki her türlü durumlardan etkilenip sığınılan bir "güvenli liman" para birimidir. Bu olgu ekonomist Barry Eichengreen tarafından dünyanın rezerv para birimini çıkaran ülke olmanın "pahalya patlayan bir ayrıcalık" olarak tanımlanmıştır. ABD dolarının 2022 yılında hızla değer kazanması her şeyden önce Ukrayna'daki savaşla bir nebze bağlantılıdır. Bu savaş da enflasyondaki artışın başlıca nedenlerinden biridir ve ABD Merkez Bankası da dahil olmak üzere çok sayıda merkez bankasının nominal faiz oranlarını yükseltmesine yol açmıştır. Daha yüksek faiz oranları ABD dolarını yatırımcılar için daha da cazip hale getirmekte ve bu noktada güvenli liman etkisine katkıda bulunmaktadır.

Havayolu şirketleri için ABD dolarının güçlenmesi, genel olarak yüksek enflasyon ve özel olarak da yüksek jet yakıtı fiyatlarının üzerine bir maliyet katmanı daha ekliyor. Gelirleri başka bir para biriminde olan herkes için ABD doları cinsinden tüm maliyetler artmaktadır. Benzer şekilde, dolar cinsinden borçlanan ve dolar bazlı olmayan tüm kuruluşlar için borç yükü artmaktadır. ABD doları cinsinden fatura edilme eğiliminde olan yakıtın yanı sıra, örneğin uçaklar için de bu durum geçerlidir. Öte yandan, ABD merkezli havayolları bu çifte darbeden kurtulacak ve sahip olabilecekleri ABD doları cinsinden olmayan maliyetler, daha güçlü ABD dolarının etkisiyle azalacaktır.

1.3. Havacılık Sektöründe ESG ve Sürdürülebilirlik

Genel olarak ESG'nin şirketlere kazandırdığı artılara bakarsak şirketin çevresel, sosyal ve yönetim uygulamalarını daha sürdürülebilir hale getirmek için yapılan yaklaşımdır. Şirketler için ciddi, güvenilir ve uygulanabilir bir ESG stratejisi şirketlerin başarısı ve büyümesi için her zamankinden daha fazla önem arz etmekte. Bloomberg Intelligence'ın raporuna göre, dünya çapındaki ESG varlıkları 2025 yılına kadar 50 trilyon doları aşması öngörülmektedir. ESG'nin şirketler için en önemli üç avantajından bahsetmek gerekirse,

- ESG diğer şirketlere kıyasla uygulayan şirkete rekabet avantajı sunar.

Yakın tarihli bir GreenPrint anketi sonuçlarına göre, Amerikan vatandaşlarının %64'ünün sürdürülebilir ürünleri destekleyen şirketlerden satın almak için daha fazla para harcamaya hazır ve istekli olduğu sonucuna varmıştır.

- Şirkete daha fazla fon sağlanmasına yardımcı olur; yatırımcıları ve borç verenleri daha fazla etkiler.

- Şirketin finansal performansının artırılmasına katkı sağlar.

ESG, genel olarak şirketin mali performansını da iyileştirebilir. Geri dönüşüm ürünlerini daha fazla kullanmak, kâğıt kullanımını sınırlandırmak veya enerji tasarrufuna yönelik, teknolojik yenileme ile daha az enerji harcayan sanayi üretim makineleri kullanma, şirketlerin genel merkezinde, şubelerinde veya fabrikalarında yeşil enerji uygulamaları vb. gibi sürdürülebilirliğe yönelik küçük çabalar bile bir işletmenin kârlılığını ve yatırım getirisini artırabilir.

2020'de Nestle, plastikten gıda sınıfı ve geri dönüştürülmüş plastiğe geçiş için 2025 yılına kadar 2,1 milyar dolara kadar yatırım yapacağını duyurdu. Bu değişikliğin, özellikle plastik ambalaj kullanımına karşı daha katı yasaların olduğu bölgelerde Nestle'nin ESG performansını arttıracığı ve ödeyeceği yüksek vergilerin önüne geçmesine yardımcı olması bekleniyor.

ESG Genel Skorları, sadece tek bir kaynaktan değil birçok değişik kaynaklardan toplanarak formalize edilip; 0-100 arası veya harf biçiminde A+, D- (A, yüksek D, düşük) raporlanabilmektedir.

Covid-19 ve ESG skoru derecelendirmelerinin ABD havayolu endüstrisinin hisse senedi performansı üzerindeki etkilerini analiz etmek için bir otoregresif sığrama yoğunluğu trendi (ARJI-trend) modeli kullanmışlardır. ARJI-trend modelinin Covid-19 ve ESG'nin hisse senedi getirileri üzerinde kısa ve uzun vadeli etkileri olduğunu tespit edip, dahası, bir şirket daha yüksek bir ESG puanına sahip olduğunda kısa vadeli hisse senedi getirisi oynaklığı orijinal denge seviyesine daha hızlı yakınsamaktadır yani bir şirketin ESG puanı ne kadar yüksekse, hisse senedi getirilerinin o kadar az oynak olduğuna dair kanıtlar sunmaktadır; Kısaca sonuç olarak havacılık sektöründe ESG skorunu kendi hedefleri doğrultusunda ön planda tutan ve buna dikkat eden şirketler Covid-19 salgını gibi ciddi krizlerde şirketlerinin daha az ekonomik/finansal etkilenmesine dayanak hazırlamaktadır (Chen vd., 2022).

İKİNCİ BÖLÜM

ETKİN PİYASA HİPOTEZİ VE YATIRIMCI DAVRANIŞLARI

2.1. Piyasa Etkinliği Kavramı

Piyasa etkinliği kavramı oldukça geniştir ve bir piyasadaki mevcut bilgileri ne kadar içerdiğini ölçmek için kullanılan bir metriktir diye ifade edilebilir. Etkin bir piyasa, tüm bilgilerin mükemmel (herkes bilgiyi alır), eksiksiz (herkes tüm bilgiyi alır), anında (eş anlı bir şekilde) ve ücretsiz (herhangi bir masraf olmadan) iletildiği bir piyasadır. Piyasa etkinliği kavramı, fiyatta mevcut tüm bilgileri (fiyatlandırma) yansıtan bir hisse senedi veya menkul kıymetin fiyatı olarak tanımlanır. Piyasa etkinliği üç farklı piyasa türü olarak değerlendirilmektedir. Bunlar faaliyet etkinliği, kaynak dağıtımı ve bilgi etkinliği olarak değerlendirilmekte.

Faaliyet etkinliği kavramında bu piyasada fon arz edenler ve talep edenler en düşük maliyetlerle işlemlerini yapmaktadırlar. Kaynak dağıtım etkinliği türünde, bu piyasada kaynakların en verimli şekilde dağıtımı amaçlanmaktadır. Üçüncü olan piyasa etkinlik türü ise fiyatların mevcut tüm bilgiyi yansıttığı kabul edilen bilgi etkinliğidir (Bayraktar, 2012).

Etkin piyasalar hipotezindeki etkinlik kanısı aslında bilgisel etkinliği ifade etmektedir. Bu Hipotezin en önemli varsayımlarından biri piyasada mevcut olan herhangi bir yatırımcının herhangi bir bilgiyi kullanarak normalin üstü bir getiri sağlayamayacağıdır. Bunun nedeni fiyatların zaten piyasadaki tüm mevcut bilgiyi içermesidir (Karan, 2001; 268). Bir menkul kıymet piyasasının etkinliği şu koşullara bağlıdır:(Karan, 2004)

- Fiyatların, piyasadaki mevcut tüm bilgiyi kendi içerisinde kapsayarak, aktarmasıdır.
- Fiyatlar, piyasada oluşabilecek herhangi bir yeni bilgiyi eşanlı veya mümkün mertebe en az gecikme ile iletmesidir.

2.2. Etkin Piyasa Hipotezi

Piyasadaki fiyat hareketlerinin rastgele gerçekleşmesi ve rastgele dağılımlar sergilemesi nedeniyle öngörülemezlik fikri literatüre E. Fama tarafından EPH adı altında dünyaya sunulmuştur. Kurama göre menkul kıymet fiyatlarıyla bilgi arasında bir ilişki vardır ve menkul kıymet fiyatları daima yeni bilgilerin yayınlanmasına göre şekillenmektedir. Piyasalar fiyatlara yansıyan bilgilere göre sınıflandırılır (Fama, 1970; 383).

Etkin Piyasa Hipotezi (EPH), geleneksel finansın temel teorilerinden biri olarak kabul edilir. EPH 1965 yılında Eugene Fama tarafından önerildi ve 1960'lardan 1990'lara kadar sürekli olarak gözden geçirildi, sorgulandı, krizlerle test edildi ve geliştirildi, bu da aslında EPH'ye alternatif bir model haline gelen ve piyasa katılımcılarının davranışsal önyargılarını açıklayan çağdaş bir Davranışsal Finans disiplininin ortaya çıkmasına neden oldu (Fama, 1970).

EPH, anlayışının ilk yıllarından bu yana borsa davranışını açıklayan önde gelen bir finansal model haline geldi. Ve yaygın olarak yatırım tarafından büyük bir kesim tarafından en iyi model olarak kabul edildi (Shiller, 2003).

Sonuç olarak EPH teorisi, hisse senedi fiyatlarının rasgele yürüyüşü fikriyle benzerdir. Fama çalışmasında rasgele sayı dizilerini tahmin etmenin, menkul kıymet fiyatlarının gelecekteki yolunu tahmin etmekten daha kolay olduğunu belirtmiştir (Fama, 1965). Böylece, menkul kıymetlerin gelecekteki fiyatlarının tahmin edilmesinin zor olduğu ve gelecekteki fiyatların tahmin edilmesi için geçmiş verilerin kullanılamayacağı belirtmiştir. Bu nedenle Fama, teknik analiz ve temel analiz dahil olmak üzere geçmiş verilere dayalı hisse senedi fiyatlarını tahmin etme tekniklerinin mantıklı ve alakalı olmadığını düşündü. Öte yandan, hisse senedi fiyatlarının rastgele hareket ettiğini söyleyen çok fazla kanıtta bulunmamaktadır (fakat bunu belirten makaleler ve çalışmalar mevcuttur.), ancak fiyatların her zaman keyfi bir model izlemek zorunda olduğu varsayımı altında güçlü kanıtlar yoktur. Hisse senedi hareketleri ve yatırımcıların rasyonelliği veya piyasa etkinliği istatistiksel olarak anlamlı değildir (Altay, 1997).

Ayrıca, EPH' ye göre, yatırımcılar piyasaya ulaşan hem olumlu hem de olumsuz bilgilere uygun şekilde tepki verirken rasyonel davranırlar. Dolayısıyla yeni

bilgi akışları karşısında değerler tam, hızlı ve eksiksiz olarak değişmekte ve hisse senedi fiyatlarının yükseliş ve düşüş trendlerine karşı düzeltme hareketleri göstermektedir (Öncü vd., 2006).

EPH'ye göre, rasyonel olmayan davranışların finansal piyasalar üzerindeki etkileri genellikle önemsiz kabul edilir, çünkü piyasa, fiyatları her zaman makul seviyelere çeker (Lo, 2004). Ayrıca, bilgiye dayalı alım-satım(trade) kâr edemeyeceğinizi söyler çünkü bu tür kârlar zaten kazanılmış yani hisse fiyatına yansıtılmış olmalıdır (Lo, 2007).

Yani kısaca bu hipotezde, her yatırımcının rasyonel ve akılcı bir davranış sergilediği kabul edilmektedir. Ancak unutulmamalıdır ki yatırımcı doğal olarak insandır ve insan yapısı yani varlığı itibarıyla duygulara, düşüncelere, isteklere sahip, sosyal ve toplumla sürekli bir etkileşim ve iletişim halinde olan çevresindeki olaylardan dolaylı veya direkt olarak etkilenen bir varlıktır (Barone, 2003).

Tablo 2.1.' de etkin piyasa hipotezi ve davranışsal finans arasındaki farklar kısa bir şekilde tablo halinde özet olarak karşılaştırılmıştır.

Tablo 2. 1. Etkin Piyasa Hipotezi ve Davranışsal Finans Arasındaki Farklar

ETKİN PİYASA HİPOTEZİ	DAVRANIŞSAL FİNANS
Yatırımcılar her zaman rasyoneldir yani akılcıdırlar.	Yatırımcıların birçoğu irrasyonel davranış içerisindedir ve akılcı değildir.
Yatırımcılar karar verirken akılcıdırlar. Kararlarını verirken duygularının bir etkisi yoktur.	Yatırımcılar kararlarını verirken o anda sahip oldukları duygu ve düşüncelerinden yani psikolojik durumları aldıkları kararlar üzerinde oldukça etkilidir.
Yatırımcılar yeni gelen veya piyasada hali hazırda mevcut olan tüm bilgilere erişebilmektedirler.	Piyasada mevcut her yatırımcının anlık eşanlı olarak erişmesi mümkün olmamakta, ayrıca hisse senedi fiyatları tüm bilgileri yansıtamaz.
Fiyatlar mevcut tüm bilgiyi, her zaman bünyelerinde barındırmaktadır.	Fiyatlar mevcut tüm bilgiyi, her zaman bünyelerinde barındırmamaktadır
Profesyonel, nitelikli yatırımcılar ve tecrübesiz yatırımcılar arasında herhangi bir fark yoktur.	Yatırımcılar demografik özelliklere göre farklılık göstermektedirler.
EPH' nin olduğu bir ortamda piyasa krizlerinin ortaya çıkması mümkün olmamaktadır.	Piyasa krizlerinin ortaya çıkması olanaklı görülmektedir.

Tablo 2.1.'de bahsedildiği üzere etkin piyasa hipotezi ve davranışsal Finans arasında olan en temel ayrımlardan biri aslında yatırımcıların psikolojisinden ve eğilimlerinden kaynaklanmaktadır. Davranışsal Finans piyasadaki mevcut bulunmakta olan etkinliği bozan olağandışı hareketleri yani akılcı olmayan işlemleri, alım-satımlarını(trade) açıklamak amacıyla geliştirilmiştir. Bu olağandışı hareketler aslında kişinin kendi davranışlarını etkileyen birtakım psikolojik unsurlardan oluşmaktadır.

Yatırımcı davranışlarını etkileyen psikolojik unsurlardan özet bir şekilde bahsetmek gerekirse Tablo 2.2.'de ki gibidir (Yaşar, 2008).

Tablo 2. 2. Yatırımcı Davranışlarını Etkileyen Başlıca Psikolojik Unsurlar

İYİMSERLİK	Yatırımcıların, finansal piyasaların kötü durumda olsa bile bir umuda sahip iyiye gideceğini, düzeleceğini düşüncelerinden kaynaklanmaktadır.
AŞIRI GÜVEN	Yatırımcıların, elde ettikleri mevcut bilgilerle gerçeğe göre kendilerine gereğinden fazla güven duymak ve kanıtlarını o yönde pekiştirme eğiliminde olmalarından kaynaklanmaktadır.
TEMSİLCİLİK	Önceki dönemler ve geçmiş performanslarında, sürekli bir artış gösteren bir finansal varlığın bu değer artışını durmadan devam ettireceği, kısaca yatırımcının finansal varlık ile bağ kurup bunu devam ettirme düşüncesi.
ZİHİNSEL MUHASEBE	Yatırımcıların verdikleri finansal kararların sonuçlarını nasıl değerlendirdikleriyle ilgilenmektedir. Zihinsel muhasebe sisteminin mevcudiyeti, yatırımcıların akılcı olmayan birtakım kararlar almasına sebebiyet verebilmektedir.
PİŞMANLIKTAN KAÇINMA	Pişmanlık teorisi, yatırımcıların değeri düşen finansal varlıklarını sattırmayarak ve erteleterek, hisse fiyatları artan hisseleri ise ivedi bir şekilde elden çıkardıkları gerçeğini bir nebze açıklamakta. Özetle, yatırımcılar pişmanlık duyacakları kararlardan sakınırlar, kıvanç duyacakları kararlarını da gerçekleştirme eğilimindedirler.
KAYIPTAN KAÇINMA	Yatırımcının verdiği kayıptaki zihinsel cezanın, aynı oranda aldığı bir kazançtaki zihinsel ödülünden katbekat önemli olacağı düşüncesine dayanır.
BELİRSİZLİKTEN KAÇINMA	Yatırımcıların bilemediği veya tahmin edemediği hallerde, bildikleri ve önceden bir şekilde tahmin edebildikleri durumlarına göre daha mesafeli yaklaşımlarından kaynaklanmaktadır.

AŞIRI REAKSİYON	Yatırımcıların, mevcut, güncel olan piyasadaki bilgilere yani haberleri esas olan bilgiye göre daha çok değer vermesinden kaynaklanmaktadır.
SÜRÜ PSİKOLOJİSİ	Yatırımcılar aldığı kişisel kararlar da diğer yatırımcıların birçoğunun aldığı pozisyonlara göre karar almasından kaynaklanmaktadır.

2.3. Etkinlik Formları

Piyasa etkinliği üzerine temellerin atıldığı çalışmalarıyla ünlü E. Fama tarafından ortaya atılan üç tür etkinlik kavramından bahsetmiştir. Bunlardan ilki zayıf formda etkinlik ikincisi yarı-güçlü formda etkinlik ve sonuncusu güçlü formda etkinlik olarak tanımlamıştır (Fama, 1970: 385).

2.3.1. Zayıf Form Piyasa Etkinliği (Weak Form Efficiency)

Zayıf formda piyasa etkinliği, cari piyasa fiyatlarının geçmiş piyasa verilerini tam olarak yansıttığını ifade eder. Örneğin ilgili şirketin hisse senedi fiyatları tüm bilgileri mevcut piyasadaki tam ve eksiksiz bir şekilde yansıtmaktadır. Bu tür piyasalarda yatırımcılar en son bilgilere simultane bir şekilde erişememektedirler. Ayrıca, halka yani kamuya duyurulmamış birtakım bilgiler belirli kişiler tarafından önceden bilinmekte. Fama çalışmasında geçmişteki bütün fiyat hareketleri mevcut fiyata yansımaktadır ve hipotezin başlangıç formu olan zayıf form piyasa etkinliğinde, yatırımcının geçmiş fiyat hareketlerini kullanarak pozitif bir kazanç elde edilmesinin mümkün olmayacağını belirtir (Fama, 1970, ss. 383-384). Buna göre teknik analiz, zaman serileri ve bunların benzeri analizlerin herhangi bir getirisi yoktur (Karan, 2001; 269). EPH'nin zayıf form etkinliğinde ise hisse senetlerinin geçmiş fiyatlarına ve geçmiş performanslarına bakılarak gelecekteki fiyatın tahmin edilmesi herhangi bir şekilde mümkün değildir. Ayrıca, pozitif bir getiri elde etmek için kullanılabilecek herhangi bir strateji bu pazar türünde çalışmayacaktır, çünkü gelişigüzel bir davranış söz konusudur (Maymin, 2011).

Paul H. Cootner tarafından 1964 yılında menkul kıymet fiyatlarının "rastgele yürüyüş" teorisini yazdığı "The Random Character of Stock Market Prices" isimli kitapla literatüre kazandırmıştır. Fiyatların kendi gerçek değerleri etrafında tesadüfi bir

şekilde salındığını savunan EPH' ne dayanmaktadır. Kısaca fiyat değişikliklerinin rassal ve önceden herhangi bir şekilde fiyat tahmininin edilemeyeceğini iddia etmektedir. Rassal yürüyüş kuramına dayanarak hisse senedi fiyat değişimlerinin, geçmiş fiyat hareketleri ile ilişkileri yoktur yani seri olarak birbirlerinden bağımsızdırlar. Rassal yürüyüş, zayıf formda piyasa hipotezinin test edilmesinde kullanılmaktadır (Karan, 2004).

2.3.2. Yarı Güçlü Form Piyasa Etkinliği (Semi-Strong Form Efficiency)

Yarı güçte etkinlik formunda ise mevcut piyasa fiyatlarının halka yani kamuoyuna açıklanmış sadece geçmişteki bilgileri değil aynı zamanda tüm bilgileri eksiksiz bir şekilde yansıttığı durum olarak ifade edilmektedir. Bu tür piyasalarda içerden öğrenenler (insider traderlar) olarak adlandırılan yatırımcıların öncelikli olarak bilgiyi bir şekilde elde etmeleri söz konusudur. Yarı güçlü formda piyasa etkinliği aynı zamanda içerisinde zayıf formda piyasa etkinliğini de içermektedir. Dolayısıyla, içeriden herhangi bir şekilde bilgi alan birtakım piyasa katılımcıları, halkın yani kamunun bilemediği, elde edemediği bilgileri kullanarak ortalamanın üzerinde bir getiri sağlayabilmektedirler (Fama, 1970).

Bir piyasanın yarı güçlü formda etkinliğini belirleyebilmek için, cari fiyatların yani mevcut piyasa fiyatların, sadece geçmiş dönem fiyatlarını değil aynı zamanda borsada işleme konu olan firma ile ilgili kamuoyunun veya halkın tümü tarafından ulaşılabilen bilgileri de içinde bir şekilde yansıtması gerekmektedir. Bunun anlamı, hisse senedi piyasa fiyatları, gazete makaleleri, dergiler, geleceğe yönelik beklentiler, şirket öngörüler, yıllık ve çeyreklik raporlar, faaliyet raporları vb. yoluyla kamuoyuna sunulan, herkesin ulaşabildiği mevcut bilgiyi anında tarafsız olarak yansıtmalıdır. Yarı güçlü formdaki piyasa etkinliği şirketin finansal tablolarıyla bilançolarıyla da yakından ilgilidir. Çünkü şirketlere ait finansal tablolar ve bilanço bilgileri genellikle kamuya açık, herkesin kolay ve engele takılmadan erişebileceği bilgilerdir. Bu bilgiler şirketlerin hisse senedi analizlerinde etkin rol oynamaktadırlar. Eğer piyasada güçlü formda bir etkinlik bulunmaktaysa hiçbir hisse senedi analizi temelli bir şekilde normal üstü getiri sağlayamaz. Piyasanın bu şekilde etkinliğe sahip olması için her bir piyasa katılımcısının rekabet ortamında getirisini arttırmak için bilgiyi analiz edip değerlendirmesi gerekmektedir. Yarı güçlü piyasa etkinliğini sınamak amaçlı kamuoyuna, halka sunulan bilgiler ile şirket hisse senedi getirileri gözlemlenir. Eğer

yatırımcılar sürekli olarak aşırı getiri sağlayabiliyorlarsa, bu piyasa kamuoyuna açıklanan bilgiye dayanarak etkin olmamaktadır (Karan, 2001; 272-273). Örnek olarak Borsa İstanbul'da aktif olarak işlem gören bir şirket büyük bir yeni iş ilişkisini KAP 'ta ilan edilip duyuruyorsa ve aşırı getiri sağlanabiliyorsa bu piyasa yeni iş ilişkisi duyurusuna göre yarı güçlü formda etkin değildir. Ayrıca bu etkinlik türünde temel ve teknik analiz yöntemleri yardımıyla normalin üzerinde bir şekilde getiri elde edilmesi mümkün değildir (Bildik, 2000).

2.3.3. Güçlü Form Piyasa Etkinliği (Strong Form Efficiency)

Etkin Piyasa Hipotezi formlarından sonuncusu olan güçlü formda piyasa etkinliğinde mevcut piyasa fiyatları, geçmiş değer bilgileri ve kamuya yani halka açıklanan tüm veriler incelenir. Bunlara ek olarak firma içi bilgiler de göz önünde bulundurulur. Bu formda firma sahipleri dahil olmak üzere içeriden bilgi edinenler ve profesyonel portföy yöneticileri ortalamanın üzerinde gelir elde edemez.

Güçlü formda fiyatların reel değerini belirlemekte kullanılabilecek her türlü bilgiyi fiyata yansıttığı yani fiyatladığı şeklinde tanımlanmaktadır. Herkes her bilgiye simultane bir şekilde elde ettiğinden hiçbir yatırımcı fiyatları doğru tahmin edememektedir. Aynı zamanda bu etkinlik türünde hiçbir şekilde temel ve teknik analiz kullanılarak aşırı bir getiri elde etmek mümkün değildir (Fama, 1970).

Güçlü formdaki piyasa etkinliğinde teknik ve temel analiz yapmanın hiçbir artı değer getirisi olmamaktadır. Çünkü böyle bir piyasada analistler ve profesyoneller hatta içsel bilgiye sahip kişiler dahil, aşırı getiri elde etmeleri mümkün değildir. Yapılan çalışmalar sonucunda rekabetçi piyasalarda alım-satım yapanlar akılcı beklentilere sahiptir ve mevcut fiyatlar ilgili varlığın değeri hakkında her bilgiyi yansıtmakta yani fiyatlamaktadır (Fama, 1970) (Laffont & Maskin, 1990). Rasyonel beklentilere sahip olan kişilerin, içeriden bilgi edinen kişilere karşı yenilmeleri mümkün değildir.

EPH'nde şirketlerin hisse senetlerini ve borsa endekslerinin etkinliğini ölçümlemede, hisse senedi fiyat ve getirilerinin davranışı, esas gösterge olarak ele alınmaktadır. Bu durumda güncel olan hisse senedi fiyatlarının mevcut bilgileri tam ve eksiksiz olarak yansıttığı piyasalar etkin piyasa olarak belirtilebilir. Varlık fiyatları piyasaya bilgi akışının bir fonksiyonu olarak tanımlanan hipotez aşağıdaki üç varsayımı kabul etmektedir:

- Yatırımcılar akılcıdır.
- Tam, eksiksiz ve simultane elde edilen bir bilgiye sahiptir.
- Elde edilebilecek faydalarını maksimize etmeleri beklenmektedir.

Etkin piyasalarda herhangi bir yatırım stratejisine dayanarak normal getirinin üzerinde herhangi bir getiri elde etmesi mümkün olmayacağı için bu tür piyasalarda getiri elde etme amaçlı portföy yaparken aşağıdaki temel bazı kurallara uyulması tavsiye edilmektedir (Karan, 2001; 276):

Menkul kıymet ve piyasa analizi,

- Beklenen nispi performanslarına bakılarak herhangi bir şekilde hisse senedi seçilmemeli.
- Piyasanın dibini ve tepesini bulmaya yönelik bir planlı bir zamanlama yapılmalı.

Risk analizi,

- Mevcut olan tüm riskin azaltabilmesi için kesinlikle farklılaştırma yapılmalı.
- Mevcut portföyün hisse senedi kısmının piyasa riski sıklıkla takip edilmeli.
- Portföyün sabit getirili menkul kıymetler kısmının faiz oranı riski sıklıkla kontrol edilmeli. Diğer likiditesi yüksek ve pazarlanabilirliği olan çeşitli finansal varlıklara yatırım yapılmalı ve bu yatırımlarda devletin uyguladığı ve uygulayabileceği vergiler dikkate alınmalıdır.

2.5. Davranışsal Finans

Modern Portföy Analizi (MPA), Sermaye Varlıkları Fiyatlama Modeli (SVFM) ve Etkin Piyasalar Teorisi (EPH) gibi yani klasikleşmiş finansın temellerini oluşturan bu kuramlar, Beklenen Fayda Teorisi'ni esas alan, yatırımcıların akılcı yani rasyonel bir şekilde davrandıkları göz önünde bulundurularak oluşturulmuş kuramlardır. Son zamanlarda yapılan araştırma ve çalışmalar klasikleşmiş finans modellerinin finans piyasalarında oluşan hareketleri ve yaşanan gelişmeleri açıklamakta yetersiz ve tesirsiz kaldığı kanısı ortaya konulmuş ve bu modeller sosyal bilimlerde alanında yapılmış olan çalışmalardan ulaşılan neticelerle desteklenerek güçlendirilmeye

alışılmış ve bu yeni bakış açısına da “Davranışsal Finans” denmiştir (Bostancı, 2003: 2).

Dünyada birçok ülkede yaşanan finansal çöküşler yatırımcıların ve piyasa katılımcılarının piyasaların istikbaline olan güvenlerini yaralamıştır. Bu ve buna benzer küresel çaplı negatif gelişmeler yatırımcıların ve piyasa katılımcılarının güzel giden her şeyin ardından bir dizi felaketin geleceğine inanmalarına neden olmuştur. Bunun sonucu olarak borsadaki hisse senedi fiyat hareketlerini ve yatırımcıların karar süreçlerini inceleyen çeşitli alternatif yaklaşımlara olan ilgi alaka artmıştır. Böylece klasikleşmiş finans yaklaşımının aksine yatırımcıların rasyonel karar veren yatırımcı veya piyasa katılımcılarından oluşmadığını bu nedenle piyasadaki hareketlerin daima akılcı ve rasyonel sebeplerle açıklanamayacağını, davranışsal finans yaklaşımı savunarak kendini göstermiştir (Ceylan ve Korkmaz, 2006: 609).

Davranışsal Finans’ın yapıtaşları, Kahneman ve Tversky tarafından 1979 yılında, geliştirdikleri Beklenti (Umut) Teorisi’ni açıklayan makalenin yayını ile literatüre girmiştir (Kahneman & Tversky, 1979). Bu araştırmanın sonucu ortaklaşa geliştirilen beklenti teorisi ile insanların elde ettikleri kazançları ile katlanmaları gereken kayıplara farklı olasılık düzeylerinde ayrı bir ağırlık verdiklerini ortaya koymuştur. Bunun yanında, “beklenen risk” ten ziyade “algılanan risk” in yani kısaca yatırımcıların kafalarında oluşturduklarının, hissettiklerinin göz önünde bulundurulup dikkate alınması gerektiğini öne sürmüşlerdir (Döm, 2003). Kahneman ve Tversky ayrıca yaptıkları çeşitli çalışmalarda, bireylerin etrafında gelişen olayları birebir olduğu gibi, durumları değerlendirirken ve karar alırken ise kendilerine bir kaynak olarak belirlediklerini ve bu kaynak noktalarına göre davranış sergilediklerini ortaya koymuşlardır (Aytekin & Aygün, 2016).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

KÖPÜK KAVRAMI VE KÖPÜĞÜN TEORİK ÇERÇEVESİ

3.1 Fiyat Köpüğünün Tanımı

Fama'nın etkin piyasa hipotezine ek olarak, finansal piyasalar için bir diğer önemli teori de 1998 yılında yayınlanan ve geliştirilen "Rational Bubble Act"tır (Fama, 1970) (Chan vd., 1998). Bu teoriye göre, yatırımcıların getirisi daha yüksek olan ve olası bir kriz sonrasında fiyatlarının artması muhtemel olan yatırım araçlarına doğru yönelmeleri durumunda ilgili finansal enstrümanların fiyatlarında rasyonel bir artış meydana geleceği açıklanmıştır. Geçmişteki çalışmalar incelendiğinde, fiyatlardaki artışın mevcut bilgilerle açıklanamayacağını ve bu artışın, köpüğün hızlanması ve ardından köpüğün patlaması sebebiyle fiyatlarda benzersiz ve ciddi bir değişime neden olduğunu belirtmektedir (Blanchard, 1979). Bir diğer görüşe sahip araştırmacılar ise fiyat düzeyinin piyasa kurallarına bağımlı olmaksızın kendi kendine yarattığı beklentilerle ortaya çıktığı duruma "Rasyonel Spekülatif Köpükler" adını vermektedir (Flood & Garber, 1980). Varlık fiyatlarının temel değerlerinden sapmasını "köpükler" olarak tanımlamaktadır (Dezhbakhsh & Demirguc-Kunt, 1990). Bir diğer önemli görüşe göre bir finansal varlığın kendi değerinden ziyade spekülasyonlar nedeniyle fiyatındaki hızlı artışı 'köpük' olarak tanımlamaktadır (P. Garber, 2000). Finansal varlık fiyatlarının konjonktürel zamanlarda oynak bir yapı göstermesi, fiyatların beklenenden fazla artması ve piyasadaki beklentilerin aksine hızlı bir şekilde düşmesine köpük denir (Mayer, 2011).

Özetle, bir finansal varlığın değeri, bu varlıktan elde edilecek nakit akışlarının beklenen değeri göz ardı edilerek temel değerlerini aşıyorsa ve şu anki ekonominin sahip olması gereken koşullar dikkate alınmadan ekonomide bir değişim gösteriyorsa, bu durumlar köpüklerin oluşmasına neden olacaktır (Phillips & Yu, 2011). Ayrıca finansal piyasalarda yatırımcıların gerçek ekonomik göstergeleri dikkate almak yerine sürü zihniyeti(sürü psikolojisi) şeklinde hareket etmeleri finansal varlıkların fiyatlarında da ciddi değişikliklere ve oynaklıklara neden olacaktır (Blanchard & Watson, 1982).

Piyasadan bağımsız olarak kâr spekülasyonu amaçlı yatırımcı sayısındaki artış, "Rasyonel Davranış Çılgınlığı" veya "Köpükler" olarak tanımlanan davranışlara yol açmaktadır (Anavatan & Yalçın, 2018).

Köpükler hangi finansal varlıkta meydana gelirse gelsin, finansal piyasaları etkilemektedir. Dolayısıyla köpüklerin finansal krizlere neden olduğu kaçınılmaz bir gerçektir. Köpüklerin patlaması ile finansal varlık fiyatlarında meydana gelen ani düşüş, varlıkların değerlerini ve insanların harcamalarını azaltarak tüm ekonomik faaliyetlerin zayıflamasına ve yavaşlamasına neden olacaktır (Malkiel, 2012).

3.2. Fiyat Köpüğünün Oluşmasının Nedenleri

Yatırımcılar o anda mantıksız görünen ve akılcı olmayan kararlar alabilirler, ancak bu yöndeki davranışlarının motivasyonlarını anlamak her zaman mümkün olmayabilir. Piyasalarda veya finansal enstrümanlarda fiyatlar kendiliğinden yükselebilir ve köpükler oluşabilir/oluşur. Hyman Minsky, oluşabilecek herhangi bir ekonomik köpük için mantıklı bir açıklama sunmaya çalışmıştır. Bu sebepten ötürü fiyat köpüğü oluşumundan bahsedilmek için minimum iki zorunlu ön şartın olması gerektiğine inanmaktadır.

Birincisi, eşsiz veya benzersiz olarak tabir edilen modern piyasalarda genellikle yenilikçi/reformcu teknoloji ya da finansal politikalarda yaşanan büyük ve önemli değişimlerdir. İkinci zorunlu ön koşul ise ihtiyaç duyulan kredinin kolay alınabilmesidir. Köpüğün oluşma nedenleri arasında ayrıca risk getiri tercihlerinde rasyonel yatırımcıların yerine doğrusal modelden sapmalar meydana getiren gürültülere göre hareket eden yatırımcıların giderek daha çok artmasını göstermiştir (Yaşar, 2008).

Kısaca bahsetmek gerekirse, fiyat köpüğünün zorunlu olduğu koşullar şunlardır:

- Büyük ve ciddi bir teknolojik yenilik ya da finansal bir yöntem veya konjonktürün değişmesi,
- Likidite, yani parasal genişleme sonucu kolay, hızlı ve ucuz kredi.
- Çoğu kez piyasanın acemi ve yeni yatırımcılarca işgal edilmesi nedeniyle, finansal varlıkların değerlendirme konusunda akılcı ve rasyonel yöntemlerin terk edilmesi veya tercih edilmemesi.

• Temel olarak köpüklerin oluşması sadece yükselen veya hali hazırda zaten fiyatı yüksek olan hisse senetlerinin alınmaya başlanmasından sonra ortaya çıkar (Bernstein, 2019). Bu süreç kendi kendini giderek besler, hızlanır, büyür ve bir süre sonra da tamamen kendini bırakarak çöküşe neden olur. Japon ekonomisi üzerinde yaptığı çalışmaya göre konut sadece konutla sınırlı kalmayıp gayrimenkul sektöründe bir diğeri halka açık, işlem gören Japon şirketlerinde suni bir yükselişin yani köpüğün mevcudiyetini ve köpük dönemi ekonomisi olarak adlandırılabilir ilgili dönemin özelliklerini ve sebeplerini kısaca şu şekilde sıralamaktadır (Çokaklı, t.y.).

Köpük Ekonomisinin Ayırıcı Niteliğe Sahip Özellikleri;

• Varlık fiyatlarındaki bariz artış; bu dönemlerde varlık fiyatları ciddi oranda artar. DotCom (Teknolojik) krizi ve ABD'deki konut krizi bunlara örnek olarak verilebilir.

• Ekonomik faaliyetlerde görülen aşırı ısınma (Overheating); ekonominin hızla gelişmesi ve hızlı bir şekilde büyümesi olarak da yorumlanabilir. Ülkedeki sanayi üretimi ve Gayri safi yurt içi hasılası (GSYİH) büyür. Doğrudan işletmelerin yatırımlarında görülen artış, beraberinde talep etkisi yaratacağından varlık fiyatlarını da bir şekilde yükseltir.

• Genişleyici para politikası sonucu, para arzında ve kredi hacminde artış; bankaların mevduatlarında artış ile yine banka kredilerinde görülen artış.

Köpüğün Ortaya Çıkışının ve Yayılışının Altındaki Sebepler:

Yukarıda üç başlık altında köpüklerin kendine has özelliklerini gördüğümüz köpük ekonomisinin arkasında yatan faktörler şu şekilde sıralanabilir:

• Ofansif Banka Davranışları; ABD'deki konut krizine neden olan bankaların kredi skoru düşük ve aldıkları kredileri geri ödeyemeyecek olan kişilere dahi yüksek faizli kredi kullandırmalarıdır. Herhangi bir oluşabilecek olumsuz bir durumda da ipotek altına alınan evleri satarak kredi risklerini kurtarmayı beklerken konut fiyatlarının ciddi bir şekilde düşmesi bankaların bilançolarında da ciddi zarar göstermelerine sebebiyet vermiştir.

• Vergileme Politikası; Mevcuttaki konutların elde tutulmasındaki vergilendirme oranı alım-satım yapıma göre daha az olduğu koşullarda kişiler sahip olduğu

gayrimenkulleri ellerinde tutmayı yeğlemektedirler. Bu nedenle elde tutulduğu için piyasadaki arz miktarı azalmakta ve fiyatlar genel olarak ortalamanın üstünde yükselmektedir.

•Yatırımcı Özgüveni; Ekonomilerde yatırımcıların özellikle acemi yatırımcıların kendilerine olan özgüveni aslında birden çok kusuru da beraberinde getirmektedir. Piyasa faizlerin düşük olduğunu gören birçok yatırımcı bankalardan risklerini hesaplamadan kredi çekmeyi uygun bulmuştur. Ancak daha sonrasında bu kredileri ve faizlerini ödeyememişler ve batık kredilerin, vadesi gelmiş olmasına rağmen borçlu tarafından ödenmeyen ve borçlu takibe alınarak ödemesi için çeşitli bildirimlerde bulunulmasına rağmen ödenmemesi, artmasında ciddi bir rol oynamışlardır. Bu özgüven de köpük ile başlayan ekonomideki suni büyümenin gerçek boyutlarının görülmesini engellemiştir (Torun & Altay, 2019).

Köpük oluşumunun nedenlerine yukarıda bahsedilenlere ek olarak devletin yatırımlarda zararları güvence altına alması, piyasalarda tekel ve içsel bilgiye sahip yatırımcı ve işletmelerin manipülatif işlemleri ve olağanüstü durumlarda şok yaratacak haberleri olarak sıralanabilir. Ayrıca bu bahsedilen durumların ideal piyasalarda anormalliklere sebep olduğunu belirtmiştir (Demiröz, 2018).

3.3. Fiyat Köpüğü Türleri

Köpük türlerini sınıflandırmak gerekirse temel olarak genellikle iki tür fiyat köpüğünden söz edilebilir. Bunlar irrasyonel köpükler ve rasyonel köpükler olarak adlandırılmaktadır (Miotti & Plihon, 2001).

3.3.1. Rasyonel Fiyat Köpüğü

Yatırımcılar, finansal varlık fiyatlarının reel olması gereken değerinin çok fazla üzerinde olmasına rağmen ekstra prim ödemelerine razı geldiklerinde ilgili finansal varlıklarda köpük olabileceği ihtimali mevcuttur (Boucher,2003, 2). Yatırımcılar, geleceğe yönelik o finansal varlık için çok daha fazla yükseleceğini ve ilgili varlığın reel fiyatından ciddi anlamda fark olmasına rağmen ilgili finansal varlığı talep edenlerin ve alanların olacağına inanmaları ve inanışlarını sürdürdükleri sürece bu şekilde oluşabilecek fiyat köpüklerine rasyonel fiyat denebilmektedir (Gürkaynak,

2008). Rasyonel köpüklerin gelişmesi, finansal varlık fiyatlarının gelecek dönemdeki yükselişlere ilişkin kendi kendini büyüterek devam ettirebilecek bir sürecin varlığını yansıtmaktadır.

Ayrıca rasyonel köpüklere ilişkin birtakım sorunlarda mevcuttur (Boucher, 2003, 3). Bunlardan ilki, rasyonel köpükler, negatif fiyat köpüklerinin hiçbir şekilde oluşamayacağı beklenmektedir. İkinci olarak, rasyonel köpüklerin deterministik biçimi hisse senedi fiyatları ile getiriler arasındaki dengeden sürekli bir üssel sapmayı gerektirmekte ve dolayısıyla köpük hiçbir zaman ortadan yok olmamaktadır. Üçüncü olaraksa köpüğün zaman yolu bilinebilmektedir fakat köpüğün oluşum sebeplerini bu tür bir yaklaşım etrafında tespit edebilmek muhtemel olmamaktadır. Bu tür eksiklikler aslında yeni ve farklı düşüncelerin geliştirilmesine yol açmıştır. Bu konudaki yeni görüşler gözlenen fiyatların esas değerinden devamlı kırılmalar göstermediğini ve zaman içerisinde azalarak söndüğünü ve tekrar bir şekilde yeniden ortaya çıktığını ifade etmektedir (Bozoklu & Zeren, 2014).

Rasyonel stokastik köpük şeklinde isimlendirdikleri bu görüşte köpüklerin belli bir boşluk içerisinde ortaya çıkıp şiştiğini ve daha sonra patlayıp söndüklerini ileri sürmektedirler (Blanchard, 1979). Köpüğün izleyen dönemlerde de varlığını devam ettirmesi ve patlaması belli bir olasılık ile ele alınmakta, köpüğün patlaması durumunda varlık fiyatlarının gerçek esas değerine geri döneceği kabul edilmektedir. Bu yaklaşımda köpükler kendini yaratan dinamiklere sahiptir: ortaya çıktıktan sonra patlayıp sönebilir, söndükten sonra tekrar kendini gösterebilirler (Blanchard ve Watson, 1982).

Ayrıca yaptıkları araştırmalarında mevcut bir köpüğün izleyen dönemde devam etme olasılığının, köpüğün geçmiş dönemdeki varlık süresi ve fiyatların esas değerinden sapma uzunluğu gibi çeşitli etkenler tarafından belirlendiğini de ifade etmektedirler (Blanchard ve Watson, 1982).

Borsa İstanbul'un verileri baz alınarak yapılan çalışmaların birçoğunda rasyonel fiyat köpüğün mevcut olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. (Taşçı ve Okuyan, 2009), (Yu ve Hassan, 2010) ile (Yanık ve Aytürk, 2011) süre bağımlılığı testi aracılığıyla kanıtladıkları çalışmalarda, Borsa İstanbul hisse senedi piyasasında rasyonel köpük kavramına yönelik herhangi bir iz olmadığı belirtilmiştir. (Demirel & Yelkikalan, 2021) yaptıkları araştırmada Türkiye'de rasyonel ve irrasyonel yatırımcı

duyarlılığının Borsa İstanbul üzerindeki endeks getirisi ve volatilité üzerindeki etkisini araştırdıklarında iki tür yatırımcının da hem rasyonel hem de irrasyonel yatırımcının bir şekilde etkilediği görölmektedir.

3.3.2. İrrasyonel Fiyat Köpüğü

Piyasada herhangi bir şekilde rasyonel yani akılcı olmayan yatırımcıların mevcudiyeti piyasada fiyat köpüklerinin oluşmasına sebebiyet vermektedirler. Bu çerçevede fiyat köpüğünün oluşabilmesine sebep olanlar kısaca iki yatırımcı modeli ve yatırımcı psikolojisi olarak sıralanabilmektedir (Yaşar, 2008).

İrrasyonel köpüklerin oluşumuna sebep olabilecek yatırımcı türü adından da anlaşılabilieceği üzere irrasyonel yatırımcılardır. Bu akılcı olmayan yatırımcı türü olan irrasyonel yatırımcılar piyasalarda gerçekleştirdikleri işlemler dolayısıyla piyasadaki varlık fiyatlarının mevcut değeri olması gereken asıl değeri cidden bir şekilde saptırmakta ve fiyatların çok fazla şişmesine sebep olmaktadır (Barron, 2007).

Yaşanan bu piyasadaki varlık fiyatlarındaki artış daha fazla irrasyonel yatırımcıyı ilgili şişen varlığa yöneltmekte ve yükselen talep ile ilgili varlığın zaten yüksek olan fiyatlarını giderek daha da yükseltmektedir (Schiller, 2002). Kısaca bu durum için şöyle söylenebilir, irrasyonel köpüğün oluşumu özünü besleyen ve giderek kendini büyüten arttıran bir süreçtir. İrrasyonel köpük türü aşığıda bahsedilecek olan iki şekilde ele alınmıştır, “iki yatırımcı modeli” ve “yatırımcı psikolojisi” olarak (Yaşar, 2008).

3.3.2.1. İki Yatırımcı Modeli

İki yatırımcı modeline göre piyasada iki tip yatırımcının mevcudiyetinden söz edilebilmektedir. Bunlar akılcı yani rasyonelliği esas alıp işlem yapan arbitrajcılar ve spekülatif bir hedefe yönelik işlem gerçekleştiren irrasyonel yatırımcılardır.

Arbitrajcılar esas olarak piyasada fiyat farklılıkları bulunan varlıkların alım ve satımını gerçekleştirerek bu varlıkların piyasadaki cari fiyatlarını dengeleyen yatırımcılardır. Arbitrajcılar piyasadaki yanlış fiyatlanmış varlıkların alım ve satım işlemlerini gerçekleştirerek aradaki farklardan gelir elde etmeyi hedeflemektedirler ve bunu yaparak aslında piyasalarda oluşabilecek köpük olasılıklarını da ciddi bir şekilde

düşürmektedirler. Örnek vermek gerekirse rasyonel değerinin çok çok üstünde bir şirketin hisse senedinde kısa pozisyon(short) alarak aynı şekilde gerçek değerinin çok altında işlem gören şirketin de hisse senedini ise uzun pozisyon(long) alarak bir nevi dengelemektedir.

İrrasyonel yatırımcıların başka bir tanımından bahsetmek gerekirse oda fiyatı artan ve şişen varlıkları herhangi bir değerlendirmeye veya analize tabi tutmadan bir an önce satın almak istemeleridir aynı zamanda piyasalarda oluşan bilgilere de herhangi bir şekilde önem vermediklerinden yanlış kararlar almaya eğilimlidirler, fiyat hareketlerine karşıda gereğinden fazla tepki göstermektedirler (Redhead, 2008).

3.3.2.2. Yatırımcı Psikolojisi

Spekülatif köpüklerin çıkış yeri, yatırımcıların spekülatif fiyat hedefleri çerçevesinde rasyonel olarak artan fiyatlara reaksiyon göstermesidir. İleri bir vadede daha yüksek fiyattan varlıkları elden çıkarabileceklerini düşünen yatırımcılar aslında köpüklerin sebebini oluşturmaktadır. Piyasadaki mevcut tüm yatırımcılar aslında bu artan fiyatların, varlığın esas değerinden gittikçe uzaklaştığının farkında fakat yatırımcılar sonuçta insan olduklarından ister istemez bir yatırımcı psikolojisi devreye girerek elde edebilecek en fazla getiriye sahip olabilmek adına köpüğün patlayıp sönmesine kadar ilgili varlığı ellerinde hala bulundurmalarına neden olmaktadır. Yatırımcılar genellikle kendilerinde olan aşırı güven duygusu davranışı ile hareket ederek ilgili varlıkları elde tutmakta inatçılık gösterdikleri gibi fiyatlar aşırı şiştiğinde ve satışlar belirli bir büyüklüğe ulaştığında sürü davranışını göstererek hızlı bir şekilde sahip oldukları varlıkları elden çıkamaya çalışmakta ve bunun sonucunda varlıktaki köpük çok hızlı bir şekilde sönüş sürecine girmektedir (Yaşar, 2008).

3.4 Tarihteki Fiyat Köpüğü Örnekleri

Finansal piyasaların geçmiş tarihi göz önüne alındığında, genellikle aşırı fiyat artışı döneminden sonra çöküşlerden söz edilir. Bir grup hisse senedinin ciddi bir şekilde değer kazanması, yatırımcıları ilgili hisseyi satın almaya teşvik etmenin bir diğer yoludur. Bu kazanç haberleri açık bir şekilde basında vb. yerlerde paylaşıldığında, yatırımcıların o şirkete olan ilgileri giderek artacak ve buna bağlı olarak talep ettikçe hisse senedi fiyatı yükselecektir. Hisse senedi fiyatı arttıkça, daha

fazla yatırımcı bunları satın alacak ve bu elde edilen kazançlarla ilgili haberler piyasaya yayıldıkça yatırımcı coşkusu artacak ve köpük giderek büyüyecek. Bu kazanç haberi tanımına uyan köpükler geçmişte çokça olmuştur ve finansal piyasalarda krizlere neden olan birçok köpük örneği bulunmaktadır. Bunlardan bazıları “Lale Çılgınlığı (Tulipmania)”, “Güney Denizi Köpüğü”, “Mississippi Köpüğü”, “İsveç Emlak Köpüğü”, “İnternet Köpüğü (Dotcom)” ve “2008 Küresel Konut Krizidir (Akıncı., 2014: 719-749).

Tablo 3.1.’de tarihte çok fazla bilinen ve etkisi gözlenen bazı köpük oluşumlarına aynı zamanda köpük sonrası finansal krizin bulunup bulunmadığına, etkiledikleri bölgelere ve köpükler ile ilgili temel literatürlere yer verilmiştir.

Tablo 3. 1. Tarihteki Çeşitli Fiyat Köpüğü Örnekleri

KÖPÜK	ETKİLEDİĞİ BÖLGE/ÜKE	YIL/YIL ARALIĞI	VARLIK TÜRÜ	KÖPÜK SONRASI FİNANSAL KRİZ	İLGİLİ TEMEL LİTERATÜR
LALE ÇILGINLIĞI	Hollanda	1636-37	Lale soğanları ve lale soğanı sözleşmeleri	Hayır	Goldgar (2007), Garber (1989, 1990, 2001), Posthumus (1929), Thompson (2007)
MISSISSIPPI KÖPÜĞÜ	Fransa	1719-20	Mississippi Şirket Hisseleri	Evet	Davis (1887). Murphy (1997), Neal (1990, 2012). Quinn & Turner (2020), Velde (2003, 2006, 2009)
GÜNEY DENİZİ KÖPÜĞÜ	Birleşik Krallık	1719-20	Şirket hisse senetleri (South Sea Company hisse senetleri dahil))	Hayır	Anderson (1801), Carswell (1960), Dale (2004), Dale et al. (2005), Dickson (1967), Frehen et al. (2013), Garber (1990, 2001). Hoppit (2002), Hutcheson (1720), Kleer (2012, 2015), Paul (2011), Shea (2007). Temin & Voth (2004)
KANAL ÇILGINLIĞI	Birleşik Krallık	1793	Kanal Hisse Senetleri	Hayır	Kindleberger (1996) Ward (1974)
KÜKREYEN YİRMİLER	Amerika Birleşik Devletleri	1920-31	Yeni teknoloji şirketlerinin hisse senetleri	Evet	Donaldson & Karnstra (1996), Eichengreen & Mitchener (2003), Galbraith (2009), Klein (2001). Nicholas (2007). Rappoport & White (1994). White (1990, 2009). Wigmore (1985)
JAPAN KÖPÜĞÜ	Japonya	1985-92	Şirket hisse senetleri ve gayrimenkul sektörü	Evet	Dehesh & Pugh (1999). Murphy (1996), Noguchi (1994a, 1994b), Okina et al. (2001), Oizumi (1994). Shiller et al. (1996), Stone & Ziemba (1993) Wood (1992)

DOTCOM KÖPÜĞÜ	Amerika Birleşik Devletleri	1995-2001	Yeni teknoloji hisse senetleri	Hayır	Brennan (2004), Cassidy (2002), Cellan-Jones (2001), DeLong and Magin (2006) Griffin et al. (2011), Ljungvist and Wilhelm (2003), Lowenstein (2004) Ofek & Richardson (2003), Páston & Veronesi (2006, 2009)
KÜRESEL KONUT KÖPÜĞÜ	Amerika Birleşik Devletleri, Birleşik Krallık, İrlanda, İspanya vd.	2001-2008	Gayrimenkul Sektörü	Evet	Gjerstad & Smith (2009, 2014); Honohan (2009); Kelly (2009). Mayer (2011), Mian & Sufi (2009, 2014), McCarthy et al. (2013), Muller (2011), Norris & Coates (2014), Quinn & Turner (2020); Turner (2014)
ÇİN KÖPÜĞÜ	Çin	2007, 2015	Şirket hisse senetleri	Hayır	Li (2015), Lu & Lu (2017), Quinn & Turner (2020), Smith (2016), Yao & Luo (2009)

3.4.1. Lale Çılgınlığı (Tulipmania) 1634-1637

Geçmişte bilinen en ünlü köpüklerinden biri, 17. Yüzyılda lale soğanı pazarında görülen ve “lale çılgınlığı” olarak adlandırılan köpüktür. O zamandan beri herhangi bir köpük oluşumuna atıfta bulunmak için sıklıkla kullanılan bir terim haline gelmiştir. Bu tanımlamada, lalenin 1500’lerin ortalarında Türkiye’den Avrupa’ya gitmesinden sonra Hollanda, yeni lale türlerinin yetiştiği, yetiştirildiği ana merkez haline gelmiştir (P. M. Garber, 1990). 2007 yılında yayınlanan bir makalede bu durumu şöyle anlatır: “16. Yüzyılda lale bahçelerinin güzelliği karşısında hayrete düşen Viyanalı tüccarlar, lale soğanlarını ülkelerine götürmüşlerdir.” Bu lale çılgınlığı sadece belli bir bölge ile sınırlı kalmayıp kısa sürede Almanya, Hollanda ve Belçika’ya da sıçramıştır (Mazgit, 2007).

Lale, Londra ve Paris’teki sarayların en gözde çiçeği oldu. O dönemdeki Aristokratlar gibi halk da bu lale çılgınlığını takip etmiş ve bunun sonucunda lale pazarı olağanüstü derecede cazip hale gelmiştir. Hatta bunun sonucu 1630’larda Hollanda vatandaşları kendilerini lale yetiştiriciliğine adanmışlardır ve neredeyse tüm ülkenin tarım alanlarında lale yetiştiriliyordu. Bireysel lale yetiştiricileri ve diğer lale hayranları, lale soğanları için oldukça yeni bir pazar yaratılmasına sebep oldu ve bu da lale fiyatlarını daha önce görülmemiş yüksekliklere çıkardı.

Lale, lale yapraklarının fevkalade farklı renklere sahip olmasına neden olan “mozaik” adı verilen ölümcül olmayan bir virüsün bulaşması sonucunda ciddi bir popülerlik kazandı. Ancak sözde mozaik virüsü de (tomurcuk veya soğancıkta üretilebilen) lalelerin çoğalma hızının da düşmesine neden olmuştur. Yani mozaik

virüsü kısaca lale soğanını hasta etmiş ve üreme hızını azaltmıştır (P. Garber, 2000). Lale giderek daha fazla popülerlik kazandıkça, lale soğanı tüccarları fiyat artışları için bir önlem olarak stokçuluk yapmaya başladı. Lale soğanı piyasası 1634'e kadar profesyonel yetiştiricilerle sınırlıydı. Ancak 1634'ün sonunda katılım daha genel bir spekülasyon sınıfını kapsıyordu. Spekülasyon yoluyla fiyatları yükselten şeyin aslında Hollanda'da lalelere olan yoğun talep olduğu söyleniyor.

Temmuz ayında lale topraktan çıkarılıp Eylül ayında tekrar dikilebilir. Ayrıca Temmuz-Eylül ayları arasında çiçek açan lale birkaç çiçek soğanı daha üretebilir. Tüccarlar Temmuz ve Eylül ayları arasında pazarlık yapıyorsa, teslimat ileri bir tarihte (lale soğanları topraktan çıkarıldığında) yapılmalıdır. Büyüyen lale piyasasının bir sonucu olarak ilk resmi vadeli işlem piyasaları lale sayesinde 1636 yılında kurulmuştur (P. M. Garber, 1990). Lale piyasalarında sıklıkla kullanılan alım opsiyonu, sahibine belirli bir süre için sabit fiyattan lale soğanı alma hakkı vermektedir. Bu alım opsiyonları için ödenen opsiyon primleri kabaca piyasa fiyatının %15-20'si arasındadır (Balci, 2012).

Alım opsiyonlarının kullanılması kaldıraç etkisi yaratarak potansiyel fayda ve riskleri artırır. 1637 yılının ocak ayında lale fiyatları yaklaşık %2000 arttı ve ardından şubat ayı başında lale fiyatlarında keskin bir düşüş yaşandı.

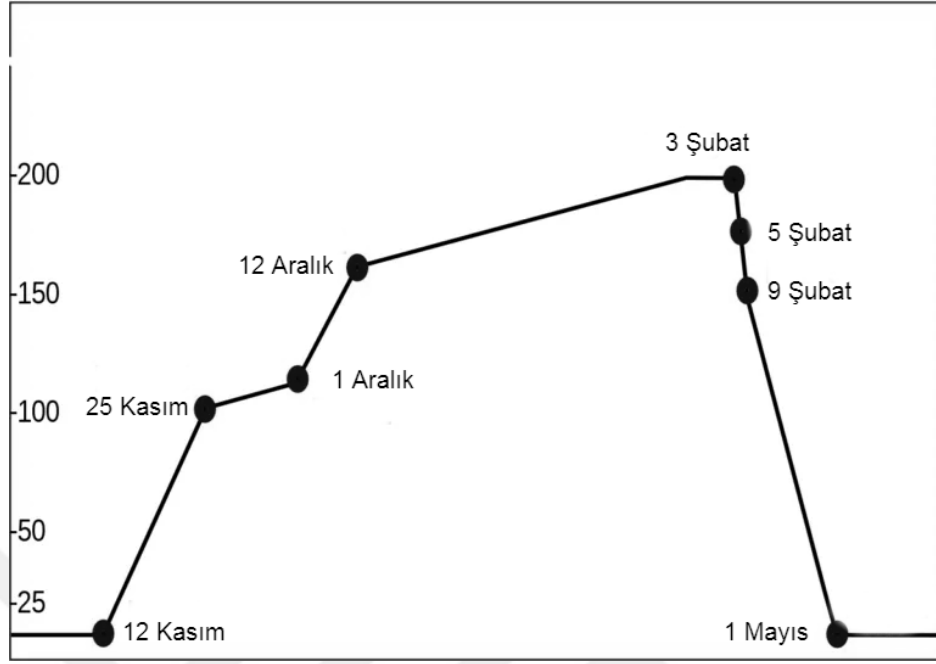
1634-1637'deki Hollanda lale çılgınlığı her zaman spekülasyon aşırılığının eşsiz bir örneği olarak görünür, hatta finansal anlamda spekülasyon bir çılgınlıkla eş anlamlıdır (Garber, 1989: 535). Belki de tarihin en ilginç fiyat köpüğü olan bu lale çılgınlığı, irrasyonel yatırımcı davranışı, aşırı kredi ve kaldıraç etkisi, hızlı fiyat çöküşü ve ardından gelen ekonomik kriz gibi yönleriyle modern ekonomi teorisi açısından aslında çok önemli bir ilk örneği temsil ediyor. (2002'de avro kullanılmaya başlanana kadar) Hollanda'nın 100 sente eşit olan temel para birimi. İlgili tarihteki, Gulden; Hollanda, Almanya ve Avusturya'da kullanılan altın veya gümüş para.

Tablo 3. 2. Lale Soğanlarının İlgili Dönemde İşlem Gören Fiyatları

Lale Çılgınlığı Dönemi Köpüğün Pik Yaptığı ve Söndüğü Fiyat Tablosu			
	Şubat 1637 Fiyatı (Gulden)	1642 yılı Fiyatı (Gulden)	%'sel Fiyat Değişikliği
English Admiral tarafından kayıtlara geçen fiyatı	700	210	-70,00%
Admiral van Eyck tarafından kayıtlara geçen fiyatı	1345	220	-83,64%
General Rotgans tarafından kayıtlara geçen fiyatı	805	138	-82,86%

1637'nin sonlarına doğru köpük patladı. Alıcılar, daha önce lale soğanları için üzerinde anlaşmaya varılan yüksek fiyatı ödeyemeyeceklerini açıkladılar ve ilgili lale soğanı piyasası çöktü. Ülke ekonomisi için yıkıcı bir olay olmasa da insanların özellikle yatırımcıların sosyal beklentileri ve güvenlerini ciddi şekilde etkiledi. Bu olay, güven üzerine kurulu ilişkileri ve insanların borçlarını ödeme istekliliği ve kabiliyetini yok etti (Balcı, 2012).

Köpüğün zirvesinde, laleler yaklaşık olarak 10.000 guldene satıldı, bu da Amsterdam Büyük Kanalı'ndaki bir malikanenin yaklaşık değerine eşitti.



Şekil 3. 1. Lale Soğanı Fiyat Endeksi (1636-37).

Son olarak 1638 yılına gelindiğinde ise köpük sönmüş ve lale soğanı fiyatları geldiği yere, eski haline geri dönmüştü.

3.4.2. Mississippi ve Güney Denizi Köpüğü (1720)

Mississippi ve Güney Denizi köpüğü oluşumları açısından incelendiğinde aslında birbirlerine çok benzemektedirler. Aslında bu köpüklerin oluşumunun odak noktası hükümetin denetimsizliği ve göz yummasıydı, her biri, mali durumu birbirini takip eden hisse ihraçlarına ve hükümetler için önemli ödemelere dayanan, yasal devralmalar veya devlet borçlarını elde etme yoluyla bilançosunda hızlı bir genişleme politikası izleyen bir şirketi içeriyordu. Giderek daha fazla ve yüksek fiyatlara sahip yeni işleri duyurmaya, bunları ihraç edenler ve bunların ilk alıcıları ciddi getiriler elde ederken bu işin diğer yani sonradan alıcıları en büyük zararı alırken, fiyatlarında düşmesiyle çok ciddi zarar yazmışlardır (Balcı, 2012).

İspanyol Veraset Savaşı sonucu, Fransa ve İngiltere'yi ayrı ayrı birikmiş borçlarını konsolide etme ihtiyacı içinde bıraktı. Bu konsolidasyon nihayetinde çeşitli köpükler oluşturdu ve çökmelere yol açtı. Bu köpüklerin oluşumunu tam olarak anlamak için John Law'un para teorisini ve sistemini incelememiz gerekiyor. John Law (1671-1729) görüşlerini paylaşırken, bir devletin sahip olduğu zenginliğin para

arzına bağılı olduğunu ve ticaret hacminin de paranın miktar ve dolaşımına bağılı olarak genişleyeceğini, artacağını beyan etmiştir.

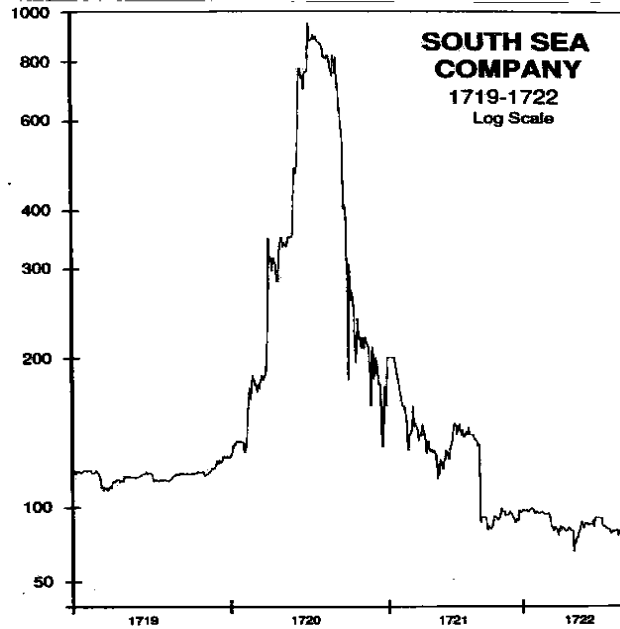
Ayrıca devletin, mevcut para stokunu koruyabilmesi için sadece dış ticaret dengesinin yeterli olmayacağını, kıymetli madenlerin ve külçe altınların ülke içinde muhafaza edilmesi gerektiğini ve ülke içindeki ticaret için de kâğıt paranın arz edilmesi gerektiğini öne sürmüştür ve hatta Fransa'da kâğıt para arz edebilecek bir banka kurmuştur. Fakat bu girişimi elde edebileceği sonucu verememiştir. Hatta bu girişimiyle mevcut enflasyonun çok daha fazla artmasına sebep olmuştur (Roll & Ipsden, 1992).

Law, teorisini bozulmuş bir vergi sisteminin olduğu Fransız ekonomik ortamında uygulama fırsatı buldu. Ayrıca Fransız ekonomisi de o dönemde ulusal borçlar nedeniyle büyük bir bunalım içerisindeydi. Louis'inin savaşları yüzünden Fransa iflas etmişti (Garber, 1990: 42). Fransa borcunun bir kısmını temerrüde düşürmek zorunda kaldı, kalan diğer kısımları içinde faiz indirimi talep etti ve elde etti, ancak yine de borcunu ödemekte gecikti. 1716 yılının haziran ayında Law, Krallıktan senet ihraç etme yetkisine sahip bir banka olan Banque Generale'i kurma izni almış ve 1717 yılının ağustos ayında Louisiana ve Kanada üzerinden kunduz ticareti tekel haklarına sahip olmak için Compagnie d'Occident adlı firmayı devralmıştır. Firmanın finansmanını da genellikle kamu borçlarının alındığı hisse senedi ihraçlarının satılması yoluyla gerçekleştirilmiştir (Garber, 1990: 42).

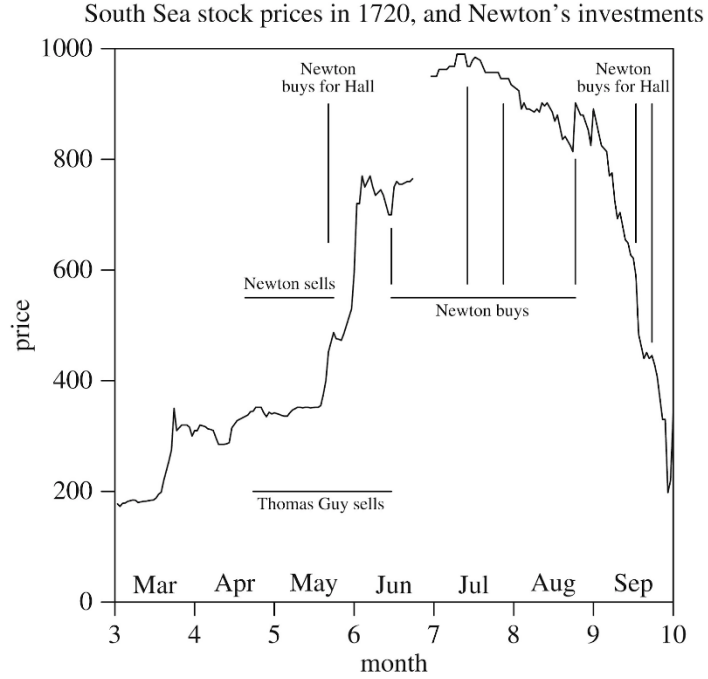
Law'un aslında amacı ticari faaliyeti canlandırmak ve kredi fonuyla yarattığı nakit akışının kaldıraç etkisiyle firmanın hisse senedi fiyatlarını desteklemektir. Banque Generale 1718 ve 1719'da Doğu Hindistan, Çin, Afrika ve Güney Denizi bölgelerinde bazı imtiyazlar elde etti, daha sonra banka Banque Royale olarak yeni bir isme sahip oldu ve Kraliyet tarafından garanti edilen not verme haklarına sahip oldu. Law, Avrupa dışındaki tüm Fransız ticaretini tekeline almıştır (Garber, 2000, s. 95). Sonuç olarak, Law'un senet ihracı, düşük faizli krediler ve denizaşırı ticaret için kurulan bir firmayı içeren ekonomik sistemi tamamlanmış oldu.

Aralık 1719'da hisse senedi fiyatları zirve yaptı. Çöküş ise, 1720 yılında bazı yatırımcıların ellerindeki senetler karşılığında metal para talep etmesi sonucu başlamıştır. Senetlere olan güvenin sarsılması sonucunda senetlerde büyük düşüşler yaşanmış ve birçok yatırımcı iflas etmiştir (Marietta, 1996: 80).

1720 yılında İngiliz hükümeti ödenmemiş borçlarından kurtulmanın yollarını ararken Law'un sistemiyle elde edilen yüksek karlar hayret vericiydi. Öte yandan İngiliz yaklaşımı Fransız yaklaşımına göre daha kolaydı. İngiltere'nin 1720 yılındaki borçluluk oranı yaklaşık olarak 50 milyon sterlin civarındaydı. Bu borcun 18.3 milyon sterlinini elinde tutan en büyük üç şirket South Sea Company (11.7 milyon sterlin), Bank of England (3.4 milyon sterlin) ve East India Company (3.2 milyon sterlin) idi. İtfa edilebilir devlet tahvillerinin (kısa sürede geri çağrılabilir) 16.5 milyon £ tutarındaki kısmı özel kuruluşlar ve bireyler tarafından ellerinde tutulmuştur. Yaklaşık 15 milyon sterlin itfa edilemez şekildedeydi: uzun vadeli 72 ila 87 yıl arasında, kısa vadeli ise yaklaşık 22 yıldı (Garber, 1990: 47).



Şekil 3. 2. South Sea Company Logaritmik Fiyat Grafiği (1719-1722).



Şekil 3. 3. Newton ve Thomas' In South Sea Company Hisse Senedinde Yaptıkları İşlemler ve Şirketin Hisse Senedi Fiyat Grafiği (04-11/1720)

Newton'da bu köpükten etkilenen yatırımcılar arasındaydı. Yaklaşık olarak hesaplanan bir muhasebeyle bile kayıpları neredeyse kesin olarak 10.000 £'u aşmıştır ve makul yöntemlerle hesaplandığında ise bugün sıkça atıfta bulunulan 20.000 £ rakamını aşan değerlere ulaşılabilmekte. Yaklaşık olarak o senelerdeki paranın değeri ile bugünü karşılaştırsak, 1720'deki 20.000 sterlin bugün 20 milyon sterlin, 20 milyon dolar veya 20 milyon euro ile kabaca karşılaştırabiliriz. Bununla birlikte, köpükten önce, 1710'larda, Aslında Newton'un yaptığı yatırımlar dikkatli rasyonel bir kişinin yatırımları gibi görünüyor ve bu yatırımlar sonucunda gayet başarılı olmuştur.

1720 köpüğü sırasında Newton ve Thomas Guy'ın Güney Denizi hisse senedi fiyatları ve yatırımları. Fiyatların kaynağı: Course of Exchange (hisse senedi düzeltilmiş fiyatları alınmıştır). Yatırım tarihleri için ilgili kaynaklar: Bank of England, London Metropolitan arşivleri ve King's College Cambridge'deki kayıtlar. Tabloda Newton'un alımları için dikey çizgiler, alımların bazılarını gösterir (ilki tahmin edildi, diğerleri kesin olarak belgelendi). Yatay çizgiler, Newton için tahmin edilen ve Guy için kesin olan satış dönemlerini gösterir. Kısaca Newton'da o dönemdeki finansal varlıkta oluşan köpükten nasibini almış gözükmekte. South Sea firması ise o dönemde devlet borçlanma senetlerini satın alma hakkını ve South Sea üzerindeki

tekel haklarını devraldı. Hükümetin 15 milyon poundluk itfa edilemez borcunun yanı sıra 16.5 milyon poundluk da itfa edilebilir borcu vardı. Firma, 31 milyon poundluk borç ödemesini tahsil etmek için hükümete 7.5 milyon pound ödemeyi taahhüt ederken, %4 ve %5 faiz oranıyla faiz ödemelerini tahsil etti. Eğer hisse senedi fiyatları nominal değeri 100 sterlini aşarsa, ödenmemiş devlet borcu karşılığında kullanılan hisse senedi miktarı azalacaktır (Dale vd., 2005).

Akabinde, South Sea Firması'nın hisse senedi fiyatları sıçrama yaşamış ve firma artan talebi karşılayamaz hale gelmiştir. Ayrıca spekülasyon karları elde etmek amacıyla hisse senedi alımları giderek daha da artmıştır. Aşırı artan hisse senedi fiyatları sonucunda firma yöneticileri ellerindeki hisse senetlerini satmaya başlamıştır (Malkiel, 1999, s. 44). Temmuz ayında firmanın emir ve transfer defterleri kapatıldı ve hesaplanan hisse senedi fiyatları 800 sterline kadar yükseldi. Daha sonra hesaplar yeniden aktif hale getirilmiş ve hisse senedi satışları yeniden başlamış, sonuç olarak hisse senedi fiyatları düşmeye başlamıştır. Eylül 1720'deki yaklaşık bir ayda, South Sea Company'nin hisse senedi fiyatı düştü. Hisse senedi fiyatı 31 Ağustos'taki 775 sterlinde 1 Ekim'de 290 sterline düşmüştür (Garber, 1990: 51).

O dönem üzerine çalışan birçok araştırmacı, Güney Denizi Köpüğünün Ağustos 1720'de piyasada yaşanan likidite krizine paralel olarak, diğer "köpük olan veya oluşumuna sahip şirketlerin" Güney Denizi hisse senetlerine olan talebi azaltacağı ve fiyat seviyesinin temellerinden sapacağı endişesine kapılan şirket yöneticilerinin kendi hisse senetlerini satmasıyla çökmeye başladığını savunmaktadır. Köpüğün patlamasının, çökmesinin bir diğer nedeni de Güney Denizi firması gibi bir başka Fransız firmasının hisse senedi fiyatlarının düşmesiydi. Dolayısıyla, likidite azalmasının 18. Yüzyılda bile uluslararası ekonomik olaylarla ilişkili olabileceği gözlemlenebilir. Garber'ın (1990) çalışması da bu fikri destekleyen kanıtlar içermektedir. Ayrıca Garber'ın raporundaki bulgular, o dönemde çok yüksek miktarlarda uluslararası fon transferi yapıldığını da göstermiştir.

(Temin & Voth, 2004) ortaklaşa yaptığı çalışmalarında Hoare's Bank'ın ticaretin canlanmasından faydalanmak için köpüğü şişirdiğine dair bazı bulgular ileri sürmüşlerdir. (Garber, 2000) çalışmasına göre, Mississippi ve Güney Denizi köpüklerini değerlendirirken sermaye yeterliliği, ekonomik temeller anlayışındaki değişiklikler ve 18. Yüzyılda mevcut olan ticaret eğilimi dikkate alınmalıdır. Bu aşırı

fiyat hareketleri için Garber ise piyasa temelleri üzerine inşa edilmiş yani rasyonel bir çözüm olması gerektiğini savunmuştur.

Bu tarihsel olayı incelerken, bu tür köpüklerin ekonomiyi dolaylı veya direkt olarak etkilediği açıkça görülmektedir. Bu durumda köpük her an patlayabilecek kadar şişmiş ve küresel ölçekte bir likidite krizini tetiklemiştir. Ayrıca hükümetin yatırımcıları korumaya yönelik yaptıkları çeşitli düzenlemelerini de hükümetin bu köpüğün farkında olduğunun ve engellemeye çalıştığının bir kanıtı olarak değerlendirebiliriz. Fakat ilgili dönemde hükümet köpüğün çökmesine karşın verdiği tepkide ve uygulamalarda başarılı olmamış, hatta tam aksine köpüğün daha da hızlı sönmesine ve likidite krizinin ortaya çıkmasına sebep olmuştur (Balcı, 2012).

3.4.3. 1929 Amerika Birleşik Devletleri'nde Borsadaki Fiyat Köpüğü

Birinci Dünya Savaşının bitişinin ardından Amerika Birleşik Devletleri ürünlerde, üretim süreçlerinde ve firma yönetiminde yeni teknolojilere dayalı ciddi bir ekonomik patlama ve hızlanma yaşadı (örneğin otomobillerde General Motors ve Ford, elektrikli aletlerde RCA). Bu patlama, taksitli kredi kullanımının artmasıyla daha da kolaylaşmıştır. 1927'de yaşanan kısa bir durgunluk sona ermiş ve 1929'a kadar olan dönemde sanayi üretimi yaklaşık %25 kadar artmıştır.

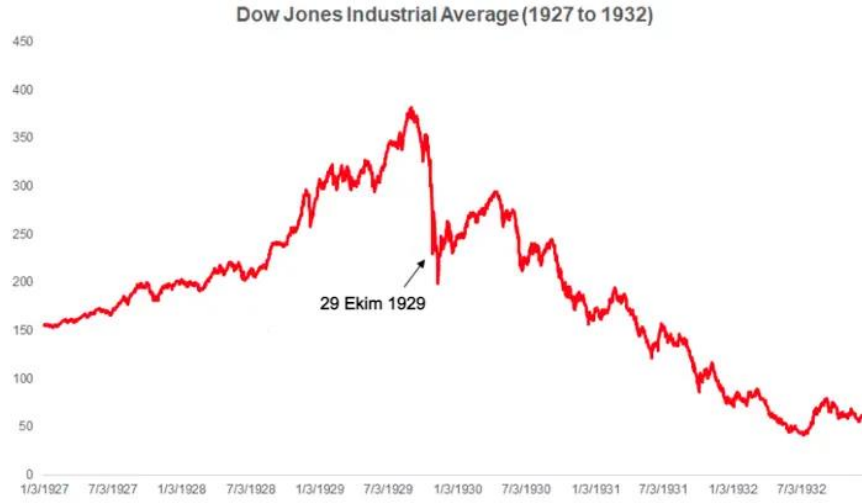
Özet olarak Amerika'daki köpük dönemini borsa endeks fiyatlarıyla ve tarihleriyle bahsetmek gerekirse, ABD borsası ekonomiyle birlikte yükseldi ve Eylül 1929'da zirveye tepe noktasına ulaştı. Amerika Borsa Endeksi 3 Eylül'de 1926=100'e kıyasla 381'e ulaştı. Ekim 1929'da ise borsa çöktü (24 Ekim Kara Perşembe, 28 Ekim Kara Pazartesi, 29 Ekim Kara Salı'da çok ciddi satışlarla) ve Kasım ayında hisse senedi fiyatları 145'e düştü (-%62). Haziran 1932'de ise hisse senedi fiyatları en düşük seviyesine ulaştı (-%91).

Borsa 3 Eylül 1929'da zirve yaptı. 5 Eylül 1929'da Roger Babson Ulusal İş Konferansında bir konuşma yaptı ve keskin bir durgunluğun kapıda olduğunu öngördüğünü açıkladı. Sanayi üretim endeksinin aslında Haziran 1929'da zirve yaptığını bulunduğumuz yıl itibarıyla bilmekteyiz. Aslında Federal Rezerv'in uyguladığı kısıtlayıcı para politikası durgunluğun başlıca nedenlerinden biriydi. Sıkılaştırmanın bir kısmı spekülasyon karşıtı nedenlere dayandırılıyordu, ancak

FED'in borsaya ilişkin vurgusunun çoğu ahlaki ikna şeklinde fakat bankalar ve aracı kurumlar üzerine ise doğrudan baskı şeklindeydi.

Bu dönemde görülen bir diğer önemli olay ise, 1921 yılında 1 milyar dolar olan kredili alımlara dayalı işlemlerin 1929 yılında 9 milyar dolara ulaşmış olmasıdır. Ve 1929 yılına gelindiğinde, kredili hisse senedi sahibi olan toplam kişi sayısı yaklaşık 1 milyon dolardı. Birçok yatırımcı hisse senetlerini teminat olarak kullanarak borç para ile hisse senedi satın almış ve hem faiz oranı maliyetlerinden hem kredi geri ödemelerinden hem de fiyatlar düştüğünde ek teminat çağrılarından sorumlu olmuştur. Eylül/Ekim 1929'da hisse senedi fiyatları düşmeye başladığında borsadaki işlem hacmi artmıştır. Fiyatlar düştüğünde ve hızlı bir toparlanma umudu azaldığında, teminat tamamlama çağrılarının sayısı arttı. Birçok kişi hisselerini satmak zorunda kaldı ya da satmaya teşebbüs etti ve hacmin büyüklüğü nedeniyle birçok aracı kurum battı ve fiyatların hızlı bir şekilde toparlanması imkânsız hale geldi. Büyük ölçekli ya da panik satışlar Ekim 1929'da birkaç 'kara' günde piyasayı altüst etti.

Bu fiyat düşüşleri sonucunda yatırımcıların piyasaya olan güvenleri derinden sarsılmış ve ardından piyasada bir bunalım dönemi hâkim olmuştur. Hisse senedi fiyatlarındaki bu tür keskin düşüşler, varlık fiyatlarının düşmesine ve aracı kurumların ve kredi veren kurumların yatırımcılarına teminat tamamlama çağrısı yapmasına neden oldu. Bu teminat tamamlama çağrılarını karşılayamayan yatırımcılar ise hisse senetlerini ve varlıklarını satmak zorunda kaldılar; bu da fiyatların daha da aşağıya doğru düşmesine sebep olmuştur.



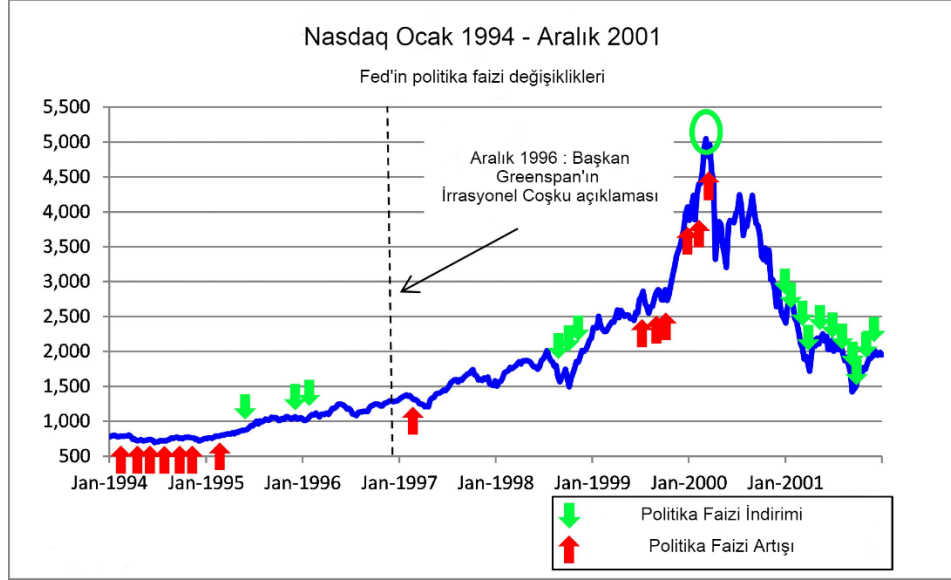
Şekil 3. 4. Dow Jones Endeksi Endüstri Fiyat Endeksi Grafiği (1927-1932)

3.4.4. İnternet Köpüğü (1995-2000)

Bu dönemde piyasalar üzerinden yapılan aşırı spekülasyonlar, fiyatlardaki ciddi artışlar ve oynaklıklar, para genişleme politikası sonucu oluşan kolay erişilebilir sermaye ve bu sektöre yönelik kredilerdeki aşırı artışlar, internet ve teknoloji sektörünün iş modellerinin yanlış değerlendirilmesine ve aşırı iyimserliğe yol açmıştır. Bu benzersiz köpüğün sönmesinin ardından ise 2000-2001 yılları arasında söz konusu gelişmiş ülkelerde görece uzun bir durgunluk dönemi yaşanmış ve özellikle ABD’de finans sektöründe bu köpüğün patlaması sonucu bazı özel düzenlemeler yapılmasına sebep olmuştur.

2000 yılı dönemindeki çöküş özellikle Nasdaq internet teknoloji hisselerindeki ya da daha genel olarak teknoloji, medya ve telekomünikasyon sektöründeki ciddi bir boğa piyasasıyla ilgilidir. Yeni teknoloji hisse senetleri, tecrübeli hisse senetleri ve olgun şirketler için kullanılan normal değerlendirme ölçütlerini kullanma girişimlerine meydan okuyor gibi görünmektedir. Yeni teknoloji hisse senetlerinin aslında temelinde, gelecekteki büyüme ve karlara ilişkin olarak sahip oldukları/olabilecekleri ihtimaller yatmaktadır, yeni teknoloji şirketleri son derece başarılı olabilir, ancak başarısız olma olasılığı da vardır. Yeni teknoloji hisse senetlerine yapılan yatırımların tarihsel getirilerini incelemiş ve birçok şirketin başarısız olmasına rağmen yatırımcılara ortalama getirinin hala pozitif olduğunu bulmuştur (Dwyer & Barnhart,

2002). Nasdaq hisse senetleri için opsiyon fiyatı etkisini incelemiş ve değerlemelerin yüksek düzeyde belirsizlik (yani aşırı pozitif olasılıklar) gerektirmesine rağmen, gerekli düzeyin mantıksız olmadığını bulmuştur (Pastor & Veronesi, 2006).



Şekil 3. 5. Nasdaq Fiyat Grafiği Endeksi ve FED'in Hedef Faiz Oranları Değişimi (Ocak 1994 – Aralık 2001)

İlgili dönemdeki köpük incelendiğinde, köpüğün patlaması kaldıraç ve türev araçlar kullanıp temerrüt riski taşıyan birçok firmanın iflas etmesine neden oldu ve birçoğu konsolidasyon (başka şirketlerle birleştirilme) yapmak veya satın alınmak zorunda kaldı. Enron, Worldcom ve Global Crossing gibi büyük ölçekli “Yeni Ekonomi” firmaları iflas etti ve bu iflaslar Amerikan tarihinin en büyük iflasları olarak kabul edildi. Bu olayların ardından geniş çaplı adli soruşturmalar ve birkaç banka mevduat değişikliği gerçekleşti. Pastor ve Veronesi (2006), çalışmalarında NASDAQ piyasasındaki bu aşırı fiyat artışlarının köpük olarak değerlendirilip değerlendirilemeyeceğini araştırmışlardır. Bu aşırı fiyat hareketlerinin firmaya özgü olduğunu ve firmanın gelecekteki karlılığı açısından ekonomik belirsizliğe neden olabileceğini savundular. 2003 te yapılan çalışmada ise halka arz edilen firmaların (IPO) ilk gün gelirlerinin – özellikle yüksek teknoloji firmalarının – aşırı iyimserlik nedeniyle neredeyse %89’a ulaştığını öne sürmüşlerdir (Ljungqvist & Wilhelm, 2003).

Özetle tarihsel bakarsak, 1997’de Nasdaq’a rekor miktarda sermaye akmaya başladı. 1999 yılına gelindiğinde, tüm risk sermayesi yatırımlarının %39’u internet şirketlerine gidiyordu. O yıl, 457 halka arzların (IPO) çoğu internet ve teknoloji

şirketleriyle ilgiliydi 2000 yılının ilk çeyreğine gelindiğinde bu halka arz olanlardan sadece 91 tanesi ayakta kalabildi.

Sonuç olarak köpük patladı ve birçok yatırımcı büyük kayıplarla karşı karşıya kaldı ve bir sürü internet şirketi iflas etti. Köpükten sağ çıkmayı başaran şirketler arasında Amazon, eBay bulunmaktadır.

1995 ile 2000 yılları arasında beş kat yükselen Nasdaq endeksinin 10 Mart 2000'deki 5.048,62'lik zirvesinden 4 Ekim 2002'de %76,81'lik bir düşüşle 1.139,90'a gerilemesine neden oldu. 2001 yılının sonunda Dotcom şirketlerinin çoğu iflas etti. Cisco, Intel ve Oracle gibi teknoloji şirketi hisselerinin fiyatları bile değerlerinin %80'inden fazlasını kaybetti. Nasdaq 'ın ise gördüğü bu zirve fiyatına ulaşması köpüğün patlamasından sonra 15 yıl sürmüştür.

Dotcom köpüğünden etkilenen bazı döneminde bilinen büyük şirketler;

Freeinternet.com – Halka arzını iptal ettikten kısa bir süre sonra Ekim 2000'de iflas başvurusunda bulundu. Freeinternet.com o dönemde 3,2 milyon kullanıcısıyla ABD'nin en büyük beşinci İSS'lerinden biriydi. Şirket 1999 yılında 1 milyon dolardan az gelire 19 milyon dolar kaybetti.

GeoCities, Ocak 1999'da Yahoo! Şirketi tarafından 3,57 milyar dolara satın alındı. Yahoo! GeoCities'i 26 Ekim 2009 tarihinde kapattı.

Infospace.com – Mart 2000'de bu hisse senedi hisse başına 1.305 \$'a ulaştı, ancak Nisan 2001'de fiyatı hisse başına 22 \$'a düştü.

Mattel tarafından 1999 yılında 3,5 milyar dolara satın alınan TheLearningCompany, 2000 yılında 27,3 milyon dolara satıldı.

3.4.5. 2003-2007 Gayrimenkul Köpüğü ve 2007-2010 Küresel Kriz

ABD'deki Gayrimenkul Köpüğünden ve sonraki dönemlerde küresel bir krize ve etkiye neden olan köpük oluşumundan ve etkilerinden bahsetmek gerekirse aslında bu köpüğü tetikleyen temel nedenler çok çeşitli ve karmaşıktır. Ancak köpük incelendiğinde akılda tutulması gereken temel bazı faktörler kredi standardı, varlık fiyatlarını etkileyen finansal yenilikler, kredi verme davranışı ve kredi kalitesi üzerindeki geri bildirim etkileridir. Gerek 2001-2002 ekonomik durgunluğundan sonra

uygulanen parasal genişleme politikaları ve düşük faiz-yüksek likidite bolluğu, gerekse esnek ve istikrarlı ekonomik yapısı nedeniyle Amerikan ekonomisine sürekli ve direkt sermaye girişi olması, ABD finans piyasalarında büyük miktarlarda fon fazlası birikmesine ve bol likiditeye yol açmıştır. Amerikan mortgage ve finans piyasalarının aşırı liberal yapısı ve düzenlemelerin yetersizliği, bu piyasalarda faaliyet gösteren ekonomik birimlerin (yatırım kuruluşu, banka, aracı kurumların) daha fazla risk taşımasına ve dolayısıyla kredilerin kalitesinin düşmesine neden olmuştur (Balci, 2012).

Köpüğün günümüze en yakın örneği 2003-2007 yılları arasında görülen Amerikan hisse senetleri ve emlak köpüğüdür (Duca vd., 2010). Buna bağlı olarak 2007-2010 yılları arasında bu krizin tüm dünyaya yayılması sonucunda küresel kriz dönemi ortaya çıkmıştır. Ekim 2007 başlarında dünya ki borsa endeksleri ve hisse senedi piyasaları, ağustos başındaki şoka rağmen sürekli yüksek piyasa değerine sahip olmayı sürdürmüştür. Thomson's DataStream tarafından rapor edildiği üzere, küresel hisse senedi piyasaları bu tarih itibarıyla piyasa değeri açısından 51 trilyon doların üzerindeydi. İlgili dönemi takip eden bu 17 ay boyunca hisse senedi değerinde tarihin en büyük çöküşü yaşanmıştır. Öte yandan, Şubat 2009 sonuna kadar küresel hisse senedi piyasası kapitalizasyonu 22 trilyon doların üzerindeyken, bu tarihten sonra hem %56'dan fazla bir düşüş hem de hisse senedi değerinde 29 trilyon dolardan fazla bir azalma meydana gelmiştir. Böylece, hisse senedi sahiplerini ve yatırımcıları etkileyen para fonuna ilişkin bu kayıplar, 2007 yılındaki toplam küresel GSYİH'nin yaklaşık %50'sinin değerine eşit olmuştur (Bartram & Bodnar, 2009). Bu köpüğün oluşumu ve çöküşünün reel ekonomi üzerindeki yan etkileri bile uzun bir zaman etkisini göstermektedir.

İlgili köpük patlamadan önceki dönemler incelendiğinde ev kredilerinin yani mortgage kredilerinin kolay ve hızlı bir şekilde erişilebilir olması, kredi kuruluşlarının kredi skoru düşük ödeyeme riski olan kişilere bile kredi verilmesi vb. etmenler ile mortgage piyasasına olan talep giderek artmıştır. Sonuç olarak Amerikalı hane halklarının ev sahibi olma oranı tarihteki en yüksek seviyesine ulaşmıştır, 1994 yılında %64 iken 2004 yılında %69,2'ye yükselmiştir (Iannuzzia ve Massimiliano, 2010: 286).

Etkileri bugün bile gözlemlenebilen bu köpük oluşumu, öncekilerden daha yeni ve karmaşık olması nedeniyle araştırmacılarca benzersiz bir oluşum olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca, köpüğün çöküşünü takip eden olayların etkilerinin

günümüzde de görülebilmesi, bu köpüğün dinamiklerin araştırılmasını oldukça zorlu hale getirmiştir. Ancak bu noktada, bu tür köpükler hem akademisyenleri hem de politika yapıcılarını bu tür ekonomik şoklara daha fazla dikkat etmeye ve bunlar için doğru, etkili ve en uygun çözümleri oluşturmaya zorlamıştır. Bu tür fiyat dalgalanmaları ve oynaklıklarının sonuçları sadece politikacılar, araştırmacılar, ekonomistler ve akademisyenler tarafından değil, aynı zamanda tüm sosyal gruplar tarafından gözlemlendi ve hissedildi.

Köpüğün çökmesinin ardından yaşanan kriz, tüm ekonomik göstergelerin giderek kötüleşmesine yol açmıştır. Etkilerini sadece Amerika'da değil küresel ölçekte de sürdürmektedir. 2007'nin Eylül ayından bu yana küresel kriz tüm dünyayı ister istemez etkisi altına aldı. FED sürekli olarak ilgili dönemlerden itibaren krizin etkilerini azaltabilmek için faizlerde sürekli olarak indirime gitmiştir. 2008 yılı Eylül ayında Lehman Brothers'ın iflası ile birlikte finansal krizin en keskin ve sert dönemine girilmiştir (Özatay, 2011, s. 292). Küresel krizin etkileri 2010 yılında da devam etmiştir. ABD finans piyasaları durulmaya başlarken, Mayıs ayında 2010 yılında Yunanistan'da bir borç krizi ortaya çıktı. Bundan sonra kriz Yunanistan'da da etkili olmaya başladı.

Sonuç olarak, Temmuz/Ağustos 2008'e kadar mortgage ve banka krizlerine bağlı olarak hisse senedi piyasasına olan etkisi ve piyasaların buna tepkisi ikinci sırada gerçekleştiğinden, Lehman'ın iflası sonrası bağlantılı olarak hisse senedi piyasası etkilenmeye Eylül 2008'in ortasında başlamıştır. Dünya çapında hisse senedi piyasaları 15 Eylül ile Ekim sonu arasındaki döneme keskin bir giriş yapmıştır. 2008'in sonuna kadar çoğu hisse senedi ve borsa endeksleri %60 veya daha düşük seviyelerde seyretilmiştir (Bartram ve Bodnar, 2009: 1276). İlerleyen tarihlerde ise Avrupa Birliği'ndeki sorunlar 2009 yılının sonlarında ortaya çıkmıştır. İlk olarak, Yunanistan 2010 yılında bir kriz yaşamıştır. Yunanistan'ı kurtarma çalışmaları devam ederken, İrlanda bankalarının sorunları Kasım 2010'da ortaya çıkmıştır. Tüm bunlara rağmen İrlanda Hükümeti'nin kurtarma çalışmaları sırasında çok sayıda likidite sıkıntısı meydana geldi ve bankalarda bulunan mevduatlar bankalardan çekildi. Sonrasında bu kriz yayıldı ve küreselleşti.

3.5. Tarihsel Fiyat Köpüklerinin Sonuçları

Köpüklerin patlaması sonucu genel olarak incelendiğinde, iki önemli olumsuz ekonomik sonuç doğurmaktadır.

İlk olarak, bir köpüğün patlaması bankacılık krizine yol açabilir. Çünkü varlık fiyatlarının çökmesi, teminatların değerini azaltarak çok sayıda temerrüt ve iflasa yol açabilir (Aliber & Kindleberger, 2017). Olabilecek bankacılık krizi ise bankaların faaliyetlerini durdurmasına ve mevcut para arzının daralarak ekonomide büyük ve uzun süreli hasara neden olabilir. Bankaların, işletmelere verebileceği/verdiği krediler ve yatırımlar azalır (Bernanke, 1983; Dell’Ariccia vd., 2008; Friedman vd., 2008).

İkinci olarak, köpüklerin finansmana yönelik tutumları veya köpük sonrası düzenlemeleri etkileyerek ekonomiler üzerinde uzun süreli olumsuz etkileri olabilir. Toplumun yani kısaca halkın, yatırımcıların finansla yönelik olumsuz tutumlarına ve hükûmetlerin yaptıkları finansal düzenlemeler, finansal piyasaların gelişimini ve büyümesini potansiyel olarak yavaşlatabilir (Dagher, 2017). Yenilikleri yani inovasyonu engelleyebilir ve hızını yavaşlatabilir, işletmeler için kredi maliyetini artırabilir ve hatta yeni iş yaratımlarının yapılmasına engel olabilir. Finans, ekonomik büyüme ve yenilikçilik ile girişimciliğin finansmanı için önemli olduğundan, finansal piyasaların gereksiz yere engellenmesinin de büyük bir ekonomik maliyeti vardır (Beck & Levine, 2004).

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

FİYAT KÖPÜĞÜ TESTLERİNİN UYGULANMASI

4.1. Literatür

Literatürde varlıklardaki fiyat köpüklerinin saptanmasına yönelik gerçekleştirilen birçok çalışma mevcuttur. Bu kapsamda gözlemlenen çalışmalar birçok farklı finansal enstrüman üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu durum aşağıdaki Tablo 4.1.'de literatüre ilişkin bilgiler çoğunlukla yerli çalışmalara öncelik verilerek sırayla özet şekilde açıklanmıştır.

Tablo 4. 1. Spekülatif Fiyat Hareketliğinin Saptanması Durumunda “Var” Olacak Şekilde Belirtilmiştir. Olmaması Durumunda ise Açıklamalar Yapılmıştır.

İlgili Çalışmanın Yazarları/Yazarı	Değişkenler	Zaman Aralığı	Yöntem	Spekülatif Fiyat Hareketi
Bertus ve Stanhouse (2001)	Vadeli Altın Piyasası	1975-1991	Granger Nedensellik ve Dinamik Faktör Analizi	Yok
Lucey ve O'Connor (2013)	Altının Spot Fiyatı	1989-2013	Eşbütünleşme Testi ve MSADF	Var
Korkmaz, Erer ve Erer (2016)	Altın fiyatları, TL/Usd, TL/Eur döviz kuru ve mevduat faiz oranları	2002-2016	SADF ve GSADF	BIST 100 oynaklığına altın fiyatlarındaki balonların azaltıcı etkisini tespit etmişlerdir. BIST-100' de meydana gelen balonların ise yine BIST-100 oynaklığını artırdığı sonucuna ulaşmışlardır.
Çağlı ve Mandacı (2017)	BIST Borsa Endeksleri	2006-2016	GSADF	Var
Ceylan, Tüzün, Ekinci ve Kâhyaoğlu (2018)	Bitcoin ve Ethereum	2015-2018	GSADF	Var

Akkaya (2018)	Türkiye hisse senedi piyasası	2002-2017	Lojistik regresyon ve es bütünleşme testleri	Var
Anavatan ve Kayacan (2018)	BIST100	1996-2018	LPPL modeli	Var
Afşar, Afşar ve Doğan (2019)	USD/TL ve EURO/ TL döviz kuru	2005-2018	GSADF	Var
Güleç ve Aktaş (2019)	Bitcoin, Ethereum, Litecoin, Ripple, Bitcoin Cash, Cardano, IOTA ve NEO kripto para birimleri	2013-2018	SADF	Spekülatif olmayan fiyat balonları tespit edilmiştir.
Zeren ve Yılancı (2019)	15 ülkeye ait hisse senedi fiyatları	1991-2017	GSADF	Var
Geuder, Kinatader ve Wagner (2019)	Bitcoin	2016-2018	LPPL	Balon varlığının Bitcoin fiyatlarında ortak ve tekrarlayan bir özellik taşıdığı tespit edilmiştir.
Mete, Koy ve Ersoy (2019)	Bitcoin, Ethereum Ripple kripto para birimleri	2012-2019	SADF ve GSADF	Bitcoin, Ethereum ve Ripple 'da finansal balonların varlığı belirlenmiştir.
Çelik, Akkuş ve Gülcan (2019)	Altın, Gümüş, Platin ve Paladyum	2010-2019	RtADF, SADF ve GSADF	Altın, gümüş ve platin emtiaları için var
Bezgin ve Basar (2020)	BIST100	1997-2018	GSADF	Var
Şahin (2020)	Bitcoin, IOTA ve Ripple kripto paralar	2013-2019	SADF ve GSADF	Var
Kılıç (2020)	BRICS-T ülkelerine ait borsalar	1994-2020	GSADF	Çin Borsası için var.

Li, Xiao, Yang, Guo ve Yang (2021)	Çin hisse senedi piyasası	2006-2020	SADF ve GSADF	Var
Gülcan, Boyacıoğlu ve Özdemir (2021)	USD/TRY EUR/TRY. JPY/TRY döviz piyasaları	2005-2019	SADF ve GSADF	Var
Ural (2022)	Brent ham petrol, altın ve GameStop Corp hisse senedi fiyatları	2020-2021	GSADF	Var
Yılmaz (2022)	Bitcoin, Ethereum ve Binance Coin fiyatları	COVID-19 donemi	GSADF	Var
Beretta ve Peluso (2022)	Altın	1973-2012	GSADF	Var
Mirgen ve Emir (2022)	Altın, gümüş, platin, paladyum, buğday, pamuk, mısır, kakao, bakır, çinko, nikel, alüminyum, ham petrol ve doğal gaz	11.03.2020-17.05.2022	GSADF	Altın, platin, paladyum, mısır ve kakao için spekülasyon fiyat balonu bulunmaktadır. Diğer emtialar için sonuçlar anlamlı değildir.

Köpükler, klasikleşmiş olan finans teorileri ile yeterince açıklanamaz iken, davranışsal finansın yani psikoloji bilimini ve finans bilimini birleştiren modelleriyle daha açıklanabilir bir şekle gelmişlerdir. Köpükleri modellemek için rasyonellik, mevcut bilginin simetrisi ve arbitraj imkanları belirleyici unsurlar olarak ifade edilmektedir. Piyasadaki finansal varlıklarda köpükleri ve köpüklerin sönüşlerini saptamada kullanılan yöntemlerden biri de logaritmik periyodik güç yasasıdır (LPPL). LPPL, ilgili varlığın fiyat hareketlerindeki spekülasyon köpüğün tipik hareketlerini belirlemek ve sonraki patlayışını, sönüşünü tahmin etmek amacıyla kullanılmaktadır.

Kısaca bir fiyat köpüğü saptama algoritması olan logaritmik periyodik güç yasası modeli kullanılmaktadır. LPPL modeli, köpüğün düzen, şekil değiştireceği zamana ait tahminleri veren doğrusal olmayan en küçük kareler (EKK) yöntemine dayanmaktadır.

Son yıllarda, çok sayıda araştırmacı fiyat köpüklerini teşhis etmek ve çöküşleri önceden veya yakın zamanda tahmin edebilmek için log-periyodik güç kanunu tekilliği (LPPLS) modelini kullanmıştır. LPPLS formülasyonunu dönüştürmüş ve kalibrasyon karmaşıklığını azaltmak için fonksiyondaki doğrusal olmayan parametre sayısını dörtten üçe indirmiştir (Filimonov & Sornette, 2013). Bu patlayıcı ve şok etkisi finansal köpükler için ortalamayı tersine çeviren volatilité süreci ile stokastik koşullu getiriyi birleştiren kendi içinde tutarlı bir model geliştirmişlerdir (Lin vd., 2014). 2015 Şangay borsasındaki köpüklerin çöküşlerinin gerçek zamanlı tahmininin performansını değerlendirmek ve ölçmek için LPPLS güven göstergesini önermektedir (Sornette vd., 2015). 2017 yılında model geliştirilerek çıkarım yöntemi uygulayarak LPPLS modelini kalibre etmiş ve kritik zaman için aralık tahminleri elde etmiştir (Filimonov vd., 2017). LPPLS modeli, varlık fiyatlarının zaman serisini analiz ederek finansal köpükleri tespit etmek için daha esnek bir çerçeve sunmaktadır. LPPLS yaklaşımının pozitif ve negatif köpüklerini başarılı bir şekilde teşhis ettiğini, iyi belgelenmiş tüm köpükler için verimli sinyaller oluşturduğunu ve diğer olaylardaki köpüklere ilişkin ilk kez yeni istatistiksel kanıtlar elde ettiğini göstermiştir (Zhang vd., 2016) (Zhou & Sornette, 2004). Bitcoin'deki olan köpükler ve çöküşler için güçlü bir teşhis geliştirmiştir; bu köpüklerde, evrensel modeli, sürüleme ve taklit gibi çeşitli pozitif geri bildirim özelliklerini verimli bir şekilde tespit eden LPPLS yöntemi ile modellemişlerdir (Wheatley vd., t.y.).

Eylül 2011'den Nisan 2019'a kadar Bitcoin fiyatlarına ilişkin günlük verileri kullanarak LPPLS güven göstergesini köpükleri tanımlamak için bir teşhis aracı olarak uygulamıştır. Günlük Bitcoin fiyat verilerine dayanan LPPLS güven göstergesinin, Bitcoin fiyatı kısa sürede büyük bir dalgalanma yaşadığında, özellikle pozitif köpükler için köpüklerin varlığına dair etkili uyarılar sağlayamadığını bulmuşlardır (Shu & Zhu, 2020).

Araştırmacılar tarafından köpükleri analiz etmek için VAR ve LPPLS modellerini ve 1 Ocak 2017 ile 31 Aralık 2018 arasındaki verileri kullanmış ve bir sonraki köpüğün 2020'nin ikinci yarısında gerçekleşme olasılığının yüksek olduğunu savunmuştur (Xiong vd., 2020). Köpük davranışının Bitcoin fiyatlarının yaygın ve tekrar eden bir özelliği olduğunu vurgulamaktadır (Geuder vd., 2019). Kritik zaman noktasını 6 Aralık 2017 olarak belirlemişler ve ne PSY ne de LPPLS yaklaşımının bu tarihten sonra köpük davranışının devam edip etmediğine dair herhangi bir kanıt bulamadıklarını belirtmişlerdir (Phillips vd., 2015).

4.2. Yöntem

Çalışmada Havacılık sektörü incelenmektedir halka açık hisseleri borsada işlem gören en büyük on havayolu şirketi ile en büyük üç uçak üreticisi hem incelenmiş hem de GSADF ile birden fazla hangi dönemlerde köpük olduğu, LPPLS ile ise birden fazla pozitif ve negatif köpüklerin var olup olmadıkları Ekim 2005 – Kasım 2022 tarihleri arası test edilip, tespit edilmiştir.

Genellikle birden fazla fiyat köpüklerini tespit edebilmek için sıklıkla ADF (Augmented Dickey-Fuller) birim kök testinden kullanıldığından, çalışmada Geliştirilmiş GSADF testi uygun görülmüştür. Bunun yanında çalışmada ayrıca dünyada oldukça az uygulanan, Türkiye’de ise neredeyse hiç çalışma yapılmamış ve uygulanmayan LPPLS yöntemi ile de birden fazla mevcut olabilecek olan pozitif ve negatif fiyat köpüklerinin önceden tespiti için kullanılmıştır. Ayrıca değişkenler arasındaki asimetriyi kaldırmak ve esnekliklerinin daha rahat tespit edilebilmesi için çalışmada kullanılan tüm değişkenlerin doğal logaritmaları (LN) alınmıştır.

4.2.1. GSADF Yöntemi

Finansal zaman serilerinde finansal köpüklerin tespitinde etkili yöntemlerden biri kabul edilen “Eküs Arttırılmış Dickey-Fuller (SADF)” yöntemidir. Fakat bu yöntem birden fazla köpük mevcudiyetinin tespitinde yeterli ve etkin değildir (Li vd., 2021, s. 7). Bu engeli geçebilmek amacıyla, Phillips, Shi ve Yu (2015) yaptıkları çalışmalarda SADF testine dayalı ancak daha genişletilmiş ve geliştirilmiş bir test olan “Genelleştirilmiş Eküs Arttırılmış Dickey-Fuller (GSADF)” testini ortaya koymuşlardır. GSADF testi alt örneklerin başlangıç noktasını ilk gözleme sabitlemeden, başlangıç değişim noktalarından yararlanır. Daha kapsamlı bir ifadeyle, yinelemeli başlangıç ve bitiş noktalarının olası bir açıklıkta değişmesine izin vererek pencere genişliğini daha değişken bir hale getirir. Genişletilmiş ve geliştirilmiş bu test gözlemler içinde daha fazla alt örnek kullandığından, birden fazla köpüğün mevcudiyetini tespit etmekte daha verimli ve etkili bir yöntemdir.

Kullanılan bu temel yöntem çoklu köpükleri belirlemek için geliştirilmiş ve genişletilmiştir (Phillips vd., 2011). Genel fikir, sağ kuyruklu bir ADF birim kök testi kullanmaktır. Bu testin geliştirilmesinden önce rasyonel köpüklerin ampirik testleri

genellikle aşırı davranışa izin vermeyen standart birim kök testini kullanmıştır. Bu testlerdeki ana fikir, yuvarlanan bir pencerenin başlangıç ve bitiş tarihlerini kaydıran ADF tarzı regresyonlar kullanmaktır (Phillips vd., 2011).

Durağan bir süreç, bir fiyatın temel değerine geri döndüğünü gösterirken, durağan olmayan bir birim kök sonucu, köpüklerin varlığına işaret eden temel değerden kalıcı fiyat sapmasına işaret eder (Craine, 1993; D. Zhang vd., 2017). En büyük test istatistiği, sağ kuyruklu istatistik olarak kullanılır.

Yapılan bir çalışmada enflasyonist etkenlerin mevcut olduğu bir ortamda varlık fiyatları serilerinde herhangi bir köpük olup olmadığını tespit edebilmek için bir yöntem geliştirmişlerdir. Bu yöntem akademide SADF testi olarakta tanınmaktadır (Phillips vd., 2011).

Finansal bir zaman serisi analiz edilirken herhangi bir ekonomik bir değere sahip bir varlığın zaman içerisinde dönemsel bir şekilde birden çok fiyat köpüğünün ekonometrik olarak açıklanması, sadece tek bir mevcut fiyat köpüğünü açıklamaktan daha güçtür. Birden fazla köpüğün açıklanmasındaki esas engel zaman serilerinde fiyat köpüğü olgusunu üreten çoklu kırılmalarda yer alan karmaşık doğrusal olmayan yapıdan kaynaklanmaktadır. Zaman serisi literatüründe, zaman serilerinde birden çok kırılma olma durumunda (Phillips vd., 2011)'de verilen özyinele testler gibi mevcut test mekanizmalarının ayırt edici gücünü düşürdüğünü göstermiştir. Bu güç düşüklüğü, zaman serilerinde bu sorunu giderecek yaklaşımların gerekliliğini ortaya koymuştur. (Phillips vd., 2015) tarafından yapılan çalışma bu sorunu ortadan kaldıran yeni bir test geliştirmişlerdir. Yapılan bu çalışmada özyinele regresyon modelinde değişken pencere genişliğine izin veren, geliştirilen ve testin daha da genişletilerek yeni bir test yöntemini geliştirmiştir (Phillips vd., 2015). GSADF yöntemi araştırmacıların çalışmalarında yaptıkları testin geliştirilip, uyarlanmasıyla birçok kırılmanın tespit edildiği bir yöntemdir (Phillips vd. 2011).

Asimptotik olarak ADF ve SADF(0,1) ve GSADF(0,1)'in özellikleri şöyledir (Phillips vd., 2015: 1050).

- Minimum pencere genişliği azaldıkça ADF ve SADF'nin test istatistikleri artar.
- GSADF'nin test istatistikleri SADF'nin test istatistiklerinden daha büyüktür.

- Örneklem boyutu 400 ve minimum pencere genişliği 0,1 olduğunda kritik değerler hemen hemen aynıdır.

SADF testi, piyasadaki varlıkların fiyatlarında köpük mevcudiyetinin olup olmadığını ve ilgili köpük aralıklarını saptamak için bu testi önermiştir (Pwy, 2011). Ayrıca SADF testi asimptotik olarak göz ardı edilebilir bir sapma ile boş bir rassal yürüyüş sürecine imkân veren bir testtir.

$$y_t = dT^{-n} + \beta y_{t-1} + \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t : iid, N(0, \sigma^2) \quad (4.1)$$

Burada y_t , t dönemindeki fiyat köpüklerini işaret etmekte. d sabit terimi, T örneklem büyüklüğünü ve β ise otoregresif parametreyi göstermektedir. Boş hipotez $H_0: \theta=1$ ve $H_1: \theta>1$ sağ kuyruklu alternatif bir hipotezi ifade etmektedir. 4.1 no'lu yinelemeli regresyon denklemi, birden fazla alt örneklem için ileri bir tarihe yönelik olarak tahmin edilmektedir. Böylece, alt örneklem için yinelemeli sağ kuyruklu ADF testleri elde edilmektedir.

$$ADF_{r_1, r_2} = \frac{\beta_{r_1, r_2}}{se(\beta_{r_1, r_2})} \quad (4.2)$$

GSADF testinde alt örneklemelerin hem başlangıç $[r_1]$ hem de bitiş $[r_2]$ noktalarını gösteren yinelemeli varsayımsal pencereleri kullanılmaktadır. Toplam örneklem (T) içinde örneklemlerden bir tanesinin r_1^{th} noktasında başladığı ve r_2^{th} noktasında bittiği varsayıldığında; $r_2 = r_1 + r_w$ ise;

r_w regresyonun pencere uzunluğunu gösterdiğinde regresyon modeli:

$$\Delta y_t = a_{r_1, r_2} + \beta_{r_1, r_2} y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \Psi_{r_1, r_2} \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4.3)$$

Burada y_t , t zamandaki fiyat endeksini, k gecikme uzunluğunu, ε_t ise hata terimini ifade etmektedir. ε_t 'nin ise normal dağılıma sahip olduğu farz edilmiştir.

($\varepsilon_t : iid, N(0, \sigma_{r_1, r_2}^2)$) Regresyonun gözlem sayısı $T_w = [Tr_w]$ 'dir.

SADF testi, ileriye doğru genişleyen bir örneklem serisi üzerinde ADF testinin tekrar hesaplanarak tahmin edilmesine dayanmaktadır. SADF testi, ilgili ADF istatistik serisinin sup-değerine (sup ADF) dayanan bir hipotez testi gerçekleştirir. Pencere uzunluğu r_w , r_0 'dan 1'e doğru genişler. En küçük örneklem pencere uzunluğu r_0 , en büyük örneklem pencere uzunluğu ise 1'dir. Örneklem dizisinin başlangıç noktası r_1 ,

0'da sabittir. Bu nedenle her bir örneklemin bitiş noktası r_2 , r_w 'ye (r_0 'dan 1'doğru değişen değere) eşittir. 0'dan r_2 'ye ($0 \rightarrow r_2$) doğru ilerleyen bir örneklem için ADF test istatistiği $ADF_0^{r_2}$ ile gösterilir.

$SADF(r_0)$ test istatistiği 4.4 numaralı denklemde şu şekilde gösterilmektedir;

$$SADF(r_0) = \sup_{r_2 \in [r_0, 1]} \{ADF_0^{r_2}\} \quad (4.4)$$

(Homm ve Breitung, 2012) elde ettikleri çalışmada SADF yönteminin (Bhargava, 1986), (Busetti ve Taylor, 2004) ve (Kim, 2000) gibi araştırmacıların uyguladığı yöntemlerden çok daha fazla etki gücüne sahip bir yöntem olduğu sonucuna varmışlardır.

GSADF testi, 4.3 numaralı denklemde gösterilen ADF test regresyonunu, bir örneklem dizisinde üst üste çalıştırmaktadır. Bununla birlikte, örneklem dizisi SADF testinden daha kapsamlıdır. GSADF testi, regresyonun bitiş noktasını değiştirmenin (1'den hareket ederek r_2 'den r_1 'e) beraberinde başlangıç noktalarını uygun bir aralıkta (örneğin 0'dan hareket ederek $r_2 - r_0$ gibi) değiştirmesini mümkün kılar.

GSADF test istatistiği 4.5 numaralı denklemde ifade edilmektedir;

$$GSADF(r_0) = \sup_{r_1 \in [0, r_2 - r_0]} \sup_{r_2 \in [r_0, 1]} \{ADF_{r_1}^{r_2}\} \quad (4.5)$$

PWY (2011) araştırmaları sonucunda bu bulgudaki bilgileri kullanarak $[T_{r_2}]$ noktasının bir köpük fazına aitliğini saptamaya çalışırken, sağ kuyruklu bir ADF testinin tekrarlı bir şekilde yapılmasını uygun görmüşlerdir. PWY'nin tespitine yönelik, $I_{[T_{r_2}]}$ bir veya birden çok sönmekte olan köpük dönemi kapsayabileceğinden, köpükler için eşbütünleşme kaynaklı ADF testi gibi bir test, yanıltıcı durağan davranışların mevcudiyetine sebebiyet verebilir.

PSY (2015), köpüklerin mevcudiyeti saptandıktan sonra, köpük tarihlerinin tahmini için geriye dayanan bir sup-ADF ($SADF$) testi uygulanmasını tavsiye etmektedir. Geriye yönelik SADF testi, geriye doğru genişleyen bir örneklem dizisine dayalı sup-ADF testi gerçekleştirir. Bu testte, örneklemelerin bitiş noktaları r_2 'de sabitlenir ve başlangıç noktası 0'dan $r_2 - r_0$ 'a değişir. Geriye doğru SADF istatistiği, ADF istatistik dizisinin sup değeri olarak tanımlanır.

$$BSADF_{r_2}(r_0) = \sup_{r_1 \in [r_2 - r_0]} \{ADF_{r_1}^{r_2}\} \quad (4.6)$$

İleriye yönelik ADF testi, geriye yönelik sup ADF testinin $r_1 = 0$ biçimindeki özel durumudur. Geriye dönük ADF test istatistikleri $BADF_{r_2}$ şeklinde ifade edilmektedir. Köpüklerin bitiş tarihini saptayabilmek için (Pwy, 2011), çalışmalarında standart ADF istatistiğinin (sağ kuyruklu) kritik değerleri ile $BADF_{r_2}$ 'yi karşılaştırmayı uygun görmüşlerdir. Buna göre bir köpüğün başlangıç tarihi, geriye dönük ADF istatistiğinin kritik değerini aşan sıralamadaki birinci gözlemdir. Köpüğün tahmini bitiş tarihi ise, geriye yönelik ADF istatistiği kritik değerinin altına düştükten sonraki sıralamadaki birinci gözlemdir.

Köpüklerin başlangıç ve bitiş tarihlerine yönelik tahminler denklem 4.7 ve 4.8'de gösterilmektedir.

$$\hat{r}_e = \inf_{r_2 \in [r_0, 1]} \{r_2 : BADF_{r_2} > cv_{r_2}^{\beta T}\} \quad (4.7)$$

$$\hat{r}_f = \inf_{r_2 \in [\hat{r}_e, 1]} \{r_2 : BADF_{r_2} > cv_{r_2}^{\beta T}\} \quad (4.8)$$

$cv_{r_2}^{\beta T}$, $[T_{r_2}]$ gözlemlerine dayalı geriye yönelik ADF istatistiğinin $100 \beta_T\%$ kritik değerlerini, $\hat{r}_e$ ve $\hat{r}_f$ ise köpüklerin başlangıç ve bitiş tarihlerini göstermektedir.

(PSY, 2015) tarafından ileriye yönelik ADF istatistiklerini kullanmak yerine geriye yönelik sup-ADF $BSADF_{r_2}(r_0)$ istatistiklerini kullanmayı önermektedir. Bir köpüğün başlangıç tarihi, geriye yönelik sup ADF istatistiğinin kritik değerini aşan ilk gözlem olarak tanımlanır. Bir köpüğün bitiş tarihi ise geriye yönelik sup ADF istatistiğinin kritik değerinin altına düştüğü ilk gözlem olarak hesaplanır. Köpük tarihlerinin tahmin denklemleri aşağıda gösterildiği gibidir;

$$\hat{r}_e = \inf_{r_2 \in [r_0, 1]} \{r_2 : BSADF_{r_2} > scv_{r_2}^{\beta T}\} \quad (4.9)$$

$$\hat{r}_f = \inf_{r_2 \in [\hat{r}_e, 1]} \{r_2 : BSADF_{r_2} > scv_{r_2}^{\beta T}\} \quad (4.10)$$

$scv_{r_2}^{\beta T}$, $[T_{r_2}]$ gözlemlerine dayalı geriye yönelik ADF istatistiğinin $100 \beta_T\%$ kritik değerlerini göstermektedir. $\hat{r}_e$ ve $\hat{r}_f$ ise köpüklerin başlangıç ve bitiş tarihlerini göstermektedir.

SADF ve GSADF istatistikleri, (4.11) ve (4.12) no'lu denklemlerde gösterildiği gibi yeniden tanımlanabilir.

$$SADF(r_0) = \sup_{r_2 \in [r_0, 1]} \{BADF_{r_2}\} \quad (4.11)$$

$$GSADF(r_0) = \sup_{r_2 \in [r_0, 1]} \{BSADF_{r_2}(r_0)\} \quad (4.12)$$

Monte Carlo simülasyonları kullanılarak hesaplanan GSADF testinde boş hipotez, köpük olmadığını gösterir. GSADF test istatistikleri kritik değerlerden büyükse, finansal köpüklerin olmadığını iddia eden sıfır hipotezi, reddedilerek en az bir köpüğün varlığı kabul edilir (İŞILDAK, 2022).

Çalışmada, kritik değerlerin tahmini için 1000 replikasyonla Monte Carlo simülasyonundan faydalanılmıştır.

4.2.2. LPPLS Yöntemi

İyi tanımlanmış bir kriter sağlayacak pozitif veya negatif bir finansal köpük için matematiksel anlamda net bir tanım olmasa da araştırmalarında belirtildiği gibi her yeni bir köpük fırsatların doğmasına olanak tanır. İki tip köpük tanımı yapılmıştır ve şu şekildedir (Sornette & Cauwels, 2014) :

Pozitif köpük: Bir borsada, aşırı talep (fazla fiyatlandırılmış varlıklar) nedeniyle bir varlığın bugünkü değerinin temel değerinin açık ara üzerinde olduğu, sürdürülemez olan geçici dönem (Papastamatiou & Karakasidis, 2022).

Negatif köpük: Varlıkların çoğunun değerinin altında olduğu yanlış fiyatlandırma dönemi. Bu dönemde orantısız satışlar (düşük fiyatlandırılmış varlıklar) sebebiyle varlıkların esas değerlerinin bugünkü yani mevcut değerlerinin üstünde kalmasıdır (Papastamatiou & Karakasidis, 2022).

Hisse senedi piyasalarındaki finansal köpükler ve çöküşler geçtiğimiz on yıllar boyunca birçok araştırmacının inceleme odağında yer almıştır. Finansal köpüğün tespiti, Taylor 2001 yaptığı çalışmada belirtildiği üzere, politika oluşturma stratejileri için çok önemlidir, çünkü gerekli önlemler alınmadığı takdirde, nüfusun büyük çoğunluğunun yaşamı üzerinde yıkıcı etkilere sahip olma eğilimindedirler (Taylor, 2001). Varlık fiyatlarındaki patlamanın her zaman bir çöküşe yol açmadığını, ancak

bir çöküş durumunda sonuçların neredeyse tüm ekonomi için muazzam olduğunu unutmamak gerekir. Finansal köpüklerin gerçek zamanlı olarak tespit edilmesine yönelik yöntemlerden biri tarafından önerilmiştir ve çalışmada esas alınacak yöntem de budur (Sornette vd., 2015). Bu model için ilk fikir Johansen tarafından 2000 yılında önerilmiştir (bundan sonra JLS olarak anılacaktır) ve o zamandan bu yana modeli geliştirmek için çeşitli düzenlemeler yapılmıştır ayrıca model, finansal köpük düzeni ortaya çıktığında, fiyatların büyümesinin üstelden daha büyük olduğu ilkesine dayanmaktadır (Johansen vd., 2000) (Jacobsson, 2009; Sornette vd., 2015; Zhou & Sornette, 2006).

Önceden köpük tespiti için Log Periodic Power Low Singularity (LPPLS) olarak adlandırılan model, 2009 yılında Çin borsasındaki kritik çöküş zamanını öngördüğü için büyük bir başarı elde etmiş ve büyük bir ilgi görmüştür. Jiang vd. yaptığı araştırma sonucu önerilen modelin yardımıyla finansal köpüklere ilişkin diğer bazı başarılı tahminlere yer verirken (Jiang vd., 2010); 2004 ortasındaki Birleşik Krallık emlak köpüğü, 2006 ortasındaki ABD emlak köpüğü ve Temmuz 2008'deki petrol fiyatı zirvesidir (Jiang vd., 2010) (Zhou & Sornette, 2006) (Sornette vd., 2009). Bu noktada, seçilen model kullanılarak finansal köpüklerin literatürde bulunabilen ve birçoğu D.Sornette'nin çalışmasındaki model baz alınarak çok sayıda başka başarılı tanımlama ve tahminlerin olduğu gözlemlenebilmektedir (Sornette vd., 2013).

Öte yandan, önerilen modele ilişkin bazı eleştirel görüşler de bulunmaktadır. Geraskin & Fantazzini 2013'de yayınladıkları araştırmalarında belirtildiği gibi, en önemli sorunlardan birini 2006 daki araştırmalarında da ortaya konmuştur (Geraskin & Fantazzini, 2013) (Chang & Feigenbaum, 2006). Bu makalede, Ekim 1987'den önceki S&P 500 zaman serisini incelemişler ve çöküş olasılığının dikkate alınmaması durumunda, log periyodikliği olmayan bir boş hipotez modelinin marjinal olabilirlik açısından JLS modelinden daha iyi performans gösterdiği sonucuna varmışlardır. Bir diğer önemli sorun, hata kareler toplamında benzersiz bir minimum olduğuna dair kanıt eksikliğidir. Bu sorun Brée vd. tarafından ele alınmıştır ve aynı sorun Jacobsson tarafından da dile getirilmiş Johansen vd. 2000 yılında yaptığı araştırmalarında önerilen Levenberg-Marquardt algoritması yerine veriyi uydurmak için bir genetik Algoritma kullanılarak ele alınmıştır (Brée vd., 2013; Brée & Joseph, 2013) (Jacobsson, 2009) (Johansen vd., 2000).

Logaritmik Periyodik Güç Yasası (LPPL)

İlk olarak (Johansen & Sornette, 1999) çalışmasında tanımlanan varsayımları incelendiğinde. İlk olarak, temettü içermeyen tamamen spekülative bir varlığa sahip olduğu varsayılmaktadır. Basitleştirecek, faiz oranı, riskten kaçınma, bilgi asimetrisi ve piyasa takas koşulları göz ardı edilir. Bu nedenle, beklenen getiriler Martingale hipotezini karşılayan bir yapı izler:

$$E_t [p(t')] = p(t), \forall t' > t \quad (4.13)$$

Burada $p(t)$, t zamanındaki beklenen değer ve E_t , t zamanına kadar sahip olduğumuz bilgiler göz önüne alındığında beklenen koşullu değerdir. Piyasanın (Fama, 1970) tarafından oluşturulan etkin piyasa hipotezinin (EPH) tüm varsayımlarını karşıladığını düşünüyoruz. Gürültü etkisinden kaynaklanan değişimler göz ardı edildiğinde, elde edilen değer herhangi bir t zamanı için sabit $p(t) = p(t_0)$ olacaktır. Temettü olmadığından, gerçek değeri $p(t) = 0$ olacaktır. Sonuç olarak herhangi bir pozitif değer spekülative bir köpüktür.

Risk oranının kritik zamanın yakınında köpüklerin patlamasını (süper üstel) bir yükselişe sahip olduğunu da görebiliriz. Köpüğün patlamadan önceki ve kritik tarihten önceki fiyat değişimi şu şekilde 4.14 deki gösterilen denklem ile bulunabilir.

$$p(t) \approx p_c - \frac{\kappa}{\beta} \{ B_0 (t_c - t)^\beta + B_1 (t_c - t)^\beta \cos [\omega \ln (t_c - t) + \phi] \} \quad (4.14)$$

Modelin en yaygın kullanılan ve bilinen şekli 4.14'te tanımlanan modeldir (Brée & Joseph, 2013; Johansen & Sornette, 1999):

$$p(t) = A + B (t_c - t)^\beta \{ 1 + C \cos [\omega \ln (t_c - t) + \phi] \} \quad (4.15)$$

İlgili denklemde,

- $p(t) > 0$, fiyatı veya logaritmik fiyatı,
- $A > 0$ ise eğer t_c kritik noktasına kadar köpük varsa (veya logaritması),
- $B < 0$ çöküşten önce $p(t)$ 'nin birim zamandaki artışı,

Eğer $B < 0$, ise o zaman pozitif bir köpüğün varlığından söz edebiliriz, aksi takdirde $B > 0$ ise negatif bir köpükten söz ederiz.

- C üstel büyüme etrafındaki dalgalanmaları,

- $t_c > 0$ kritik zamanı,
 - $t < t_c$ kritik zamandan önceki herhangi bir zamanı,
 - $0 < \beta < 1$ sabitli üstel fiyat artışını,
 - $4 \leq \omega \leq 25$ köpük esnasındaki dalgalanmaların frekansını,
 - $0 \leq \phi \leq 25$ kayma (shift) parametresini,
- ifade etmektedir.

LPPL modelinin literatürde yer alan bir başka çeşidi de aşağıda 4.16'nolu denklem ile tanımlanan LPPLS'dir (Filimonov & Sornette, 2013) :

$$p(t) = A + B (t_c - t)^\beta + C_1 (t_c - t)^\beta \cos [\omega \ln (t_c - t)] + C_2 (t_c - t)^\beta \sin [\omega \ln (t_c - t)] \quad (4.16)$$

Geçerli LPPLS uygunluğu için arama ve filtreleme koşulları. Tablo (Sornette vd., 2015) makalesinden kaynak alınmıştır ve modelin filtreleme koşullarını içermektedir.

Tablo 4. 2. LPPLS Modeli İçin Uygun Filtreleme ve Aralığı

Item	Notation	Search space	Filtering Condition 1	Filtering Condition 2
3 nonlinear parameters	β	[0, 2]	[0.01, 1.2]	[0.01, 0.99]
	ω	[1, 50]	[2, 25]	[2, 25]
	t_c	$[t_2 - 0.2dt, t_2 + 0.2dt]$	$[t_2 - 0.05dt, t_2 + 0.1dt]$	$[t_2 - 0.05dt, t_2 + 0.1dt]$
Number of oscillations	$\frac{\omega}{2} \ln \left \frac{t_2 - t_1}{t_2 - t_1} \right $		[2.5, +∞]	[2.5, +∞]
Damping	$\frac{\beta/B}{\omega/C}$		[0.8, +∞]	[1, +∞]
Relative error	$\frac{p_t - \hat{p}_t}{p_t}$		[0, 0.05]	[0, 0.2]

Burada $C_1 = C \cos \phi$, $C_2 = C \sin \phi$ 'dir ve kosinüs terimi basitçe genişletilerek 4.14'teki denklemden türetilir. Denklem 4.16, ϕ parametresini ortadan kaldırma ve böylece tahmin edilecek doğrusal olmayan parametrelerin sayısını sınırlama avantajına sahiptir. Bu çalışmada kendimizi kritik zaman tahmini için LPPLS modelinin kullanımıyla sınırlandırılacaktır. Modelin kalibrasyonu (Sornette vd., 2015) tarafından hazırlanan tablo 4.2 kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu noktada, tablo 4.2 daha önceki gerçekleşmiş olan köpüklerin incelenmesiyle elde edilen ampirik bulgulardan elde edilmiştir. Araştırmacılar tarafından önerilen iki göstergeden sadece DS-LPPLS Güvenirliği göstergesini kullanılacaktır (Sornette vd., 2015; Sornette & Cauwels, 2014; Q. Zhang vd., 2016).

DS LPPLS Güvenirliği olarak bilinen ilk gösterge, uygun pencerelerin oranıdır,

$$Conf. Ind. = \frac{Nf}{N} \quad (4.17)$$

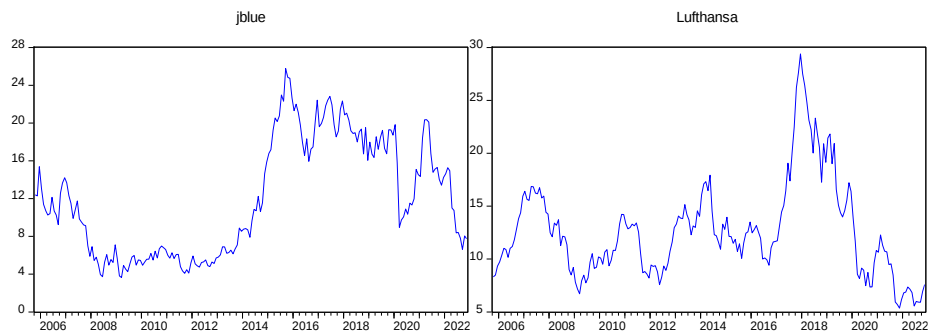
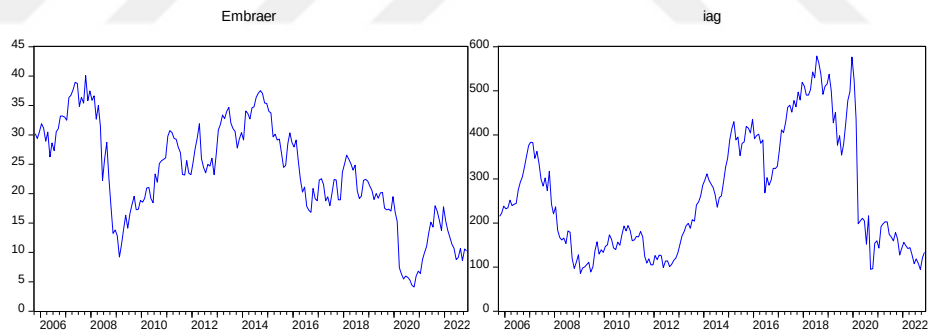
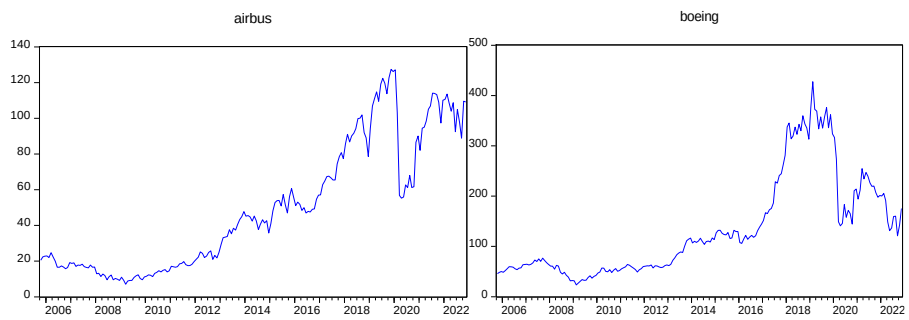
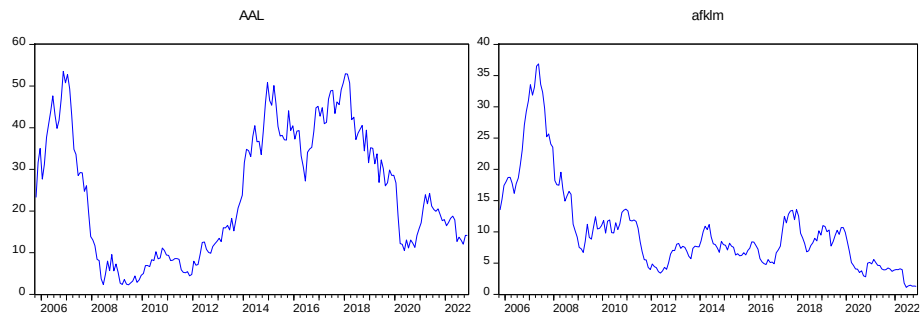
Burada N_f tablo 4.2'deki filtreleme koşulu 1'i karşılayan uygunlukların sayısı ve N ise seçilen penceredeki toplam uygunluk sayısıdır, dolayısıyla indeks değerleri $[0, 1]$ aralığındadır. Güven Göstergesi, belirli bir dt zaman ölçeğinde gözlemlenen örüntünün duyarlılığının bir ölçüsünü sağlar; 0 hiçbir koşullara uymadığını ve 1 ise her uygun koşulu karşıladığı anlamına gelir. Göstergenin değeri ne kadar büyükse, LPPLS göstergesinin modeli de o kadar güvenilirdir (Papastamatiou & Karakasidis, 2022).

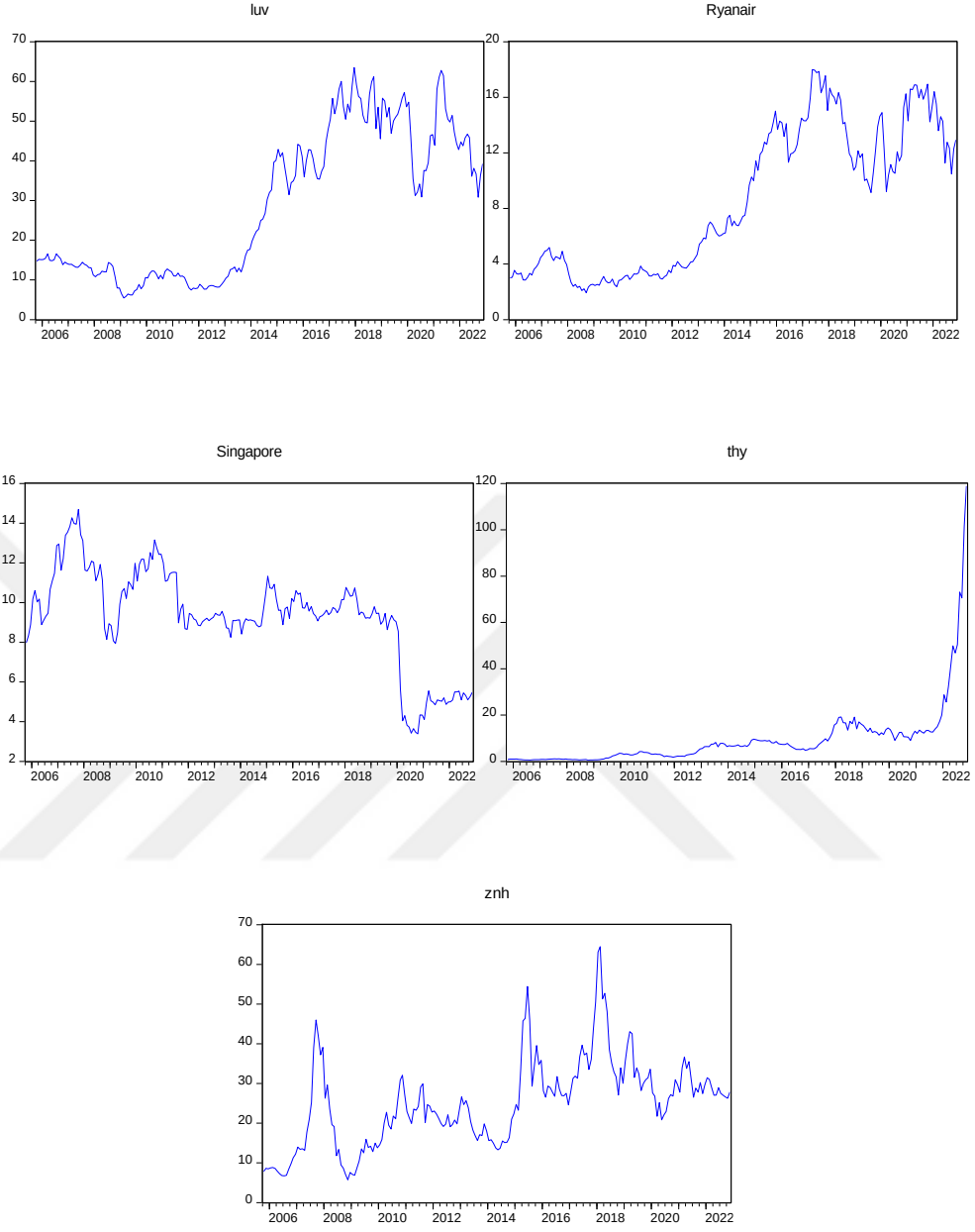
Bu çalışmada önerilen LPPLS güven göstergesi kullanılmıştır (Fantazzini, 2016). Ayrıca bu yöntem kullanılarak, incelenen zaman serilerinde ortaya çıkabilecek negatif köpükleri de tespit edilmeye çalışılacaktır. Buradaki temel farklılık, β parametresinin aynı alanda kalmasına rağmen ($0 < \beta < 1$) 4.16'daki denklemin B parametresinin pozitif değerlere sahip olmasıdır (Yan vd., 2012). Negatif bir köpükteki kritik zamanı ifade eden t_c , ne zaman alım dalgası satış dalgasının üzerinde olursa bu toparlanma sürecinde olduğunun göstergesi olabilir.

4.3. Veriler ve Ampirik Bulgular

Çalışmada Havacılık sektörü incelenmektedir halka açık, hisseleri borsada işlem gören ve IATA verilerine göre dünyada en büyük on havayolu şirketi ile en büyük üç uçak üreticisi, Ekim 2005 tarihinden başlayarak Kasım 2022 dönemini kapsayan bu çalışmada aylık hisse senedi düzeltilmiş fiyatları (sermaye artırım ve temettüler hisse fiyatına düzeltilmiş şekilde eklenmiştir.) baz alınmıştır. Sırayla ilgili şirketlerin borsa kodları; AAL, AF.PA, C6L.SI, IAG.L, JBLUE, LHA.DE, LUV, RYA.IR, THYAO.IS, ZNH, BA, AIR.DE, ERJ olup veriler “<https://finance.yahoo.com/>” internet sitesinden temin edilmiştir. Ayrıca değişkenler arasındaki asimetriyi kaldırmak ve esnekliklerinin daha rahat tespit edilebilmesi için çalışmada kullanılan tüm değişkenlerin doğal logaritmaları (LN) alınmıştır. Çalışmada fiyat köpüklerini tespit edebilmek için EViews paket programı ve Python programlama dili kullanılmıştır.

Çalışmada Ekim 2005 – Kasım 2022 tarihleri arasında aylık düzeltilmiş kapanış fiyatları esas alınmıştır. Öncelikle elde ettiğimiz verilerin ampirik bulgularını incelemeye başlarsak 206 gözleme sahip bu şirketlerimizin kapanış fiyat grafikleri aşağıdaki şekildedir.





Şekil 4. 1. Havacılık Sektörüne Ait Hisse Senetlerinin Fiyat Grafiği

Tablo 4. 3 : Serilerin Tanımlayıcı İstatistikleri

	LNAAL	LNAFKLM	LNAIG	LNAIRBUS	LNBOEING	LNEMBRAER	LNJBUE	LNLUFTHANSA	LNLUV	LNRYANAIR	LNSINGAPORE	LNTHY	LNZNH
Ortalama	2.924683	2.121929	5.440363	3.599907	4.648329	3.064828	2.345065	2.478820	3.110723	1.923451	2.186930	1.566887	3.109133
Medyan	3.066353	2.116349	5.426356	3.752531	4.698485	3.157678	2.375834	2.487436	3.172381	1.951891	2.245815	1.854587	3.226737
Maksimum	3.979869	3.607517	6.361068	4.847375	6.057972	3.691145	3.249211	3.380530	4.151064	2.890372	2.687596	4.778283	4.166332
Minimum	0.828928	0.111094	4.450114	1.951219	3.160505	1.415853	1.294727	1.679151	1.694812	0.659558	1.220830	-0.638189	1.747777
Std. Sapma	0.817756	0.651242	0.525081	0.818315	0.704426	0.468850	0.549498	0.341150	0.734147	0.689246	0.314865	1.187246	0.497134
Çarpıklık	-0.687905	-0.262997	0.010450	-0.108898	0.228664	-1.306818	-0.130348	0.145676	-0.123884	-0.127273	-1.339640	-0.102619	-0.695240
Basıklık	2.538407	3.828999	1.780393	1.672275	2.009265	4.548565	1.617985	2.955091	1.476923	1.443925	4.213844	2.466611	3.080384
Jarque-Bera	18.07581	8.273561	12.77094	15.53831	10.22022	79.21686	16.97720	0.745918	20.43822	21.33957	74.26259	2.803544	16.65077
Probability	0.000119	0.015974	0.001686	0.000423	0.006035	0.000000	0.000206	0.688694	0.000036	0.000023	0.000000	0.246160	0.000242
Gözlem	206	206	206	206	206	206	206	206	206	206	206	206	206

Ekim 2005 – Kasım 2022 arasını kapsayan logaritması alınmış aylık fiyat serilerin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 4.3.'te sunulmuştur.

Tablo 4.3. incelendiğinde, havacılık sektörü içerisinde ortalama değeri en yüksek olan değişkenin IAG olduğunu buna karşılık en düşük ortalama değere sahip değişkenin ise Türk Hava Yolları olduğu görülmektedir. Std. Sapma değerlerini baz alarak havacılık sektörü içerisindeki volatiliteye bakıldığında Türk Hava Yolları şirketinin hisse fiyatının diğer havayolu şirketleri hisse senedi fiyatına kıyasla daha volatil olduğu söylenebilmektedir. En az volatiliteye sahip havayolu şirketi tablodan görüldüğü üzere Singapur Airlines olmuştur. Çarpıklık değerleri karşılaştırıldığında bütün değişkenlerin sağa çarpık (katsayı>0 ise sağa çarpık) olmadığı gözlenmektedir. Basıklık değerlerinin 3'ten büyük olduğu (Basıklık değeri Çıkan değer >3 ise leptokurtic eğri mevcuttur (asimetrik) ve uç değerlerin olasılığı yüksek olduğunun bir göstergesidir.) sırasıyla AF-KLM, Embraer, Singapur ve China Southern Airlines hisse fiyatlarında görülmektedir. Bu sonuçtan yola çıkarak diğer değişkenlerinde normal dağılımdan daha basık ve daha geniş bir alana yayılmış olduğunu söyleyebiliriz.

Jarque-Bera değerlerini incelendiğinde her ne kadar American Airlines AF-KLM, AIG, Airbus, Boeing, Embraer, JBlue, Luv (Southwest Airlines), RyanAir ve Singapur Airlines ve China Southern Airlines JB kritik değerine göre (>5.99) normal dağılım gibi gözüксе de prob. değerleri bize tersini söylemektedir. Kısaca bütün değişkenlerin normal dağılmadığı sonucuna ulaşılır.

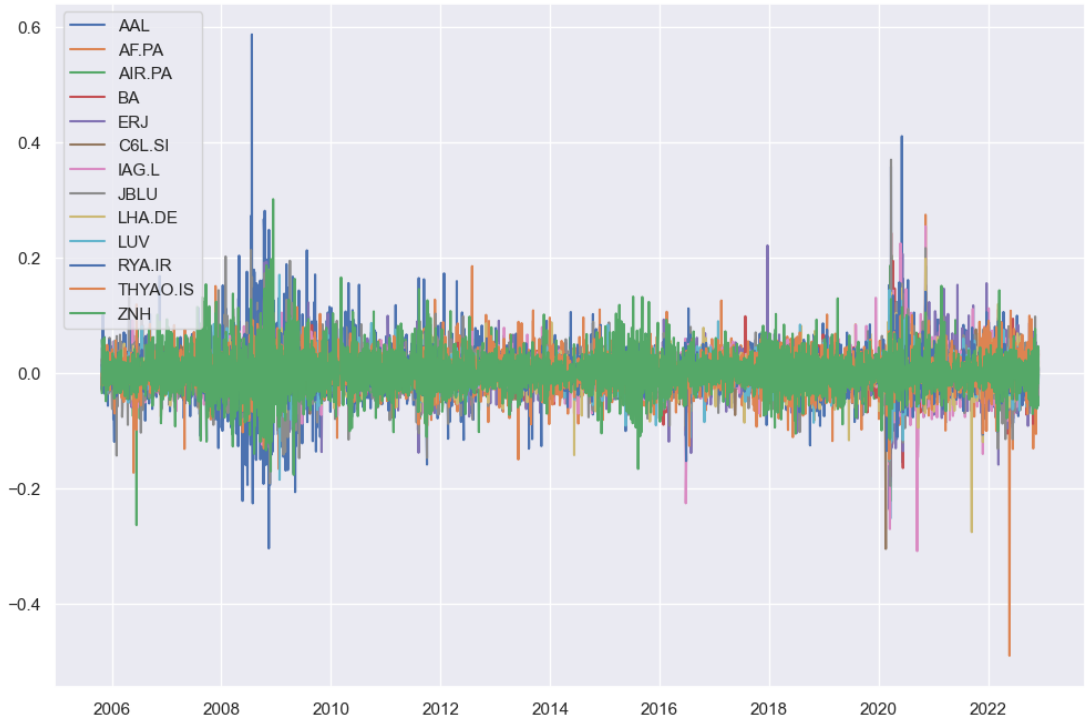
Veri dağılımı normal dağılımdan farklı olduğundan ötürü non-parametrik bir yöntem olan Spearman korelasyon yöntemi kullanılmıştır ve elde edilen sonuçlar Tablo 4.4.'te sunulmuştur.

Tablo 4. 4. Değişkenlerin Birbirleri ile Korelasyonları

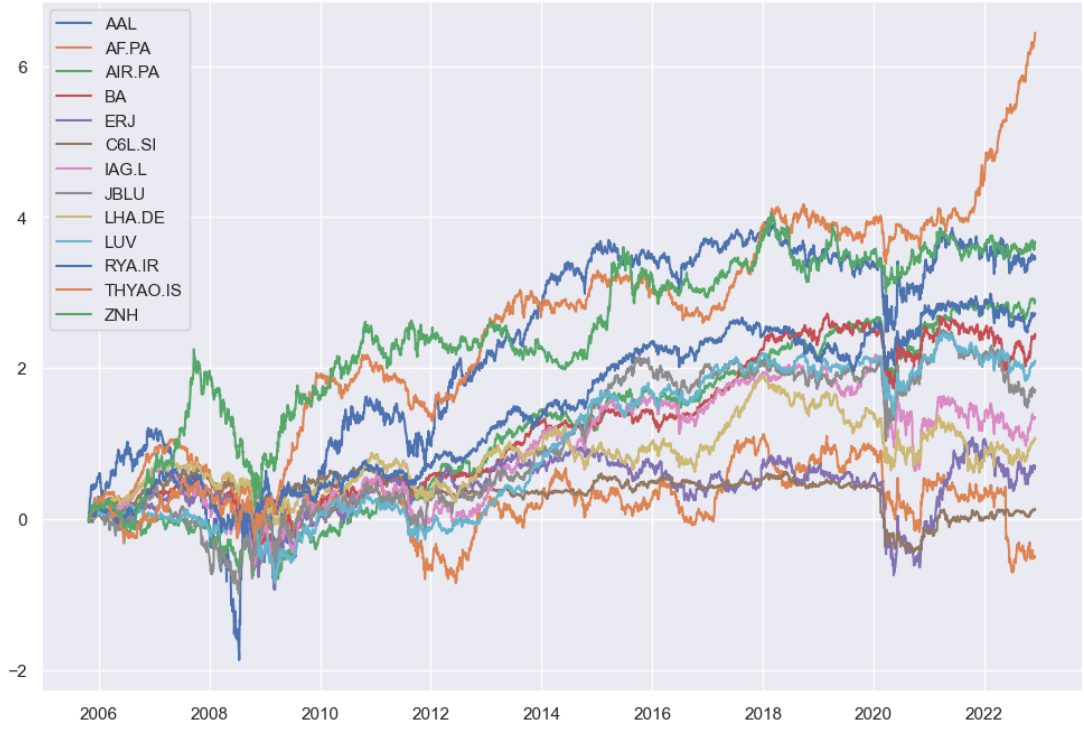
	LNAAL	LNAFKLM	LNAIG	LNAIR	LNBOE	LNEMB	LNJBLUE	LNLUF	LNLUV	LNRYAN	LNSINGA	LNTHY	LNZNH
LNAAL	1.000000	0.167155	0.836567	0.482314	0.562293	0.289472	0.827642	0.560155	0.690053	0.602710	0.068796	0.307153	0.357084
LNAFKLM	0.167155	1.000000	0.327312	-0.505208	-0.351967	0.529433	-0.078428	0.561023	-0.182475	-0.449546	0.723267	-0.540672	-0.243924
LNAIG	0.836567	0.327312	1.000000	0.452863	0.599749	0.269714	0.797723	0.779830	0.686944	0.531566	0.248602	0.327372	0.481227
LNAIR	0.482314	-0.505208	0.452863	1.000000	0.940857	-0.399533	0.722686	0.152576	0.871090	0.892058	-0.541768	0.897393	0.665675
LNBOE	0.562293	-0.351967	0.599749	0.940857	1.000000	-0.308656	0.766442	0.362312	0.907750	0.896167	-0.373130	0.865067	0.745076
LNEMB	0.289472	0.529433	0.269714	-0.399533	-0.308656	1.000000	-0.109534	0.485395	-0.296386	-0.321386	0.547424	-0.441692	-0.222085
LNJBLUE	0.827642	-0.078428	0.797723	0.722686	0.766442	-0.109534	1.000000	0.399296	0.887919	0.820019	-0.113852	0.575868	0.635523
LNLUF	0.560155	0.561023	0.779830	0.152576	0.362312	0.485395	0.399296	1.000000	0.362521	0.233663	0.467120	0.113927	0.344551
LNLUV	0.690053	-0.182475	0.686944	0.871090	0.907750	-0.296386	0.887919	0.362521	1.000000	0.876414	-0.283875	0.762201	0.663676
LNRYAN	0.602710	-0.449546	0.531566	0.892058	0.896167	-0.321386	0.820019	0.233663	0.876414	1.000000	-0.381890	0.823905	0.736530
LNSINGA	0.068796	0.723267	0.248602	-0.541768	-0.373130	0.547424	-0.113852	0.467120	-0.283875	-0.381890	1.000000	-0.469820	-0.010024
LNTHY	0.307153	-0.540672	0.327372	0.897393	0.865067	-0.441692	0.575868	0.113927	0.762201	0.823905	-0.469820	1.000000	0.671158
LNZNH	0.357084	-0.243924	0.481227	0.665675	0.745076	-0.222085	0.635523	0.344551	0.663676	0.736530	-0.010024	0.671158	1.000000

Tablo 4.4.'te ki sonuçlara göre, doğal olarak havacılık sektörü birbirinden etkilendiği için sektör genel olarak ortak hareket etmektedir. Korelasyonlara bakıldığında en yüksek korelasyon katsayısına sahip iki değişkenin Airbus ve Boeing uçak üreticileri olduğu görülmektedir. En düşük korelasyon katsayısına sahip iki değişken ise Türk Hava Yolları ve AirFrance-KLM'dir.

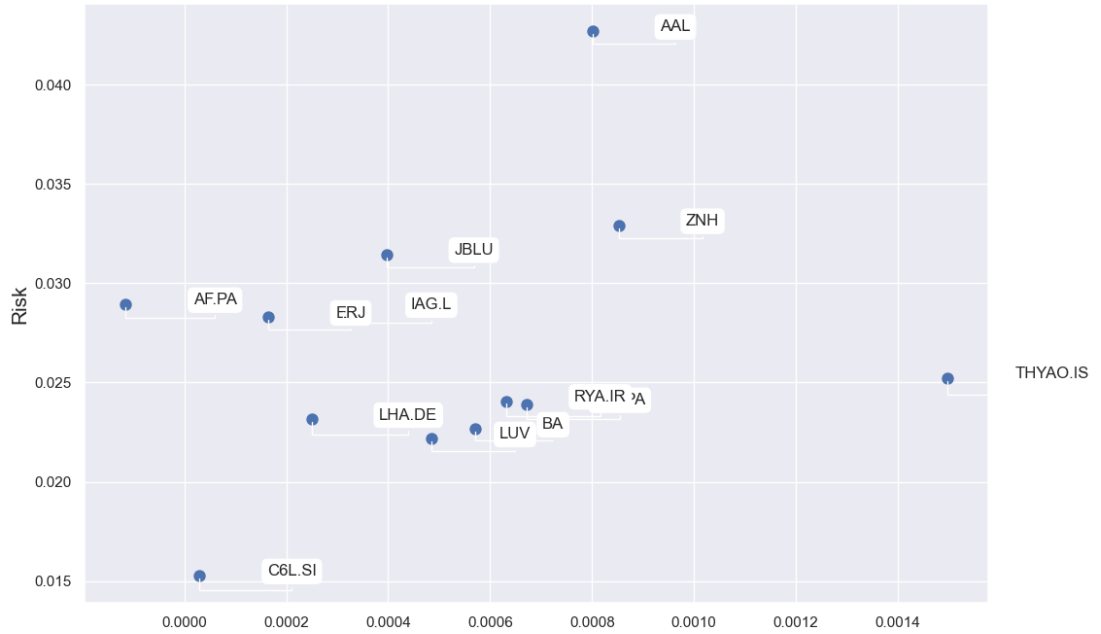
Havacılık sektörüne ait tanımlayıcı istatistikler elde edildikten ve aralarındaki pozitif, negatif ilişkiler incelendikten sonra çalışmada fiyat köpüğünün varlığının sorgulamak ve tespit etmek amacıyla sırasıyla GSADF ve LPPLS testleri uygulanmıştır. Ayrıca Gsadf ve LPPLS yöntemi uygulanmadan önce çalışmada kullanılan şirketlerin beklenen getiri-risk oranları, Sharpe oranları ve CAGR oranları hesaplanmıştır.



Şekil 4. 2. Çalışmada Kullanılan Şirketlerin Getiri Grafikleri



Şekil 4. 3. Çalışmada Kullanılan Havacılık Sektörü Şirketlerinin Kümülatif Toplam Getirileri



Şekil 4. 4. Çalışmada Kullanılan Havacılık Sektörü Şirketlerinin Beklenen Getiri / Risk Oranı Grafiği

Tablo 4. 5. Çalışmada Kullanılan Havacılık Sektörü Şirketlerinin Getiri, Risk, Sharpe Oranı, Ortalama Günlük Getiriler ve CAGR Hesaplama Sonuçları

	Getiriler	Risk	Sharpe Oranı	Maksimum Getiri	Min Getiri	Medyan Getiri	Toplam Getiri	Ortalama Günlük Getiriler	CAGR
AAL	0.0008011	0.0426799	-0.2155332	0.5873612	-0.3035952	0.0000000	-0.0715256	-0.0000001	-0.0158144
AF.PA	-0.0001152	0.0289304	-0.3496373	0.2747968	-0.4896650	0.0000000	0.0000000	0.0000000	-0.0907921
AIR.PA	0.0006711	0.0238905	-0.3904848	0.2046326	-0.2631788	0.0003478	0.7626693	0.0000012	0.0689887
BA	0.0005699	0.0226565	-0.4162210	0.2431861	-0.2384841	0.0006692	4.0334488	0.0000063	0.0559125
ERJ	0.0001641	0.0282824	-0.3477738	0.2216110	-0.2348993	0.0000000	-0.0931899	-0.0000001	-0.0401103
C6L.SI	0.0000300	0.0152722	-0.6528179	0.1399417	-0.3044224	0.0000000	-0.3603545	-0.0000006	-0.0153807
IAG.L	0.0003118	0.0286766	-0.3378429	0.2548263	-0.3081874	0.0000000	0.8724341	0.0000014	-0.0178556
JBLU	0.0003968	0.0314430	-0.3054149	0.3702623	-0.1953782	0.0000000	-0.2512560	-0.0000004	-0.0158100
LHA.DE	0.0002496	0.0231400	-0.4213641	0.1987627	-0.2753116	0.0000000	2.1383276	0.0000034	-0.0034215
LUV	0.0004855	0.0221653	-0.4292505	0.1706452	-0.1845060	0.0003270	-0.8233578	-0.0000013	0.0424213
RYA.IR	0.0006324	0.0240590	-0.3893611	0.1576331	-0.2255267	0.0000000	0.4986616	0.0000008	0.0613344
THYAO.IS	0.0014966	0.0252269	-0.3370760	0.1192471	-0.1724133	0.0000000	3.1350494	0.0000049	0.2269145
ZNH	0.0008519	0.0328987	-0.2780686	0.3017657	-0.1761403	-0.0006130	1.1169274	0.0000018	0.0562955

Python programında elde edilen şirketlerin çıktıları Tablo 4.5.' te detaylı bir şekilde verilmiştir. Tablo 4.5.'teki havacılık şirketleri CAGR (Yıllık Ortalama Büyüme Oranı) oranları incelendiğinde en yüksek orana sahip şirket Türk Hava Yolları olmuştur. En kötü orana sahip şirket ise AirFrance-KLM olduğu gözlenmiştir. Tekrar tablo incelendiğinde ortalama günlük getirilere göre bakıldığında en iyi ortalama günlük getiriye Boeing Co. ve Türk Hava Yolları şirketlerinin sahip olduğu görülmüştür. Tam tersi en kötü ortalama günlük getirilere ise Southwest Airlines 'ın ve Singapore Airlines 'ın sahip olduğu görülmüştür.

GSADF Fiyat Köpüğü Testinin Sonuçları

Tablo 4. 6. GSADF Testi Sonuçları

	Kritik Değerler (Güven Aralığı)			GSADF T-Değerleri	Olasılık Değerleri
	%99	%95	%90		
AAL	2.741337	2.090457	1.864265	4.063521	0.0000
AF-KLM	2.741337	2.090457	1.864265	1.588844	0.1850
AIRBUS	2.741337	2.090457	1.864265	0.783755	0.654
BOEING	2.741337	2.090457	1.864265	2.408830	0.0160
EMBRAER	2.741337	2.090457	1.864265	1.753207	0.1260
IAG	2.741337	2.090457	1.864265	0.954071	0.5500
JETBLUE	2.741337	2.090457	1.864265	1.186530	0.4000
LUFTHANSA	2.741337	2.090457	1.864265	1.346593	0.3110
SOUTHWEST A.	2.741337	2.090457	1.864265	2.419237	0.0160
RYANAIR	2.741337	2.090457	1.864265	1.417086	0.2620
SINGAPORE A.	2.741337	2.090457	1.864265	4.322374	0.0000
THYAO	2.741337	2.090457	1.864265	2.482680	0.0130
CHINA S.A	2.741337	2.090457	1.864265	1.099717	0.4560

Tablo 4.6.'da GSADF t değerinin %99 kritik değerinden büyük olması %1 önem düzeyinde; t değerinin %99-95 aralığında olması %5 önem düzeyinde; t değerinin %95-90 aralığında olması %10 önem düzeyinde spekülative fiyat hareketlerinin anlamlı olduğunu; t değerinin %90 kritik değerinden küçük olması durumunda ise spekülative fiyat hareketlerinin anlamsız olduğunu ifade etmektedir.

Dolayısıyla Tablo 4.6.'daki sonuçlar, American Airlines 'ın ve Singapore Airlines 'ın %99 güven aralığında; Boeing Co., Southwest Airlines ve Türk Hava Yollarının %95 güven aralığında anlamlı olduğunu, başka bir deyişle söz konusu havacılık sektöründeki hisse senetleri için “Seriler rassal yürüyüş sürecine sahiptir.” hipotezinin reddedildiğini ve serinin patlayan(köpük) bir sürece sahip olduğunu göstermektedir.

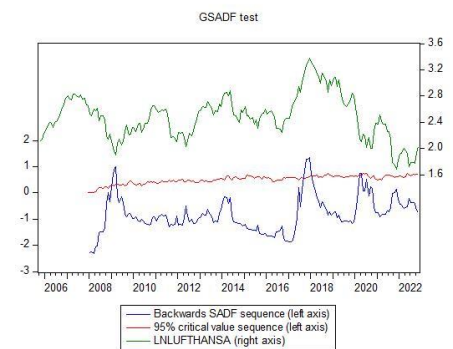
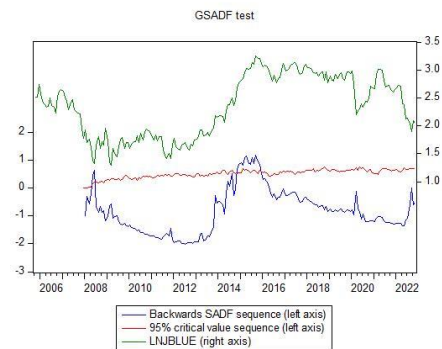
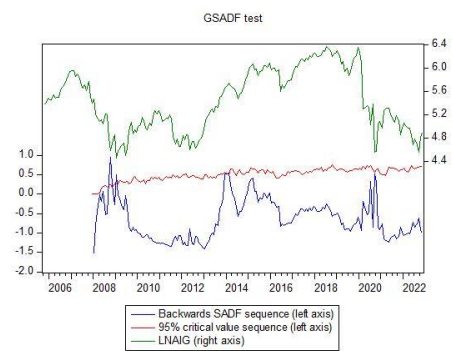
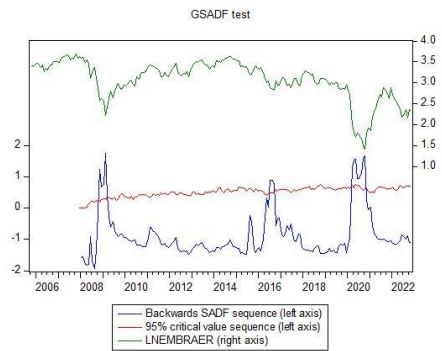
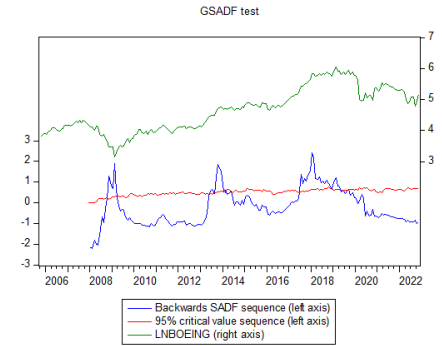
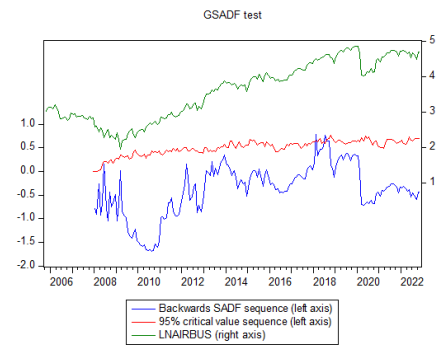
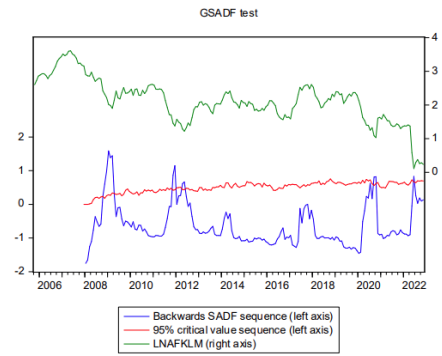
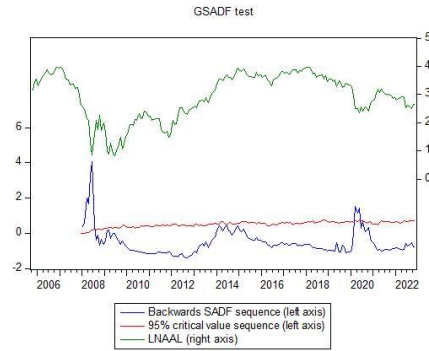
Diğer havacılık sektöründeki şirketler için ise sonuçlar, “Serilerin rassal yürüyüş sürecine sahiptir.” hipotezinin reddedilemediği ve fiyat hareketlerin spekülatif köpük olarak atfedilemeyeceğini ifade etmektedir.

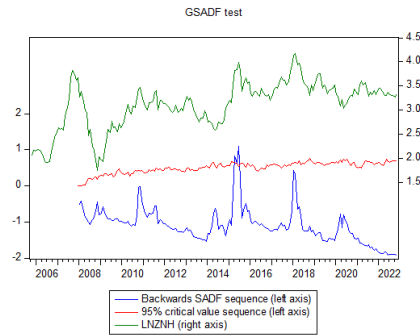
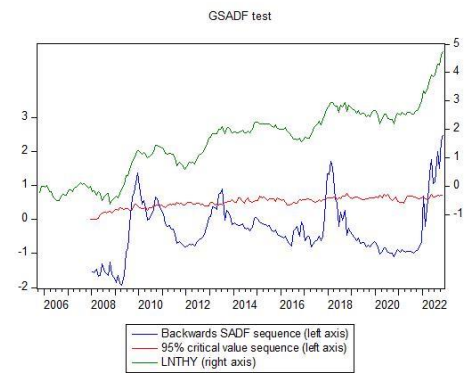
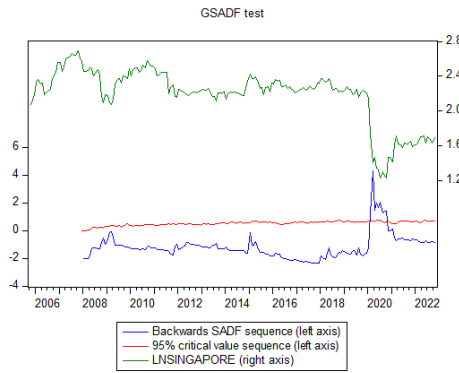
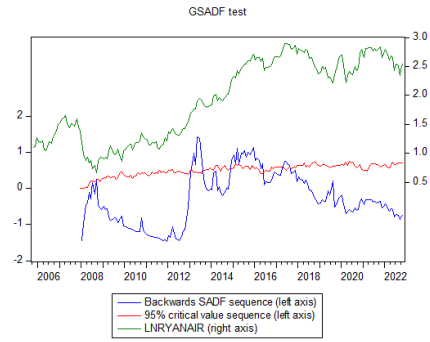
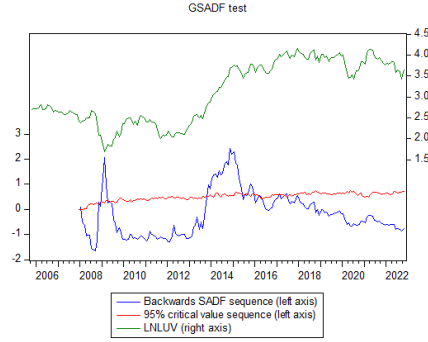
GSADF testi sonuçlarını ise dönemsel bazda irdelemek gerekirse, American Airlines, Singapore Airlines, Boeing Co., Southwest Airlines ve Türk Hava Yolları fiyat köpüğü oluşum ve bitiş tarih aralıkları aşağıdaki tablo 4.7.'deki şekildedir.

Tablo 4. 7. Gsadf Testi Sonuçlarına Göre Fiyat Köpüğü Dönemleri

American Airlines	Singapore Airlines	Boeing Co.	Southwest Airlines	Türk Hava Yolları
01/2008-07/2008	02/2020-10/2020	08/2008-02/2009	10/2008-02/2009	09/2009-02/2010
03/2020-05/2020		05/2012-12/2013	09/2013-05/2015	08/2010-10/2010
		05/2017-04/2019	09/2015-12/2015	04/2013-08/2013
				12/2017-04/2018
				05/2022- ...

Tablo 4.7.'ye göre American Airlines için 2 farklı dönemde, Singapore Airlines tek dönemde, Boeing Co. 3 farklı dönemde, Southwest Airlines 3 farklı dönemde ve son olarak Türk Hava Yolları'nın 5 farklı dönemde ve halen devam etmekte olan fiyat köpüğü tespit edilmiştir. Tüm bu açıklamalar sonucunda, tez kapsamındaki bütün havacılık sektörü hisse senetleri için finansal köpüklerin daha rahat görülmesini sağlayan GSADF testi sonuçlarına ait grafikler Şekil 4.5.'te toplu bir şekilde gösterilmiştir.

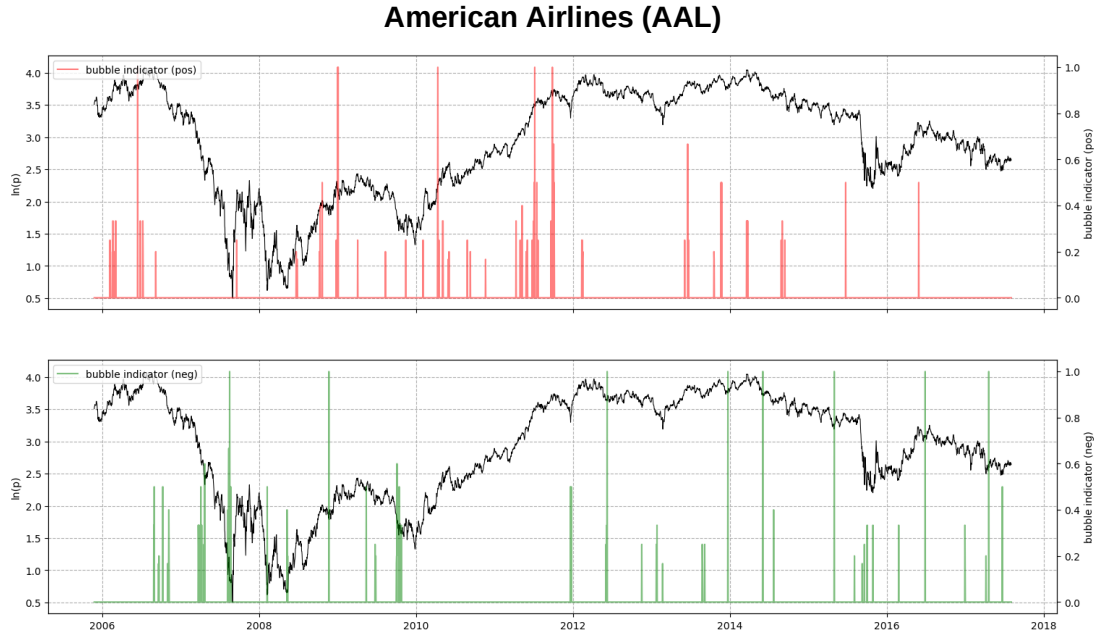




Şekil 4. 5. GSADF Test Sonuçlarının Görselleştirilmiş Hali

LPPLS Yöntemi ile Fiyat Köpüğü Tespiti

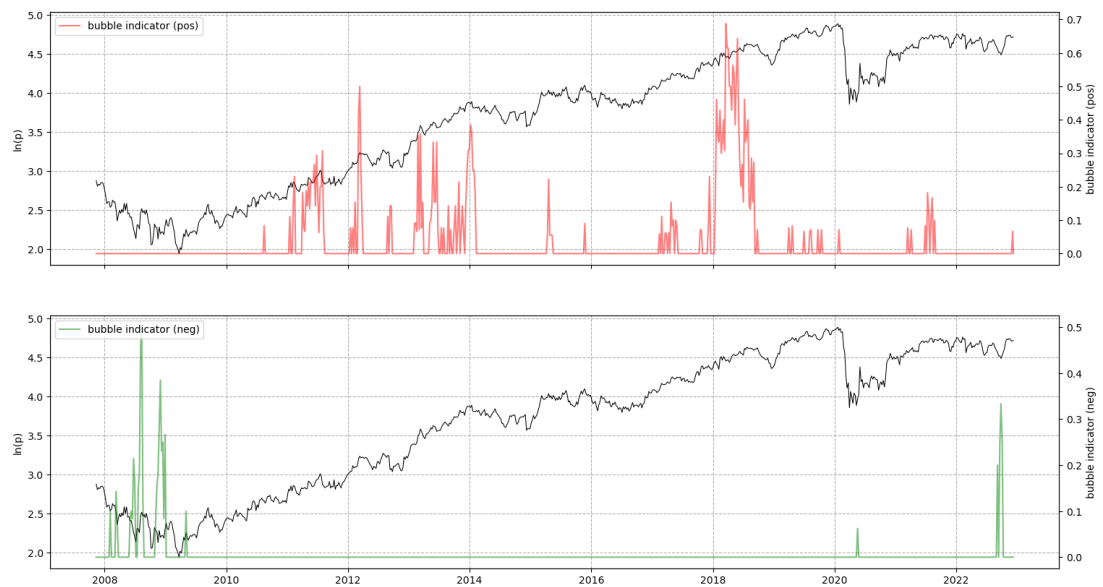
Python programlama dilinde bu çalışmanın 4.2.2. Bölümünde belirtilen girdiler koda dönüştürülerek (İlgili kodlar EK’te sunulmuştur.) çalışmada baz alınan havacılık sektörü şirketleri üzerinde yöntem test edilmiştir. Bunun sonucunda pozitif ve negatif fiyat köpükleri ortaya çıkmıştır ve bu köpüklerin daha rahat gözlemlenebilmesi için bu köpükler görselleştirilmiştir. İlgili görseller sırasıyla aşağıda verilmiştir. Şekil 4.6.’daki görseller incelendiğinde LPPLS yönteminin çoğunlukla başarılı olduğu görülmektedir. Görseller ayrıca ayrıntılı bir şekilde EK’ler kısmında bulunmaktadır.



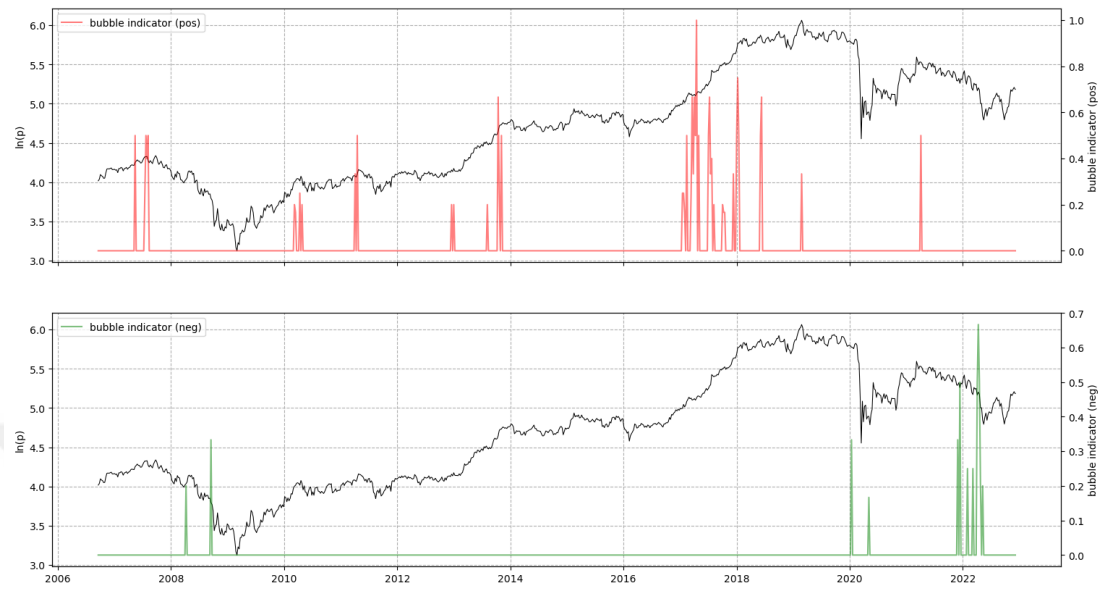
AirFrance-KLM (AF.PA)



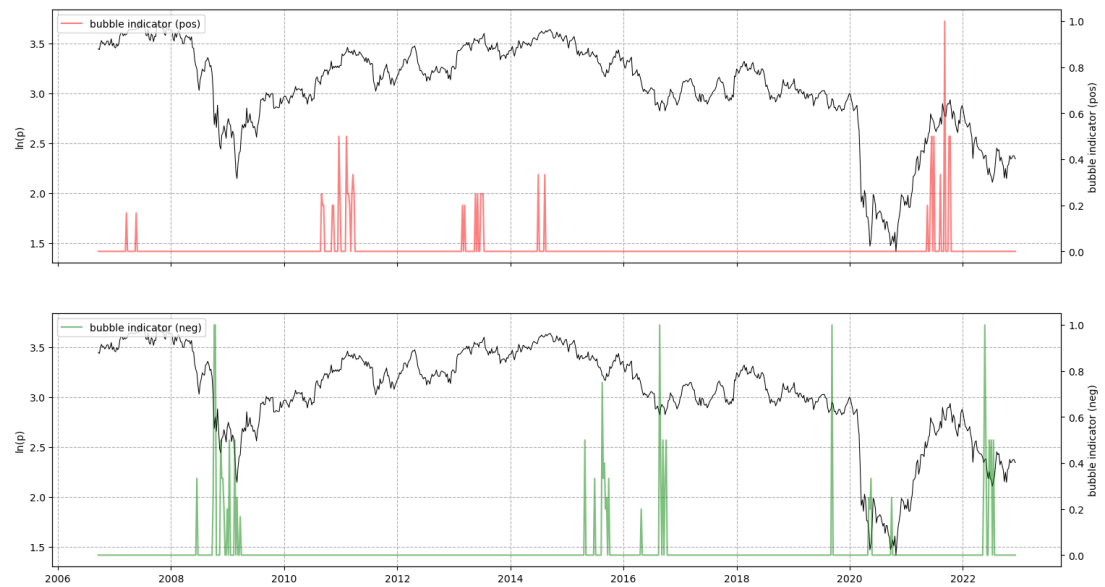
Airbus SE. (AIR.PA)



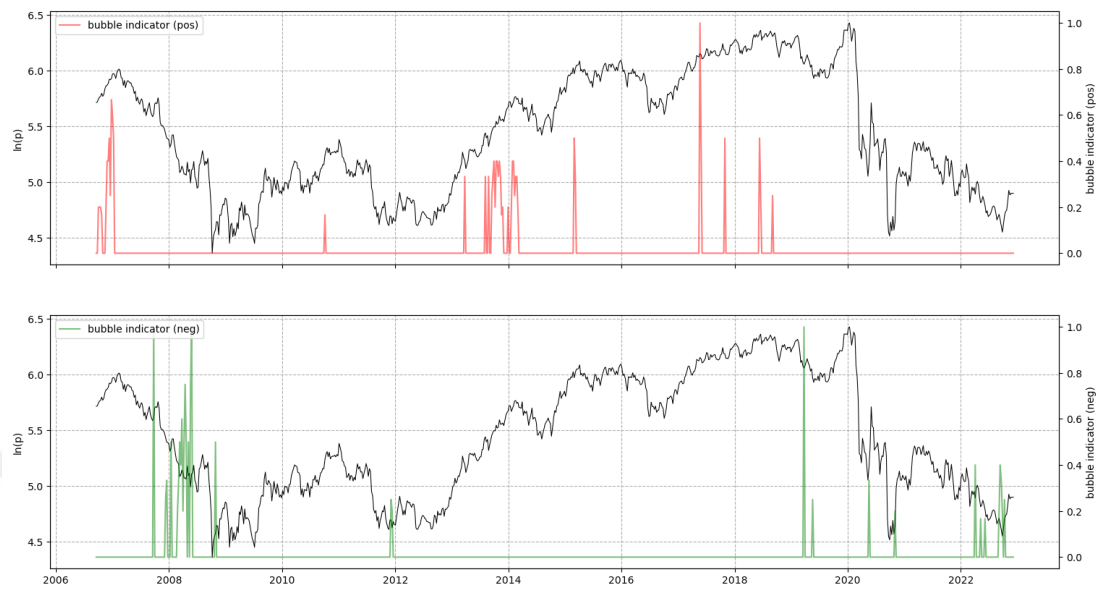
Boeing Co. (BA)



Embraer S.A. (ERJ)



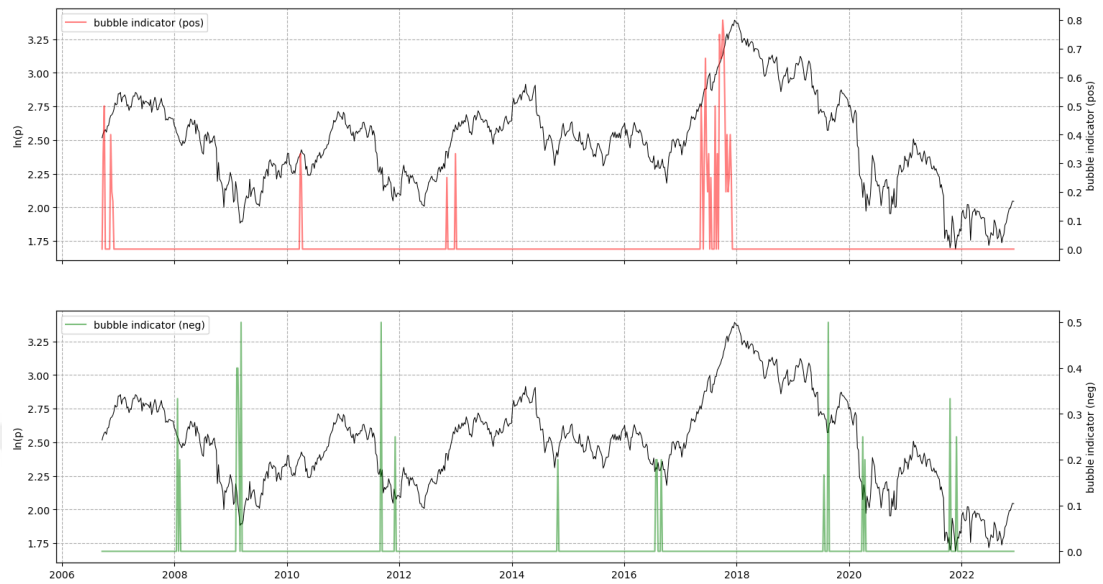
International Consolidated Airlines (IAG.L)



JetBlue Airways (JBLU)



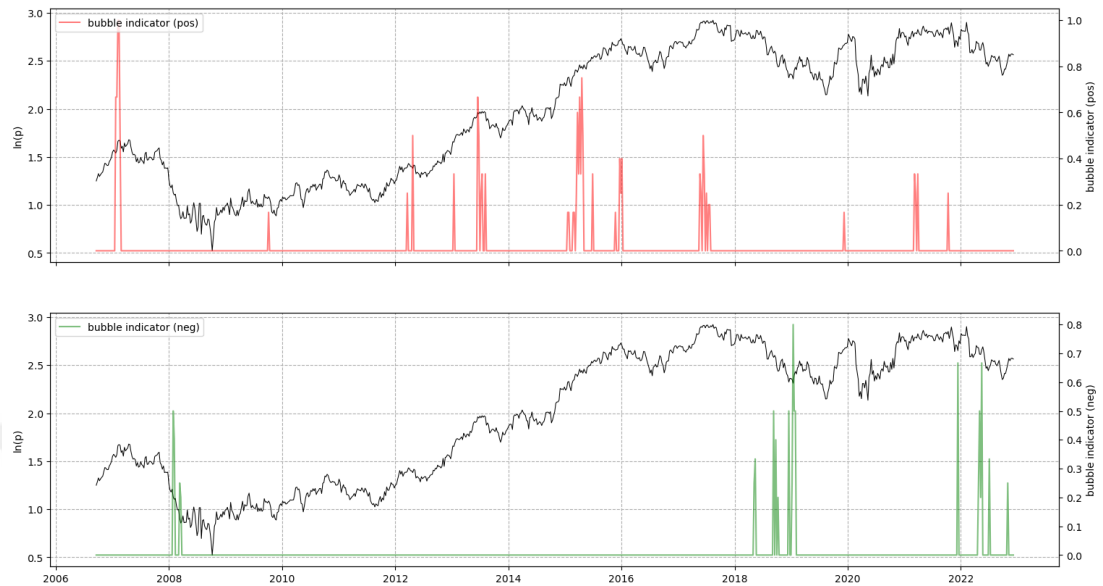
Lufthansa AG. (LHA.DE)



Southwest Airlines (LUV)



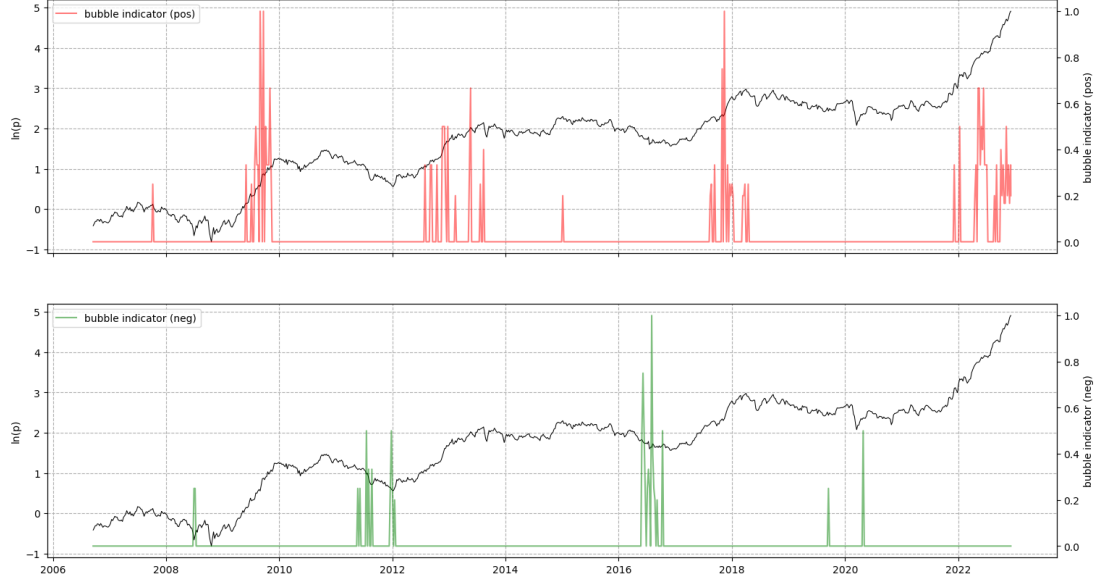
Ryan Air (RYA.IR)



Singapore Airlines (C6L.SI)



Türk Hava Yolları (THYAO)



China Southern Airlines (ZNH)



Şekil 4. 6. LPPLS Testinin Görselleştirilmiş Hali – kırmızı barlar pozitif fiyat köpüklerini temsil etmekte yeşil barlar ise negatif fiyat köpüklerini ifade etmektedir.

LPPLS yönteminin uygulandığı havacılık sektörü şirketlerinin yıllara göre pozitif ve negatif fiyat köpüklerinin oluşma sayıları ve Ekim 2005-Kasım 2022 tarihleri arasındaki köpük dağılım oranları grafikleri ve programın detaylı çıktıları çalışmanın EK-6 ve EK-7 kısımlarında sırayla detaylı bir şekilde verilmiştir.

SONUÇ

Köpükler, finansal piyasalarda işlem yapan yatırımcıların ve piyasa katılımcılarının dikkat etmesi gereken önemli konuların başında gelmektedir. Fiyat köpüğü kısaca, piyasada bir varlığa ilişkin fiyatın iktisadi bir temele dayanmadan aşırı yükseliş göstererek, gerçek değerinden sapması olarak açıklanabilir. Köpüğün bu kadar önemli olmasının başlıca sebebi, köpüğün finansal piyasalar da etkin olması ve finansal krizler ile yakın ilişki içerisinde olmasıdır.

Bu çalışmada Ekim 2005-Kasım 2022 dönemleri arası havacılık sektörü şirketleri incelenmiş, havacılık sektörlerini etkileyebilecek sorunlara değinilmiş özellikle Covid-19 un olası etkileri ve sonrasındaki toparlanma süreci şirketlerin bilanço ve yatırımcı bilgilendirme bakılarak incelenmiş bu analizin sonucunda Covid-19 dönemi yüksek zararlar yazmalarına karşın sonrasında bu şirketlerin hızlı bir toparlanma sürecine girdiği görülmüştür ayrıca pandemi dönemi sırasında ve önceki dönemlerde havacılık sektöründeki şirketlerin borsa fiyatlarına yönelik olası pozitif ve negatif fiyat köpükleri tespit edilmiş hem GSADF hem de LPPLS yöntemi ile fiyat köpükleri analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre özellikle kriz ve ciddi borsa çöküş dönemleri öncesinde LPPLS yöntemi çıktılarında pozitif fiyat köpüklerine rastlanmıştır. Şirketlerin esas değerlerinin çok altında olduğu dönemlerde ise negatif fiyat köpüklerine rastlanmıştır. Havacılık sektörü şirketleri ayrıca literatürde sıkça birden fazla fiyat köpüğü tespiti için kullanılan GSADF testiyle de test edilmiştir, elde edilen sonuçlara göre 5 havacılık şirketinde American Airlines, Boeing Co., Singapore Airlines, Southwest Airlines ve Türk Hava Yolları'nda birden fazla dönemde köpüğe rastlanmıştır. GSADF testi sonucu elde edilen sonuçlar LPPLS yöntemi sonucu elde edilen sonuçlarla ayrıca paralellik gösterdiği görülmüştür. Bu durum LPPLS yönteminin başarılı ve güvenilir olduğu göstermektedir.

Bu çalışmanın sonucunun literatüre, yatırımcılara, piyasa katılımcılarına katkı sağlanması ve kullanılan yöntemlerin yol göstermesi beklenmektedir. Çünkü köpüklerin önceden tespit ve analiz edilmeleri büyük bir öneme sahiptir. Bu çalışmadan elde edilen sonuç özellikle pozitif fiyat köpüklerinin gelecek dönemlerdeki finansal krizin önceden uyarıcısı olabileceği varsayımını desteklemektedir. Finansal piyasalarda işlem yapan yatırımcılar ve piyasa katılımcıları bu köpük risklerini gözeterek karar almaları karşılaşılabilecek kayıplarını minimize etmelerine ve elde edebilecekleri kazançlarını maksimize etmelerine olanak sağlar.

KAYNAKÇA

Airbus Investors Relations:	Financial Results & Annual Reports , 28.10.2022, (Çevrimiçi) https://www.airbus.com/sites/g/files/jlcbta136/files/2022-10/EN-Press-Release-Airbus-9m2022-Results.pdf .
AirFrance-KLM Group:	Third Quarter 2022 Results , 28.10.2022, (Çevrimiçi) https://www.airfranceklm.com/sites/default/files/2022-10/AFKL%20Q3_2022%20Press%20release%20EN%20sig_0.pdf .
Aliber, R.Z., C.P. Kindleberger:	Manias, Panics, and Crashes: A History of Financial Crises, Seventh Edition , Palgrave Macmillan UK, 2017.
Altay, Erdinç:	“Portföy yönetiminde karar alma aracı olarak teknik analizin kullanımı”, İstanbul Üniversitesi, 1997.
American Airlines:	Presentations & Investor Updates , 20.10.2022, (Çevrimiçi) https://americanairlines.gcs-web.com/events-and-presentations/presentations .
Anavatan, Aygöl, Eda Yalçın:	“Bist 100 Endeksinde Balon Etkisinin İncelenmesi”, Journal , C. 5, No: 8, 2018, s. 124-131.
Aytekin, Yunus Emre, Mehmet Aygün:	“Finansta Yeni Bir Alan ‘Davranışsal Finans’”, Journal , No: 2, 2016, s. 143-156.
Azman Aziz, Mukhriz Izraf, Adilah Azhari, M Ashraful Mobin:	“Detecting Asset Price Bubbles During the Covid-19 Crisis and Its Implications: Evidence from the Stock and Oil Market”, International Journal of Banking and Finance , C. 17, No: 2, 2022, s. 91-114.
Baker, Scott R. vd.:	The Unprecedented Stock Market Impact of COVID-19 , Cambridge, Mass, National Bureau of Economic Research, 2020.
Balcı, Nehir:	“Asset Price Bubbles and Relationships with Macroeconomic Factors”, İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi, 2012.
Barone, Raffaella:	“From Efficient Markets to Behavioral Finance”, SSRN Electronic Journal , 2003.

Bartram, Söhnke M., Gordon M. Bodnar:	“No place to hide: The global crisis in equity markets in 2008/2009”, The Global Financial Crisis: Causes, Threats and Opportunities , C. 28, No: 8, 2009, s. 1246-1292.
Bayraktar, Ahmet:	“Etkin Piyasalar Hipotezi”, Journal , C. 4, No: 1, 2012, s. 37-47.
Beck, Thorsten, Ross Levine:	“Stock markets, banks, and growth: Panel evidence”, Journal of Banking & Finance , C. 28, No: 3, 2004, s. 423-442.
Bernanke, Ben S.:	“Nonmonetary Effects of the Financial Crisis in the Propagation of the Great Depression”, The American Economic Review , C. 73, No: 3, 1983, s. 257-276.
Bernstein, William:	Yatırımın Dört Temel Tasi , Scala Yayıncılık, 2019.
Bildik, Recep:	Hisse senedi piyasalarında dönemsellikler ve İMKB üzerine ampirik bir çalışma , İstanbul Menkul Kıymetler Borsası, 2000.
Blanchard, Oliver J., Mark W. Watson:	“Bubbles, Rational Expectations and Financial Markets”, NBER Working Paper Series , No: 945, 1982, s. 295-316.
Blanchard, Olivier Jean:	“Speculative bubbles, crashes and rational expectations”, Economics Letters , C. 3, No: 4, 1979, s. 387-389.
Boeing Investors Relations:	Quarterly Report 10-Q , 26.10.2022, (Çevrimiçi) https://s2.q4cdn.com/661678649/files/doc_financials/2022/q3/3Q22_Presentation.pdf .
Bozoklu, Şeref, Fatma Zeren:	“Türkiye Hisse Senedi Piyasasında Rasyonel Köpükler: Saklı Eş Bütünleşme Yaklaşımı”, Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi , C. 5, No: 9, 2014, s. 17-31.
Brée, David S., Damien Challet, Pier Paolo Peirano:	“Prediction accuracy and sloppiness of log-periodic functions”, Quantitative Finance , C. 13, No: 2, 2013, s. 275-280.
Brée, David S., Nathan Lael Joseph:	“Testing for financial crashes using the Log Periodic Power Law model”, International Review of Financial Analysis , C. 30, 2013, s. 287-297.
Carter, David vd.:	“The stock price reaction of the COVID-19 pandemic on the airline, hotel, and tourism industries”, Finance Research Letters , C. 44, 2022, s. 102047.

Chan, Kalok, Grant McQueen, Steven Thorley:	Steven Thorley: "Are there rational speculative bubbles in Asian stock markets?", Pacific-Basin Finance Journal , C. 6, No: 1, 1998, s. 125-151.
Chang, George, James Feigenbaum:	"A Bayesian analysis of log-periodic precursors to financial crashes", Quantitative Finance , C. 6, No: 1, 2006, s. 15-36.
Chen, Chun-Da, Ching-Hui (Joan) Su, Ming-Hsiang Chen:	"Understanding how ESG-focused airlines reduce the impact of the COVID-19 pandemic on stock returns", Journal of Air Transport Management , C. 102, 2022, s. 102229.
China Southern Airlines:	Third Quarterly Report Of 2022 , 28.10.2022, (Çevrimiçi) https://www.csair.com/en/about/investor/yejibaogao/2022/resource/0310a4518b30c437b52a5e83e8b90f55.pdf .
Craine, Roger:	"Rational bubbles: A test", Journal of Economic Dynamics and Control , C. 17, No: 5, 1993, s. 829-846.
Çokaklı, Serdar:	"Bankacılık Sektöründe Yeniden Yapılandırma: Japonya Örneği", (02.12.2022), (Çevrimiçi) https://docplayer.biz.tr/2635674-Bankacilik-sektorunde-yeniden-yapilandirma-japonya-ornegi.html , 02.12.2022.
Dagher, Jihad C.:	"Regulatory Cycles: Revisiting the Political Economy of Financial Crises", SSRN Scholarly Paper, Rochester, NY, 27.11.2017, doi:10.2139/ssrn.2772373.
Dale, Richard S., Johnnie E. V. Johnson, Leilei Tang:	"Financial Markets Can Go Mad: Evidence of Irrational Behaviour during the South Sea Bubble", The Economic History Review , C. 58, No: 2, 2005, s. 233-271.
Dell'Ariccia, Giovanni, Enrica Detragiache, Raghuram Rajan:	"The real effect of banking crises", Financial Contracting and Financial System Architecture , C. 17, No: 1, 2008, s. 89-112.
Demirel, Esra, Nazan Yelkikalan:	"Hisse Senedi Getirisi Ve Volatilitesi Üzerinde Rasyonel Ve İrrasyonel Yatırımcı Duyarlılığının Etkisi: Borsa İstanbul Üzerinde Ampirik Bir Analiz", Journal , C. 16, No: 2, 2021, s. 1-15.

Deveci, Muhammet vd.:	"Impact of COVID-19 pandemic on the Turkish civil aviation industry", Sustainable Operations and Computers , C. 3, 2022, s. 93-102.
Dezhbakhsh, Hashem, Asli Demirguc-Kunt:	"On the Presence of Speculative Bubbles in Stock Prices", The Journal of Financial and Quantitative Analysis , C. 25, No: 1, 1990, s. 101-112.
Döm, Serpil:	Yatırımcı Psikolojisi , İstanbul, Değişim Yayınları, 2003.
Duca, John V., John Muellbauer, Anthony Murphy:	"Housing markets and the financial crisis of 2007–2009: Lessons for the future", Special Issue:Bank of Finland and SUERF Council of Management "Housing markets-a shelter from the storm or cause of the storm?" , C. 6, No: 4, 2010, s. 203-217.
Embraer Relations with Investors:	Institutional Presentation IR , 12.08.2022, (Çevrimiçi) https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/12a56b3a-7b37-4dba-b80a-f3358bf66b71/d9367968-6d87-b0d9-edbc-0590cbeff6ec?origin=1 .
Fama, Eugene F.:	"Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work", The Journal of Finance , C. 25, No: 2, 1970, s. 383-417.
Fantazzini, Dean:	"The oil price crash in 2014/15: Was there a (negative) financial bubble?", Energy Policy , C. 96, 2016, s. 383-396.
Filimonov, V., G. Demos, D. Sornette:	"Modified profile likelihood inference and interval forecast of the burst of financial bubbles", Quantitative Finance , C. 17, No: 8, 2017, s. 1167-1186.
Filimonov, V., D. Sornette:	"A stable and robust calibration scheme of the log-periodic power law model", Physica A: Statistical Mechanics and its Applications , C. 392, No: 17, 2013, s. 3698-3707.
Flood, Robert P., Peter M. Garber:	"Market Fundamentals versus Price-Level Bubbles: The First Tests", Journal of Political Economy , C. 88, No: 4, 1980, s. 745-770.
Friedman, Milton, Anna Jacobson Schwartz, National Bureau of Economic Research:	The Great Contraction, 1929-1933 , Princeton University Press, 2008.

Garber, Peter:	Famous First Bubbles: The Fundamentals of Early Manias , 2000.
Garber, Peter M.:	"Famous First Bubbles", The Journal of Economic Perspectives , C. 4, No: 2, 1990, s. 35-54.
Geraskin, Petr, Dean Fantazzini:	"Everything you always wanted to know about log-periodic power laws for bubble modeling but were afraid to ask", The European Journal of Finance , C. 19, No: 5, 2013, s. 366-391.
Geuder, Julian, Harald Kinatader, Niklas F. Wagner:	"Cryptocurrencies as financial bubbles: The case of Bitcoin", Finance Research Letters , C. 31, 2019.
Göv, Annaç Sabiha, Nilay Erbay:	"Covid-19 Salgınının Havacılık Sektörüne Etkileri Ve Stratejiler: Türk Havacılık Akademisyenlerinin Görüşleri", Journal , C. 5, No: 9, 2021, s. 326-341.
Hopancı, Berke, Hamza Akdeniz, Özlem Şahin:	"Covid19 Pandemisinin Havacılık Sektörü Üzerine Etkileri", Journal , C. 62, No: 704, 2021, s. 446-467.
IAG Investor Relations:	IAG Q3 2022 Financial Results , 28.10.2022, (Çevrimiçi) https://www.iagroup.com/~media/Files/IAG/press-releases/english/2022/q3-2022-financial-results.pdf .
IATA Economics:	IATA Economics , 08.2022, (Çevrimiçi) https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/air-passenger-monthly-analysis---august-2022/ .
ICAO Economic Development:	ICAO Economic Development , 2022, (Çevrimiçi) https://www.icao.int/sustainability/Documents/Covid-19/ICAO_coronavirus_Econ_Impact.pdf .
ICAO Economic Development:	SEP 2022: Air Transport Monthly Monitor , 2022, (Çevrimiçi) https://www.icao.int/sustainability/Documents/MonthlyMonitor-2022/monthly_monitor_Sep_2022.pdf .
Jacobsson, Emilie:	"How to predict crashes in financial markets with the Log-Periodic Power Law", 2009.
JetBlue Investor Relations:	JetBlue Announces Third Quarter 2022 Profit , 25.10.2022, (Çevrimiçi) http://mediaroom.jetblue.com/investor-relations/press-releases/2022/10-25-2022-120057748 .

Jiang, Zhi-Qiang vd.:	"Bubble diagnosis and prediction of the 2005–2007 and 2008–2009 Chinese stock market bubbles", Journal of Economic Behavior & Organization , C. 74, No: 3, 2010, s. 149-162.
Johansen, Anders, Olivier Ledoit, Didier Sornette:	"Crashes as Critical Points", International Journal of Theoretical and Applied Finance , C. 03, No: 02, 2000, s. 219-255.
Johansen, Anders, Didier Sornette:	"Critical Crashes", arXiv, 06.01.1999, doi:10.48550/arXiv.cond-mat/9901035.
Kahneman, Daniel, Amos Tversky:	"Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk", Econometrica , C. 47, No: 2, 1979, s. 263-291.
Karan, Mehmet Baha:	Yatırım Analizi ve Portföy Yönetimi , Gazi Kitabevi, 2004.
Laffont, Jean- Jacques, Eric S. Maskin:	"The Efficient Market Hypothesis and Insider Trading on the Stock Market", Journal of Political Economy , C. 98, No: 1, 1990, s. 70-93.
Lin, L., R.E. Ren, D. Sornette:	"The volatility-confined LPPL model: A consistent model of 'explosive' financial bubbles with mean-reverting residuals", International Review of Financial Analysis , C. 33, 2014, s. 210-225.
Ljungqvist, Alexander, William J. Wilhelm:	"IPO Pricing in the Dot-Com Bubble", The Journal of Finance , C. 58, No: 2, 2003, s. 723-752.
Lo, Andrew:	"Efficient Markets Hypothesis", 2007.
Lufthansa Group Investor Relations:	3rd interim report 2022 , 27.10.2022, (Çevrimiçi) https://investor-relations.lufthansagroup.com/fileadmin/downloads/en/financial-reports/interims-reports/LH-QR-2022-3-e.pdf .
Martins, António Miguel, Susana Cró:	"Airline stock markets reaction to the COVID-19 outbreak and vaccines: An event study", Journal of Air Transport Management , C. 105, 2022, s. 102281.
Mayer, Christopher:	"Housing Bubbles: A Survey", Annual Review of Economics , C. 3, No: 1, 2011, s. 559-577.
Maymin, Philip:	"Markets Are Efficient If and Only If P=NP", Algorithmic Finance , C. 1, No: 1, 2011, s. 1-11.

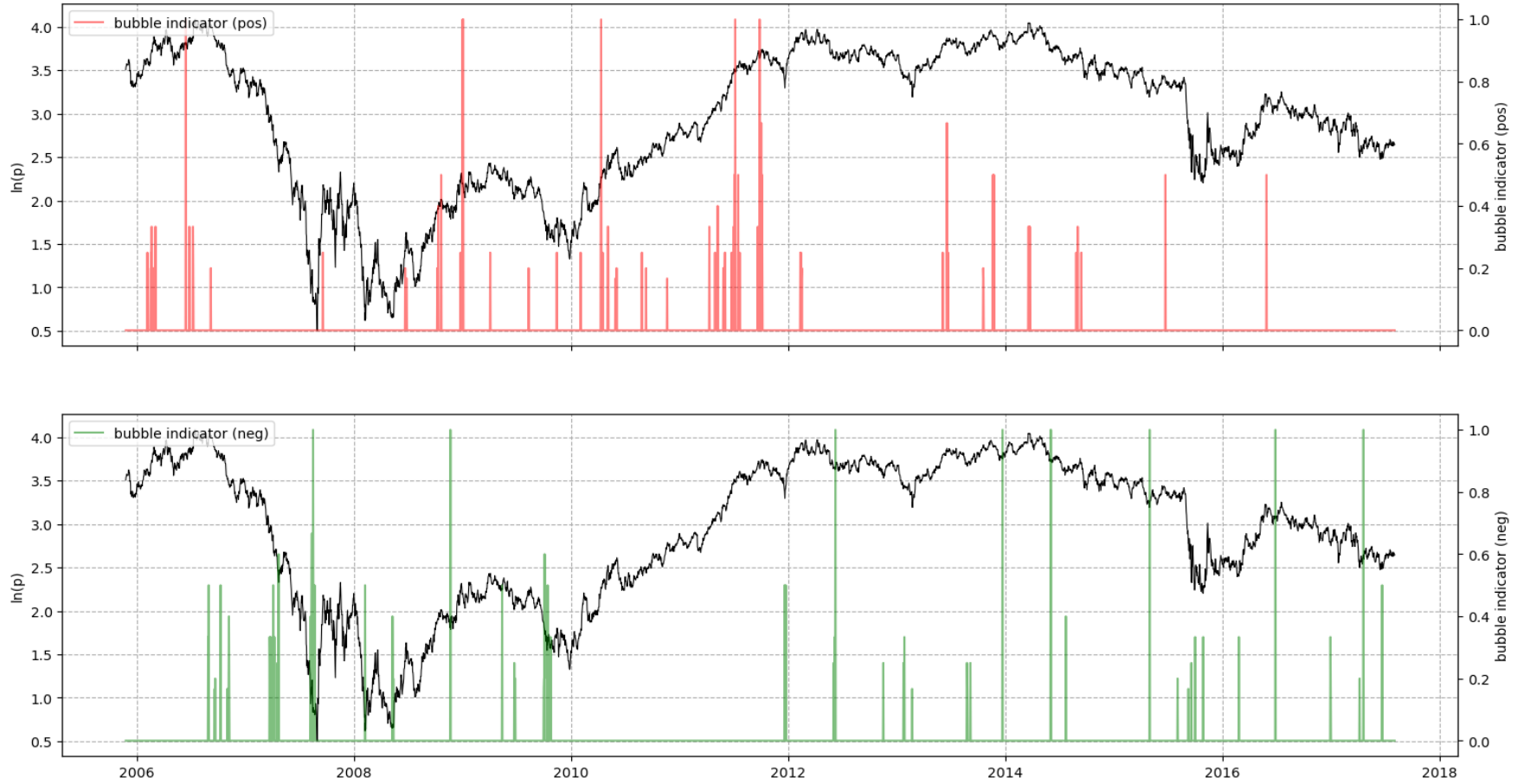
Mazgit, İsmail:	“Sermaye Piyasalarında Spekülasyon: Tarihin Tekerrürü”, Finans Politik& Ekonomik Yorumlar , C. 10, 2007, s. 8-11.
Miotti, Luis, Dominique Plihon:	“Libéralisation financière, spéculation et crises bancaires”, Économie internationale , C. 85, No: 1, 2001, s. 3-36.
Öncü, Semra vd.:	“Yatırımcıların Anormal Fiyat Değişimlerine Tepkisi: Gün İçi Verilerle İMKB Üzerine Bir İnceleme”, 2006.
Papastamatiou, Konstantinos, Theodoros Karakasidis:	“Bubble detection in Greek Stock Market: A DS-LPPLS model approach”, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications , C. 587, 2022, s. 126533.
Pastor, Lubos, Pietro Veronesi:	“Was There a Nasdaq Bubble in the Late 1990s?”, Journal of Financial Economics , C. 81, No: 1, 2006, s. 61-100.
Phillips, Peter C. B., Shuping Shi, Jun Yu:	“Testing for Multiple Bubbles: Historical Episodes of Exuberance and Collapse in the S&p 500”, International Economic Review , C. 56, No: 4, 2015, s. 1043-1078.
Phillips, Peter C. B., Yangru Wu, Jun Yu:	“Explosive Behavior in the 1990s Nasdaq: When Did Exuberance Escalate Asset Values?*”, International Economic Review , C. 52, No: 1, 2011, s. 201-226.
Phillips, Peter C. B., Jun Yu:	“Dating the timeline of financial bubbles during the subprime crisis”, Quantitative Economics , C. 2, No: 3, 2011, s. 455-491.
Roll, E., E.R.B.R. Ipsden:	A History of Economic Thought , Faber & Faber, 1992.
Ryanair Investor Relations:	H1 Results FY23 , 07.11.2022, (Çevrimiçi) https://investor.ryanair.com/wp-content/uploads/2022/11/H1-FY23-Results.pdf .
Shiller, Robert J.:	“From Efficient Markets Theory to Behavioral Finance”, Journal of Economic Perspectives , C. 17, No: 1, 2003, s. 83-104.
Shu, Min, Wei Zhu:	“Real-time prediction of Bitcoin bubble crashes”, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications , C. 548, 2020, s. 124477.
Sornette, Didier vd.:	“Clarifications to questions and criticisms on the Johansen–Ledoit–Sornette financial bubble model”, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications , C. 392, No: 19, 2013, s. 4417-4428.

Sornette, Didier, Peter Cauwels:	“Financial Bubbles: Mechanisms and Diagnostics”, SSRN Scholarly Paper, Rochester, NY, 08.04.2014, doi:10.2139/ssrn.2423790.
Sornette, Didier, Guilherme Demos, Qun Zhang:	“Real-Time Prediction and Post-Mortem Analysis of the Shanghai 2015 Stock Market Bubble and Crash”, Journal of Investment Strategies , 2015.
Sornette, Didier, Ryan Woodard, Wei-Xing Zhou:	“The 2006–2008 oil bubble: Evidence of speculation, and prediction”, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications , C. 388, No: 8, 2009, s. 1571-1576.
Southwest Airlines:	Southwest Airlines Reports Third Quarter 2022 Results , 27.10.2022, (Çevrimiçi) https://www.southwestairlinesinvestorrelations.com/news-and-events/news-releases/2022/10-27-2022-114539343 .
Taylor John B., (ed.):	Monetary Policy Rules , Chicago, IL, University of Chicago Press, 2001.
Temin, Peter, Hans-Joachim Voth:	“Riding the South Sea bubble”, Department of Economics and Business, Universitat Pompeu Fabra, 12.2004, (Çevrimiçi) https://EconPapers.repec.org/RePEc:upf:upfgen:861 .
Torun, Melike, Erdoğan Altay:	“Ticari Bankacılık Sektöründe Sorunlu Kredileri Etkileyen Faktörlerin Analizi”, Journal of Management and Economics Research , C. 17, No: 1, 2019, s. 179-200.
Türk Hava Yolları:	3Ç. 2022 Finansal Sonuçlar , 02.11.2022, (Çevrimiçi) https://investor.turkishairlines.com/documents/finansal-raporlar/tlthyaoylul_2022.pdf .
United Airlines Investor Relations:	United Airlines Third Quarter Financial Results Solidly Beat Expectations; Expects Q4 Adjusted Operating Margin to Exceed 2019 , 18.10.2022, (Çevrimiçi) https://ir.united.com/static-files/3d587038-26cb-46cb-9ccf-525842d8aeab .
Wheatley, Spencer vd.:	“Are Bitcoin bubbles predictable? Combining a generalized Metcalfe’s Law and the Log-Periodic Power Law Singularity model”, Royal Society Open Science , C. 6, No: 6, t.y., s. 180538.
Xiong, Jinwu, Qing Liu, Lei Zhao:	“A new method to verify Bitcoin bubbles: Based on the production cost”, The North American Journal of Economics and Finance , C. 51, 2020, s. 101095.

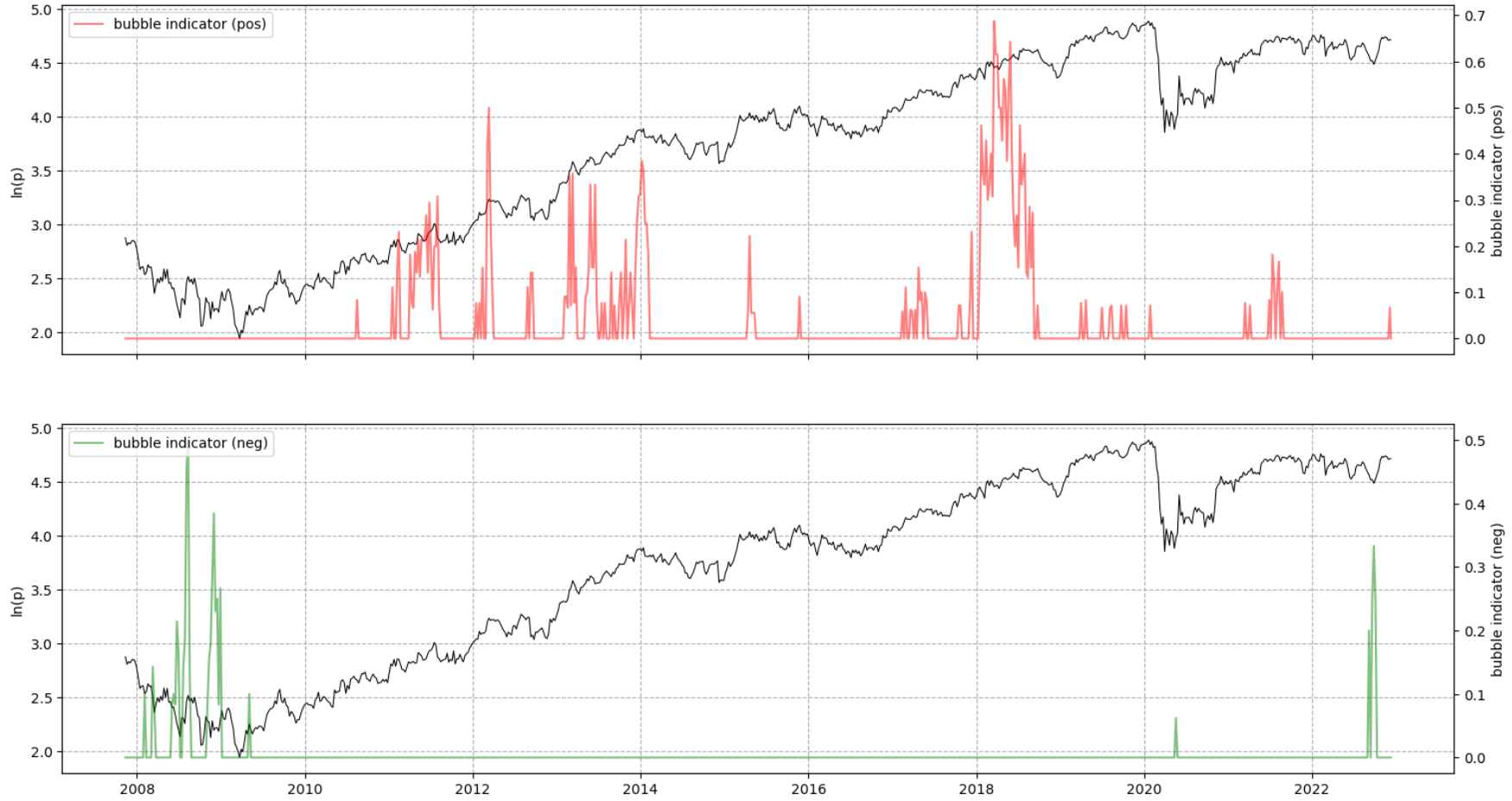
Yan, Wanfeng, Ryan Woodard, Didier Sornette:	“Diagnosis and prediction of rebounds in financial markets”, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications , C. 391, No: 4, 2012, s. 1361-1380.
Yaşar, Burçay:	“Davranışsal finans ve fiyat köpüğü: İMKB endekslerinde fiyat köpüğüyle ilgili mevsimsel birim kök araştırması”, İstanbul Üniversitesi, 2008.
Yilmazkuday, Hakan:	“Unequal Unemployment Effects of COVID-19 and Monetary Policy across U.S. States”, Working Papers , Working Papers, Florida International University, Department of Economics, 01.2021, (Çevrimiçi) https://ideas.repec.org/p/fiu/wpaper/2102.html , 28.11.2022.
Zeren, Feyyaz, Atike Hızarcı:	“Covid-19 Coronavirüsün Hisse Senedi Piyasalarına Etkisi: Seçilmiş Ülkelerden Kanıtlar”, Journal , C. 3, No: 1, 2020, s. 78-84.
Zhang, Dayong vd.:	“Price bubbles and policy interventions in the Chinese housing market”, Journal of Housing and the Built Environment , C. 32, No: 1, 2017, s. 133-155.
Zhang, Qunzhi vd.:	“LPPLS bubble indicators over two centuries of the S&P 500 index”, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications , C. 458, 2016, s. 126-139.
Zhou, Wei-Xing, Didier Sornette:	“Antibubble and prediction of China’s stock market and real-estate”, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications , C. 337, No: 1, 2004, s. 243-268.



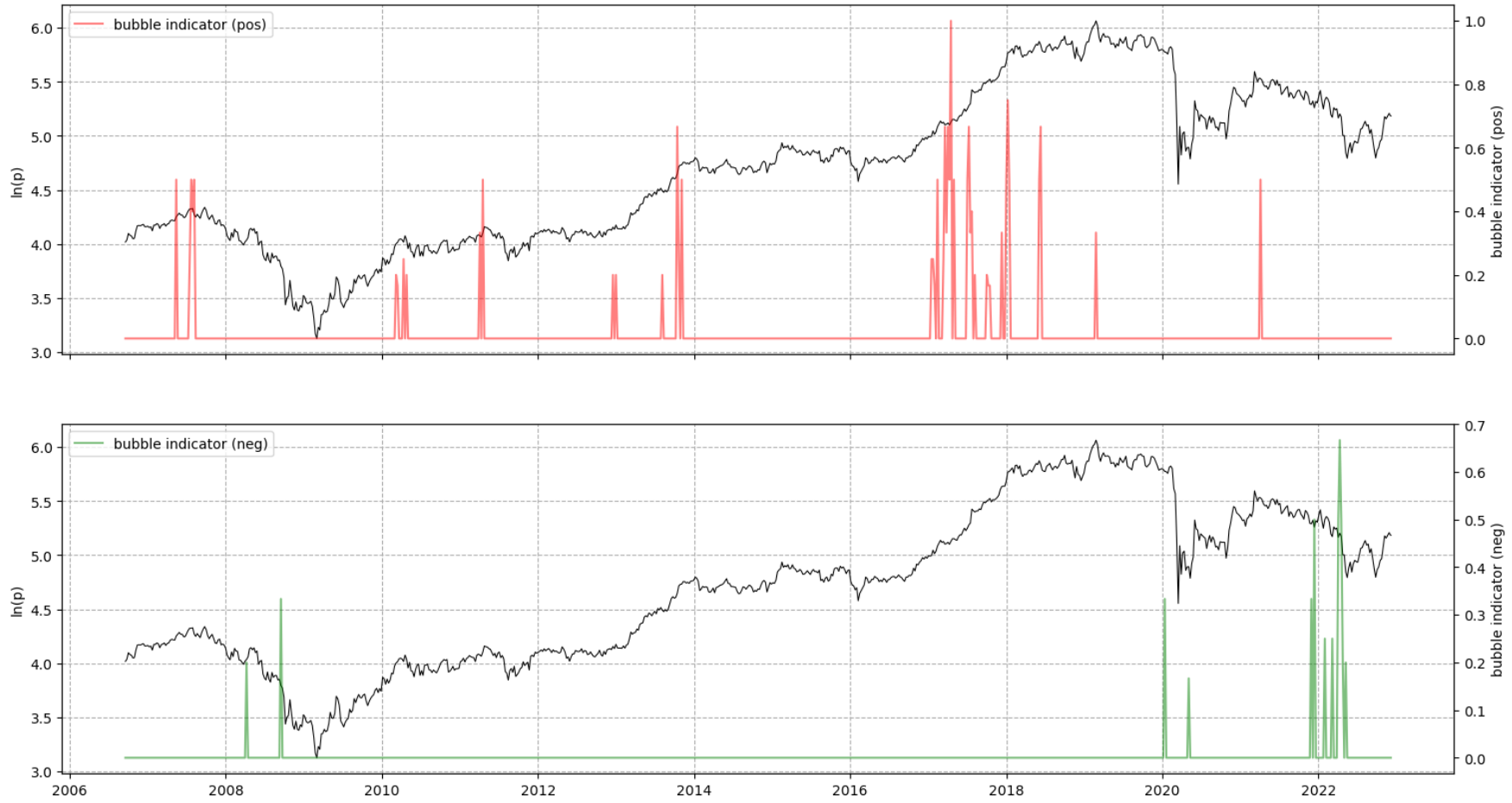
EK-1



American Airlines (AAL) LPPLS Pozitif ve Negatif Fiyat Köpüğü Grafiği



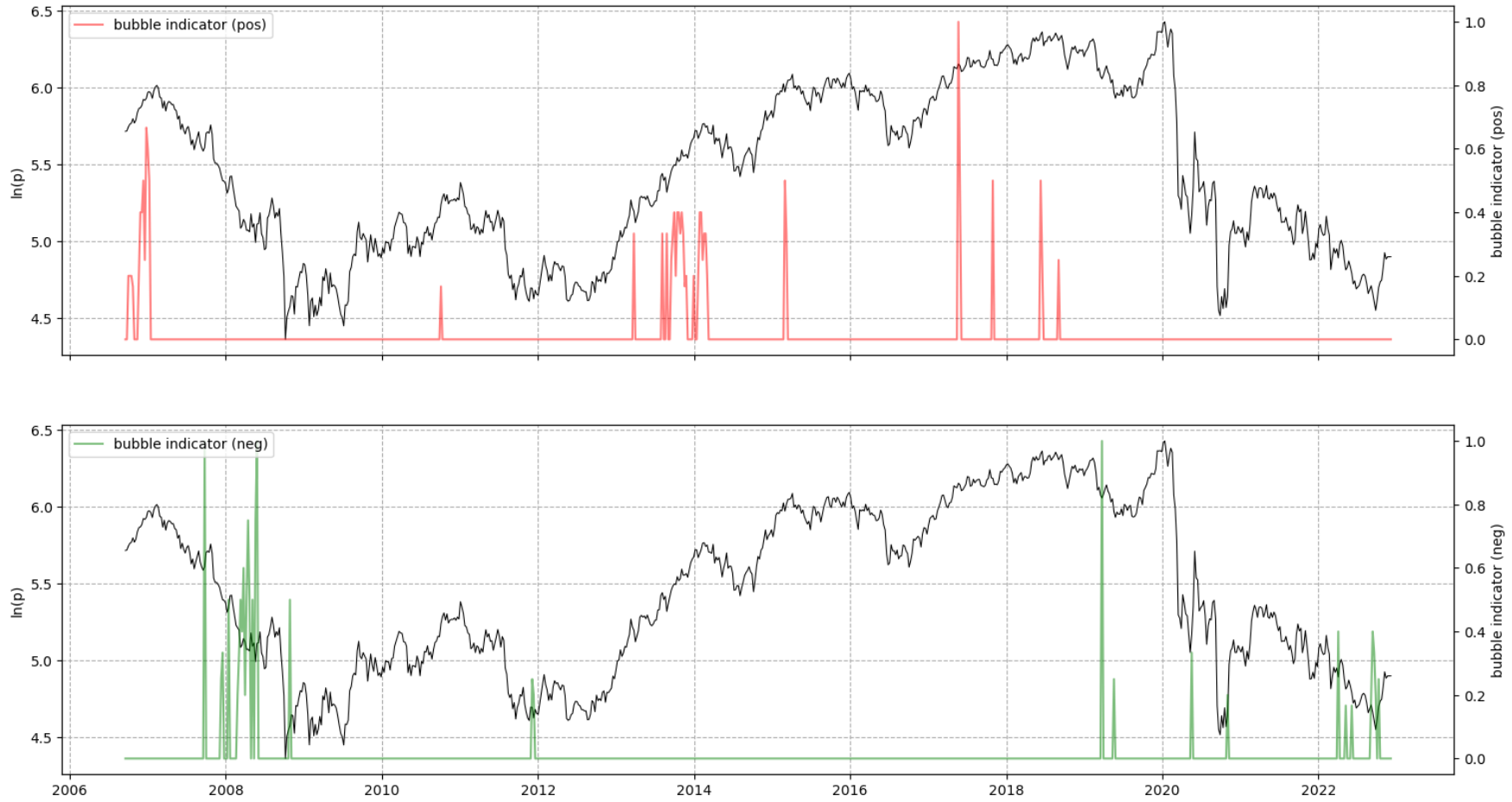
Airbus (AIR.PA) LPPLS Pozitif ve Negatif Fiyat Köpüğü Grafiği



Boeing Co. (BA) LPPLS Pozitif ve Negatif Fiyat Köpüğü Grafiği



Embraer S.A. (ERJ) LPPLS Pozitif ve Negatif Fiyat Köpüğü Grafiği



International Consolidated Airlines (IAG.L) LPPLS Pozitif ve Negatif Fiyat Köpüğü Grafiği



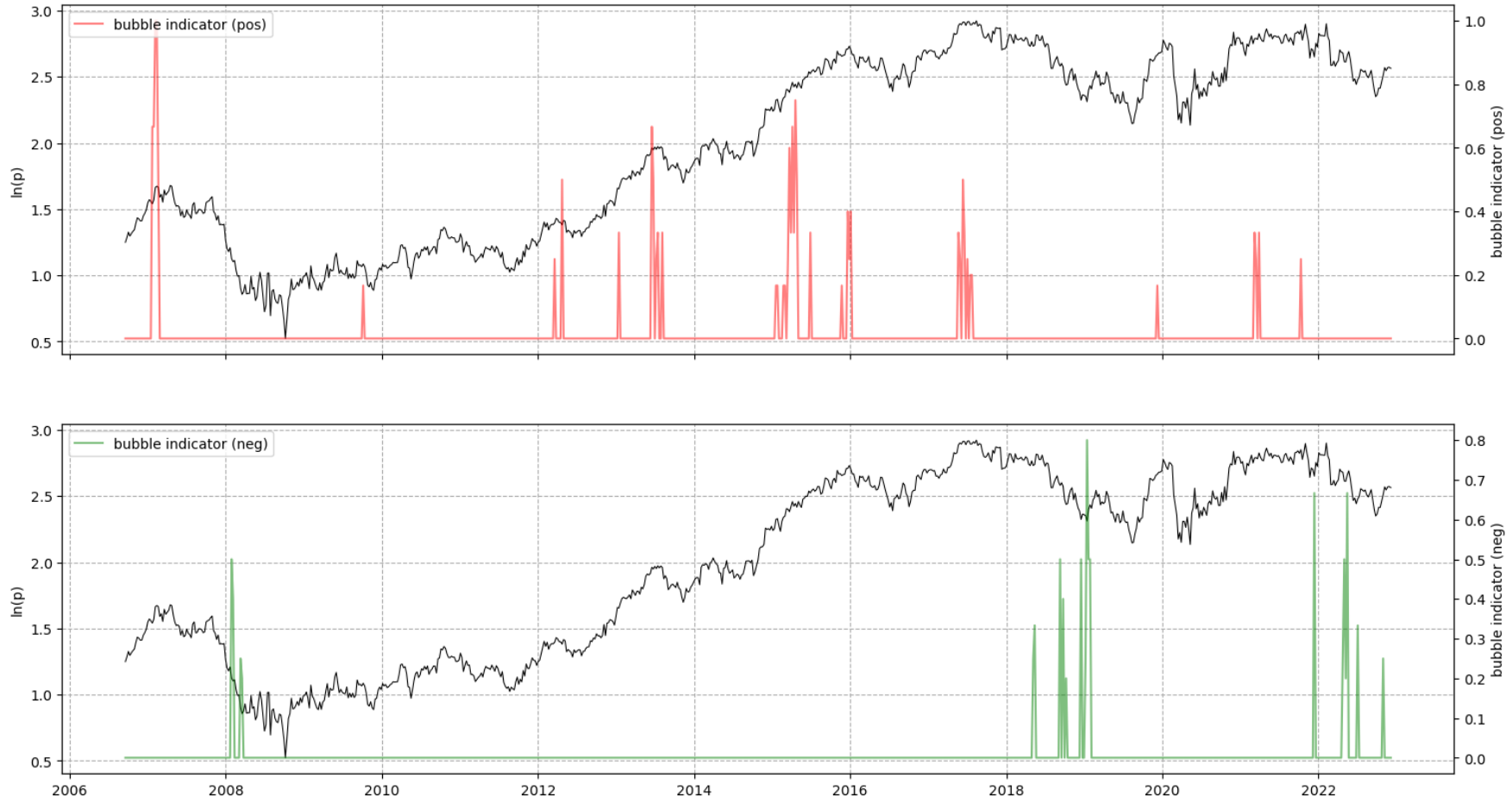
JetBlue (JBLU) LPPLS Pozitif ve Negatif Fiyat Köpüğü Grafiği



Deutsche Lufthansa AG (LHA.DE) LPPLS Pozitif ve Negatif Fiyat Köpüğü Grafiği



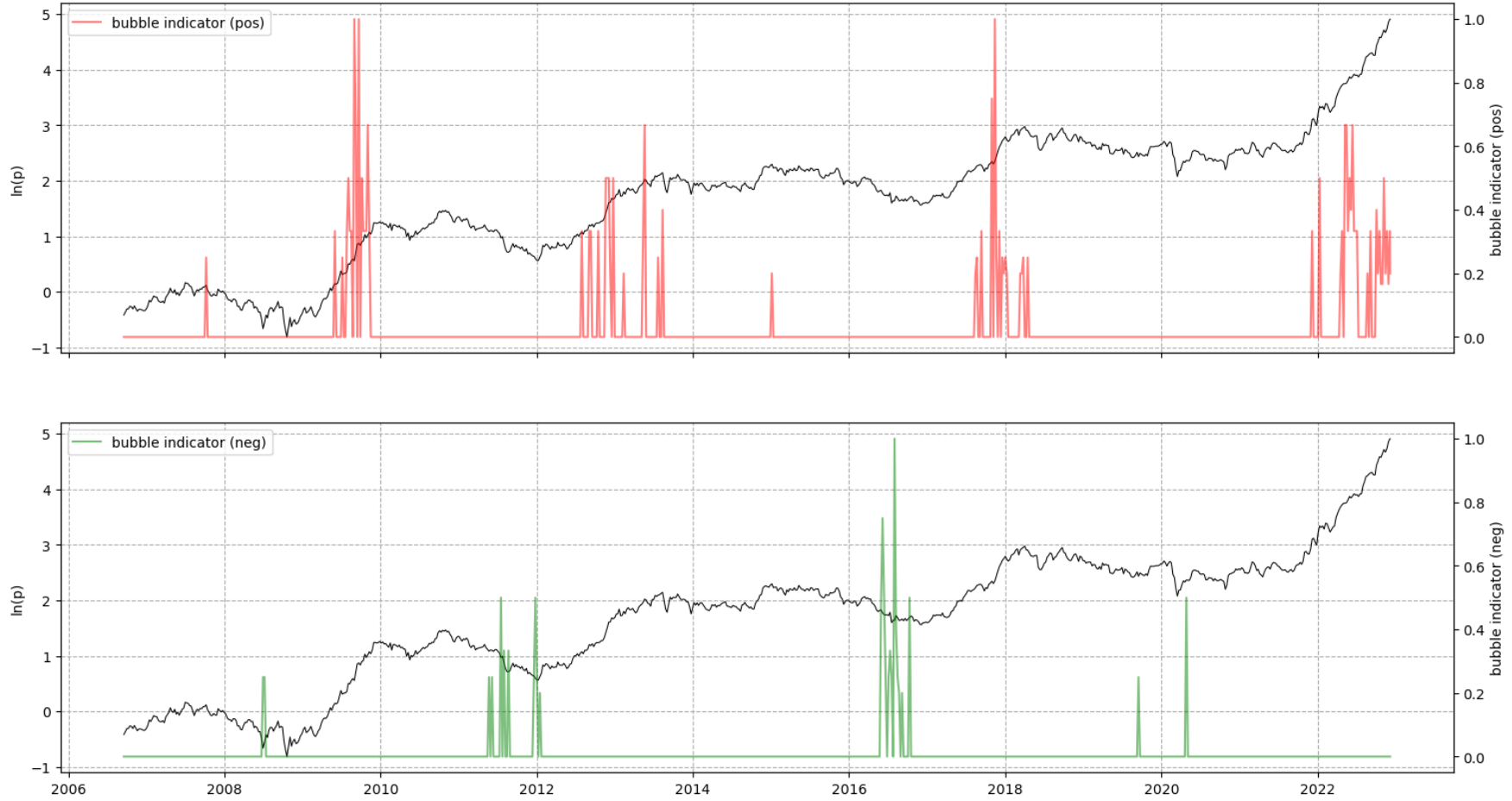
Southwest Airlines (LUV) LPPLS Pozitif ve Negatif Fiyat Köpüğü Grafiği



RyanAir (RYA.IR) LPPLS Pozitif ve Negatif Fiyat Köpüğü Grafiği



Singapore Airlines (C6L.SI) LPPLS Pozitif ve Negatif Fiyat Köpüğü Grafiği



Türk Hava Yolları (THY) LPPLS Pozitif ve Negatif Fiyat Köpüğü Grafiği

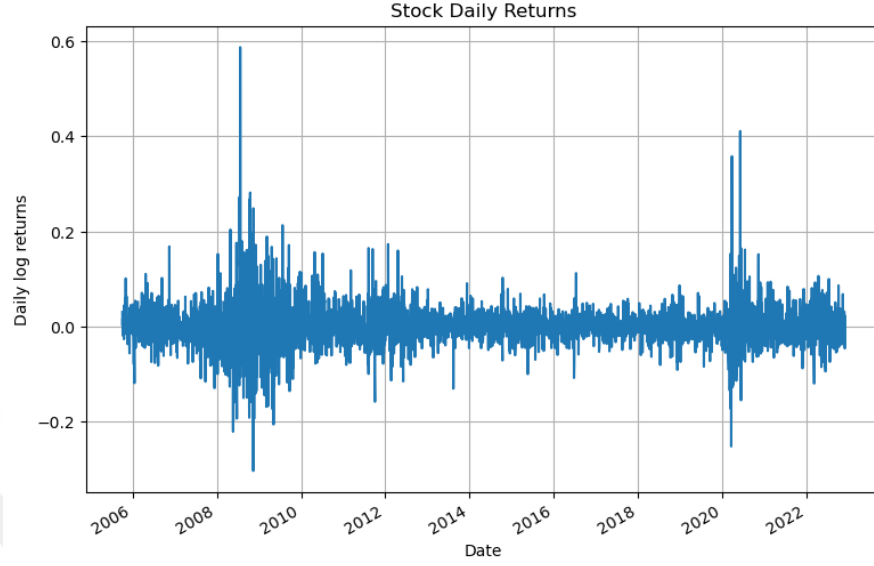


China Southern Airlines (ZNH) LPPLS Pozitif ve Negatif Fiyat Köpüğü Grafiği

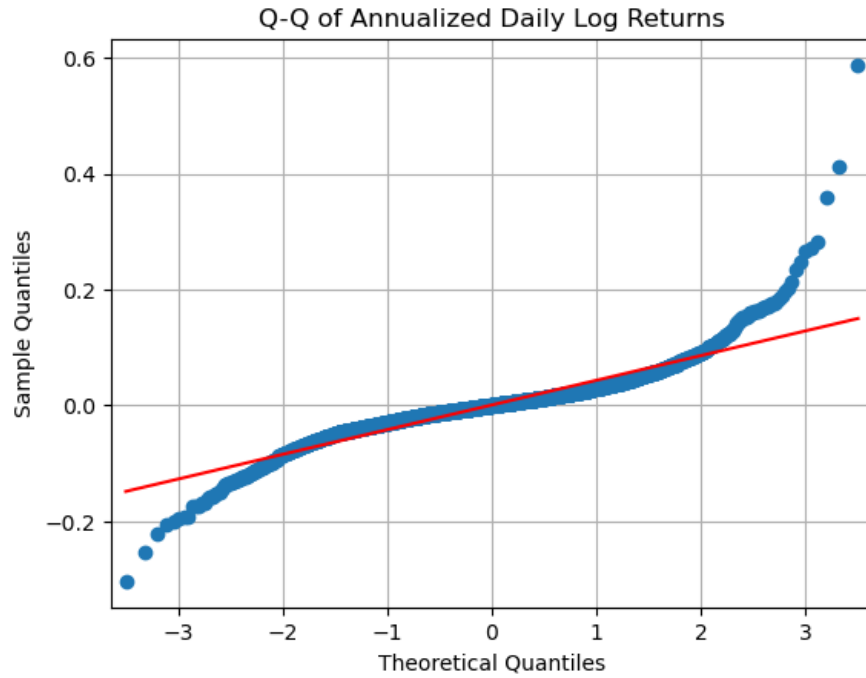


AirFrance-KLM (AF.PA) LPPLS Pozitif ve Negatif Fiyat Köpüğü Grafiği

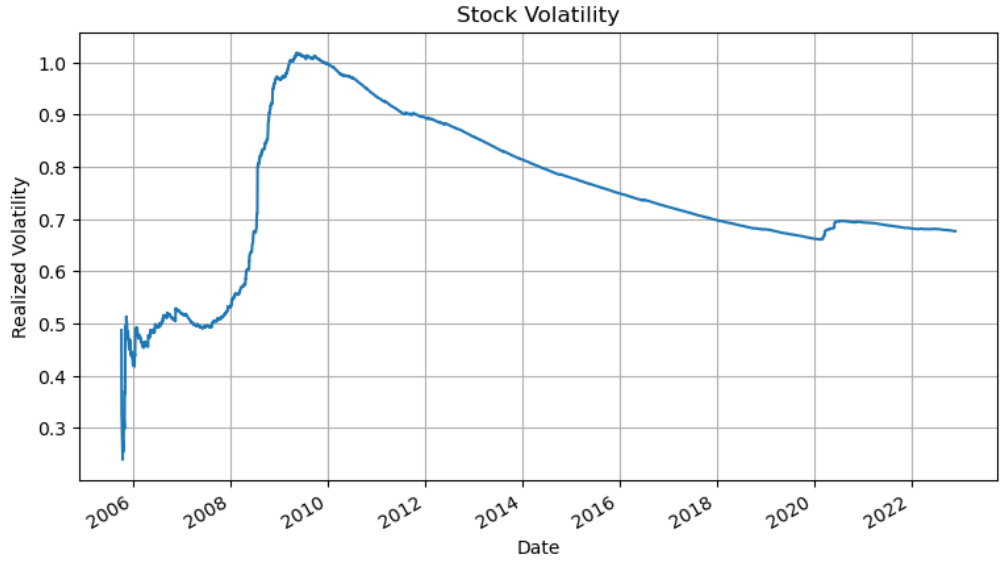
EK-2



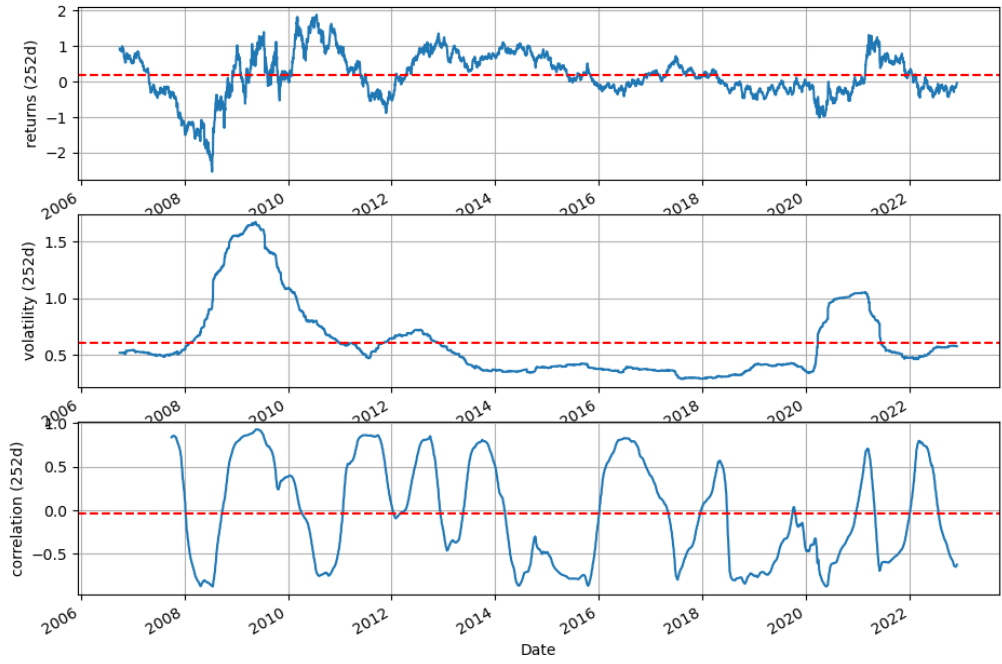
American Airlines (AAL) Günlük Getirileri Grafiği



American Airlines (AAL) Yıllıklandırılmış Günlük Logaritmik Getiriler

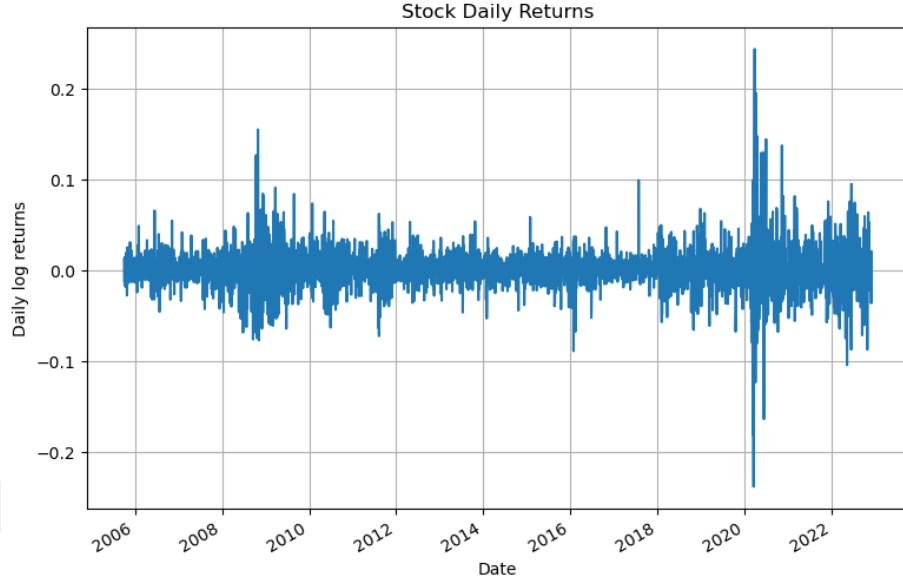


American Airlines (AAL) Hisse Senedi Volatilitesi

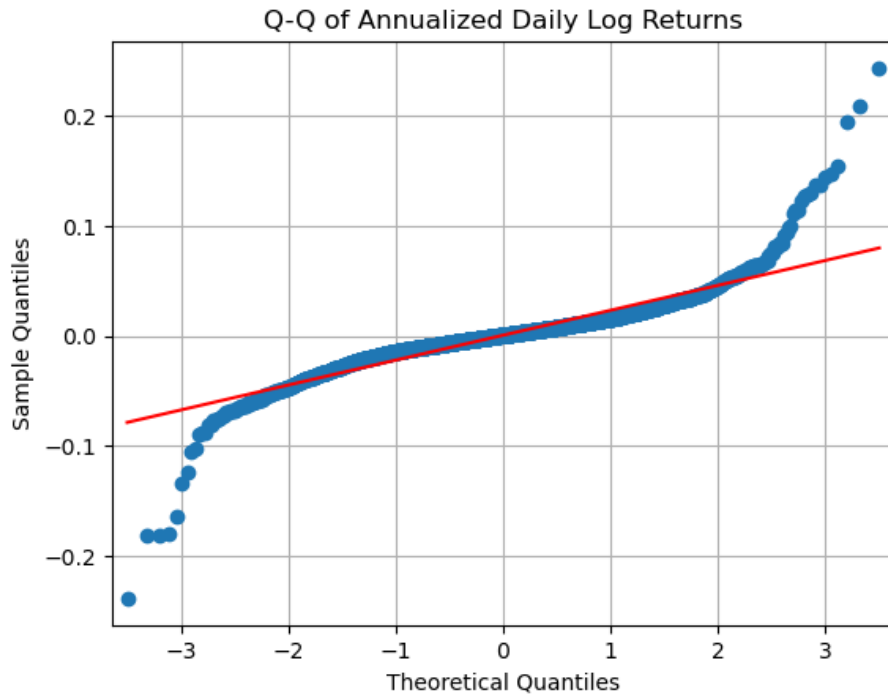


American Airlines'ın Ve SPX (S&P 500) Endeksin Karşılaştırılması

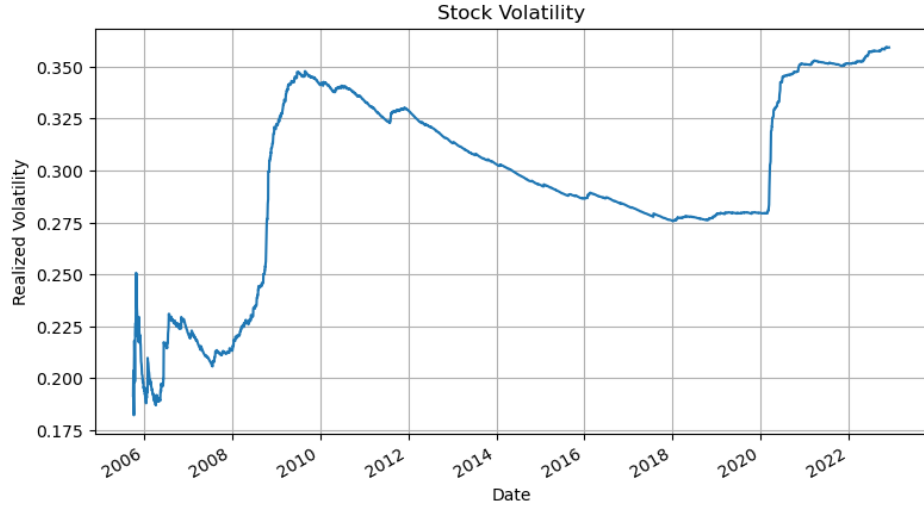
EK-3



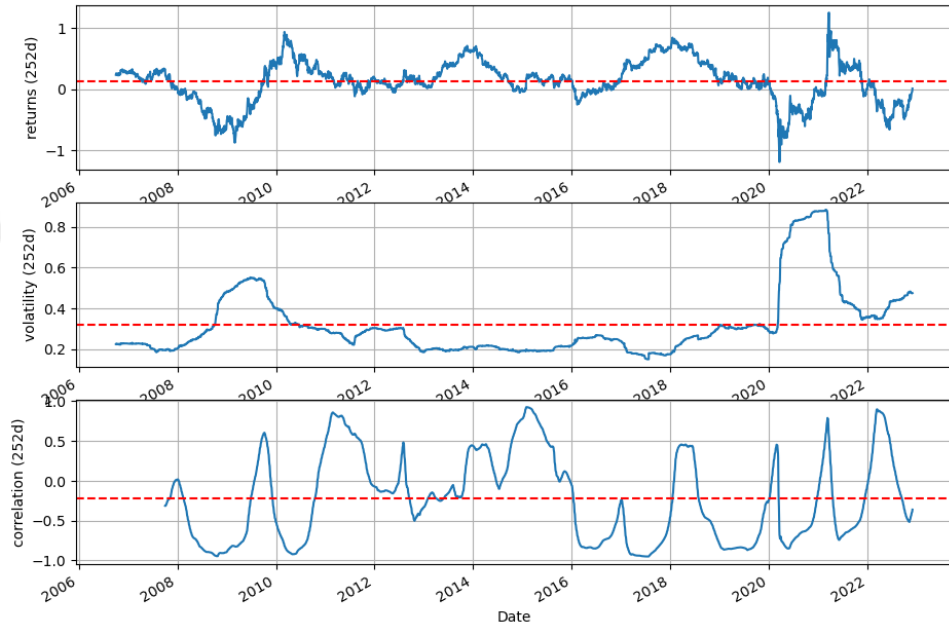
Boeing Co. (BA) Günlük Getirileri Grafiği



Boeing Co. (BA) Yıllıklandırılmış Günlük Logaritmik Getiriler



Boeing Co. (BA) Hisse Senedi Volatilitesi



Boeing'in ve SPX (S&P 500) Endeksin karşılaştırılması

EK-4

Python LPPLS Yöntemi Programlama Kodları

```
1. from multiprocessing import Pool
2. from matplotlib import pyplot as plt
3. from numba import njit
4. import numpy as np
5. import pandas as pd
6. import random
7. # from datetime import datetime as date
8. # from pandas._libs.tslibs.np_datetime import OutOfBoundsDatetime
9. from scipy.optimize import minimize
10. from tqdm import tqdm
11. import xarray as xr
12.
13. class LPPLS(object):
14.
15.     def __init__(self, observations):
16.         """
17.         Args:
18.             observations (np.array,pd.DataFrame): 2xM matrix with timestamp and
19.             observed value.
20.         """
21.         assert isinstance(observations, (np.ndarray, pd.DataFrame)), \
22.             f'Expected observations to be <pd.DataFrame> or <np.ndarray>, got
23.             :{type(observations)}'
24.         self.observations = observations
25.         self.coef_ = {}
26.         self.indicator_result = []
27.
28.     @staticmethod
29.     @njit
30.     def lppls(t, tc, m, w, a, b, c1, c2):
31.         return a + np.power(tc - t, m) * (b + ((c1 * np.cos(w * np.log(tc - t))) +
32.             (c2 * np.sin(w * np.log(tc - t)))))
33.
34.     def func_restricted(self, x, *args):
35.         """
36.         Finds the least square difference.
37.         See
38.         https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/generated/scipy.optimize.minimize.html
39.         Args:
40.             x(np.ndarray): 1-D array with shape (n,).
41.             args: Tuple of the fixed parameters needed to completely
42.             specify the function.
43.         Returns:
44.             (float)
45.         """
46.         tc = x[0]
47.         m = x[1]
48.         w = x[2]
49.         observations = args[0]
50.
51.         rM = self.matrix_equation(observations, tc, m, w)
52.         a, b, c1, c2 = rM[:, 0].tolist()
53.         # print('type', type(res))
54.         # print('func_restricted', res)
55.
56.         delta = [self.lppls(t, tc, m, w, a, b, c1, c2) for t in observations[0,
57. :]]
58.         delta = np.subtract(delta, observations[1, :])
```

```

55.         delta = np.power(delta, 2)
56.
57.         return np.sum(delta)
58.
59.     @staticmethod
60.     @njit
61.     def matrix_equation(observations, tc, m, w):
62.         """
63.         Derive linear parameters in LPPLs from nonlinear ones.
64.         """
65.         T = observations[0]
66.         P = observations[1]
67.         N = len(T)
68.
69.         # @TODO make taking tc - t or |tc - t| configurable
70.         dT = np.abs(tc - T)
71.         phase = np.log(dT)
72.
73.         fi = np.power(dT, m)
74.         gi = fi * np.cos(w * phase)
75.         hi = fi * np.sin(w * phase)
76.
77.         fi_pow_2 = np.power(fi, 2)
78.         gi_pow_2 = np.power(gi, 2)
79.         hi_pow_2 = np.power(hi, 2)
80.
81.         figi = np.multiply(fi, gi)
82.         fihi = np.multiply(fi, hi)
83.         gihi = np.multiply(gi, hi)
84.
85.         yi = P
86.         yifi = np.multiply(yi, fi)
87.         yigi = np.multiply(yi, gi)
88.         yihi = np.multiply(yi, hi)
89.
90.         matrix_1 = np.array([
91.             [N, np.sum(fi), np.sum(gi), np.sum(hi)],
92.             [np.sum(fi), np.sum(fi_pow_2), np.sum(figi), np.sum(fihi)],
93.             [np.sum(gi), np.sum(figi), np.sum(gi_pow_2), np.sum(gihi)],
94.             [np.sum(hi), np.sum(fihi), np.sum(gihi), np.sum(hi_pow_2)]
95.         ])
96.
97.         matrix_2 = np.array([
98.             [np.sum(yi)],
99.             [np.sum(yifi)],
100.            [np.sum(yigi)],
101.            [np.sum(yihi)]
102.        ])
103.
104.        return np.linalg.solve(matrix_1, matrix_2)
105.
106.    def fit(self, max_searches, minimizer='Nelder-Mead', obs=None):
107.        """
108.        Args:
109.            max_searches (int): The maxi amount of searches to perform before
110.            giving up. The literature suggests 25.
111.            minimizer (str): See list of valid methods to pass to
112.            scipy.optimize.minimize:
113.            https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/generated/scipy.optimize.minimize.html#scipy
114.            .optimize.minimize
115.            obs (Mx2 numpy array): the observed time-series data. Optional, if not
116.            included will use self.scaled_obs
117.        Returns:
118.            tc, m, w, a, b, c, c1, c2, 0, D
119.        """

```

```

116.         if obs is None:
117.             obs = self.observations
118.
119.
120.         # print('obs',obs)
121.         search_count = 0
122.         # find bubble
123.         while search_count < max_searches:
124.             tc_init_min, tc_init_max = self._get_tc_bounds(obs, 0.50, 0.50)
125.             t1 = obs[0, 0]
126.             t2 = obs[0, -1]
127.
128.             # @TODO make configurable
129.             # set random initialization limits for non-linear params
130.             init_limits = [
131.                 (max(t2 - 60, t2 - 0.5 * (t2 - t1)), min(t2 + 252, t2 + 0.5 * (t2
132. - t1))), # tc
133.                 # (tc_init_min, tc_init_max),
134.                 (0.0, 1.0), # m
135.                 (2.0, 15.0), # w
136.             ]
137.
138.             # randomly choose vals within bounds for non-linear params
139.             non_lin_vals = [random.uniform(a[0], a[1]) for a in init_limits]
140.
141.             tc = non_lin_vals[0]
142.             m = non_lin_vals[1]
143.             w = non_lin_vals[2]
144.             seed = np.array([tc, m, w])
145.
146.             # Increment search count on SVD convergence error, but raise all other
147.             # exceptions.
148.             try:
149.                 tc, m, w, a, b, c, c1, c2 = self.estimate_params(obs, seed,
150. minimizer)
151.
152.                 O = self.get_oscillations(w, tc, t1, t2)
153.                 D = self.get_damping(m, w, b, c)
154.                 return tc, m, w, a, b, c, c1, c2, O, D
155.             except Exception as e:
156.                 # print(e)
157.                 search_count += 1
158.
159.         return 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
160.
161.     def estimate_params(self, observations, seed, minimizer):
162.         """
163.         Args:
164.             observations (np.ndarray): the observed time-series data.
165.             seed (list): time-critical, omega, and m.
166.             minimizer (str): See list of valid methods to pass to
167.             scipy.optimize.minimize:
168.             https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/generated/scipy.optimize.minimize.html#scipy
169.             .optimize.minimize
170.         Returns:
171.             tc, m, w, a, b, c, c1, c2
172.         """
173.
174.         cofs = minimize(
175.             args=observations,
176.             fun=self.func_restricted,
177.             x0=seed,
178.             method=minimizer
179.         )
180.
181.         if cofs.success:
182.             tc = cofs.x[0]

```

```

176.         m = cofs.x[1]
177.         w = cofs.x[2]
178.         # r =
179.         # m_f =
180.
181.         rM = self.matrix_equation(observations, tc, m, w)
182.         a, b, c1, c2 = rM[:, 0].tolist()
183.
184.         c = self.get_c(c1, c2)
185.
186.         # Use sklearn format for storing fit params
187.         # @TODO only save when running single fits.
188.         for coef in ['tc', 'm', 'w', 'a', 'b', 'c', 'c1', 'c2']:
189.             self.coef_[coef] = eval(coef)
190.         return tc, m, w, a, b, c, c1, c2
191.     else:
192.         raise UnboundLocalError
193.
194.     def plot_fit(self, show_tc=False):
195.         """
196.         Args:
197.             observations (Mx2 numpy array): the observed data
198.         Returns:
199.             nothing, should plot the fit
200.         """
201.         tc, m, w, a, b, c, c1, c2 = self.coef_.values()
202.         time_ord = [pd.Timestamp.fromordinal(d) for d in self.observations[0,
203.         :].astype('int32')]
204.         t_obs = self.observations[0, :]
205.         # ts = pd.to_datetime(t_obs*10**9)
206.         # compatible_date = np.array(ts, dtype=np.datetime64)
207.         lppls_fit = [self.lppls(t, tc, m, w, a, b, c1, c2) for t in t_obs]
208.         price = self.observations[1, :]
209.
210.         first = t_obs[0]
211.         last = t_obs[-1]
212.
213.         O = ((w / (2.0 * np.pi)) * np.log((tc - first) / (tc - last)))
214.         D = (m * np.abs(b)) / (w * np.abs(c))
215.
216.         fig, (ax1) = plt.subplots(nrows=1, ncols=1, sharex=True, figsize=(14, 8))
217.         # fig.suptitle(
218.         #     'Single Fit\ntc: {:.2f}, m: {:.2f}, w: {:.2f}, a: {:.2f}, b: {:.2f},
219.         #     c: {:.2f}, O: {:.2f}, D: {:.2f}'.format(tc, m, w, a, b, c, O, D),
220.         #     fontsize=16)
221.
222.         ax1.plot(time_ord, price, label='price', color='black', linewidth=0.75)
223.         ax1.plot(time_ord, lppls_fit, label='lppls fit', color='blue', alpha=0.5)
224.         # if show_tc:
225.         #     ax1.axvline(x=np.array(tc_ts, dtype=np.datetime64),
226.         # label='tc={}'.format(ts), color='red', alpha=0.5)
227.         # set grids
228.         ax1.grid(which='major', axis='both', linestyle='--')
229.         # set labels
230.         ax1.set_ylabel('ln(p)')
231.         ax1.legend(loc=2)
232.
233.         plt.xticks(rotation=45)
234.         # ax1.xaxis.set_major_formatter(months)
235.         # # rotates and right aligns the x labels, and moves the bottom of the
236.         # # axes up to make room for them
237.         # fig.autofmt_xdate()
238.
239.     def compute_indicators(self, res, filter_conditions_config=None):
240.         pos_lst = []

```



```

300.         else:
301.             0 = np.inf
302.
303.         O_in_range = 0 > O_min
304.         D_in_range = D > D_min # if m > 0 and w > 0 else False
305.
306.         if tc_in_range and m_in_range and w_in_range and O_in_range and
D_in_range:
307.             is_qualified = True
308.         else:
309.             is_qualified = False
310.
311.         if b < 0:
312.             pos_count += 1
313.             if is_qualified:
314.                 pos_qual_count += 1
315.         if b > 0:
316.             neg_count += 1
317.             if is_qualified:
318.                 neg_qual_count += 1
319.
320.         pos_conf = pos_qual_count / pos_count if pos_count > 0 else 0
321.         neg_conf = neg_qual_count / neg_count if neg_count > 0 else 0
322.         pos_conf_lst.append(pos_conf)
323.         neg_conf_lst.append(neg_conf)
324.
325.         # pos_lst.append(pos_count / (pos_count + neg_count))
326.         # neg_lst.append(neg_count / (pos_count + neg_count))
327.
328.         # tc_lst.append(tc_cnt)
329.         # m_lst.append(m_cnt)
330.         # w_lst.append(w_cnt)
331.         # O_lst.append(O_cnt)
332.         # D_lst.append(D_cnt)
333.
334.         res_df = pd.DataFrame({
335.             'time': ts,
336.             'price': price,
337.             'pos_conf': pos_conf_lst,
338.             'neg_conf': neg_conf_lst,
339.             '_fits': _fits,
340.         })
341.         return res_df
342.         # return ts, price, pos_lst, neg_lst, pos_conf_lst, neg_conf_lst, #tc_lst,
m_lst, w_lst, O_lst, D_lst
343.
344.     def plot_confidence_indicators(self, res):
345.         """
346.         Args:
347.             res (list): result from mp_compute_indicator
348.             condition_name (str): the name you assigned to the filter condition in
your config
349.             title (str): super title for both subplots
350.         Returns:
351.             nothing, should plot the indicator
352.         """
353.         res_df = self.compute_indicators(res)
354.         # print(res_df)
355.         fig, (ax1, ax2) = plt.subplots(nrows=2, ncols=1, sharex=True, figsize=(18,
10))
356.         # fig.suptitle(
357.         #     'Qualified Fit Boundaries: {\m1\': 0.01, \mu\': 0.99, \w1\': 2.1,
\wu\': 14.9, \oscl\': 2.5, \Dl\': 0.5, \tcl\': 0.99, \tcu\': 0.99}',
358.         #     fontsize=16)
359.
360.         ord = res_df['time'].astype('int32')

```

```

361.         ts = [pd.Timestamp.fromordinal(d) for d in ord]
362.
363.         # plot pos bubbles
364.         ax1_0 = ax1.twinx()
365.         ax1.plot(ts, res_df['price'], color='black', linewidth=0.75)
366.         # ax1_0.plot(compatible_date, pos_lst, label='pos bubbles', color='gray',
alpha=0.5)
367.         ax1_0.plot(ts, res_df['pos_conf'], label='bubble indicator (pos)',
color='red', alpha=0.5)
368.
369.         # plot neg bubbles
370.         ax2_0 = ax2.twinx()
371.         ax2.plot(ts, res_df['price'], color='black', linewidth=0.75)
372.         # ax2_0.plot(compatible_date, neg_lst, label='neg bubbles', color='gray',
alpha=0.5)
373.         ax2_0.plot(ts, res_df['neg_conf'], label='bubble indicator (neg)',
color='green', alpha=0.5)
374.
375.         # if debug:
376.         #     ax3.plot(ts, tc_lst, label='tc count')
377.         #     ax3.plot(ts, m_lst, label='m count')
378.         #     ax3.plot(ts, w_lst, label='w count')
379.         #     ax3.plot(ts, O_lst, label='O count')
380.         #     ax3.plot(ts, D_lst, label='D count')
381.
382.         # set grids
383.         ax1.grid(which='major', axis='both', linestyle='--')
384.         ax2.grid(which='major', axis='both', linestyle='--')
385.
386.         # set labels
387.         ax1.set_ylabel('ln(p)')
388.         ax2.set_ylabel('ln(p)')
389.
390.         ax1_0.set_ylabel('bubble indicator (pos)')
391.         ax2_0.set_ylabel('bubble indicator (neg)')
392.
393.         ax1_0.legend(loc=2)
394.         ax2_0.legend(loc=2)
395.
396.         plt.xticks(rotation=45)
397.         # format the ticks
398.         # ax1.xaxis.set_major_locator(years)
399.         # ax2.xaxis.set_major_locator(years)
400.         # ax1.xaxis.set_major_formatter(years_fmt)
401.         # ax2.xaxis.set_major_formatter(years_fmt)
402.         # ax1.xaxis.set_minor_locator(months)
403.         # ax2.xaxis.set_minor_locator(months)
404.
405.         # rotates and right aligns the x labels, and moves the bottom of the
406.         # axes up to make room for them
407.         # fig.autofmt_xdate()
408.
409.         def mp_compute_nested_fits(self, workers, window_size=80,
smallest_window_size=20, outer_increment=5, inner_increment=2, max_searches=25,
filter_conditions_config={}):
410.             obs_copy = self.observations
411.             obs_opy_len = len(obs_copy[0]) - window_size
412.             func = self._func_compute_nested_fits
413.
414.             # print('obs_copy', obs_copy)
415.             # print('obs_opy_len', obs_opy_len)
416.
417.             func_arg_map = [(
418.                 obs_copy[:, i:window_size + i],
419.                 window_size,
420.                 i,

```

```

421.         smallest_window_size,
422.         outer_increment,
423.         inner_increment,
424.         max_searches,
425.     ) for i in range(0, obs_opy_len+1, outer_increment)]
426.
427.     with Pool(processes=workers) as pool:
428.         self.indicator_result = list(tqdm(pool.imap(func, func_arg_map),
total=len(func_arg_map)))
429.
430.     return self.indicator_result
431.
432.     def compute_nested_fits(self, window_size=80, smallest_window_size=20,
outer_increment=5, inner_increment=2,
433.                             max_searches=25):
434.         obs_copy = self.observations
435.         obs_copy_len = len(obs_copy[0]) - window_size
436.         window_delta = window_size - smallest_window_size
437.         res = []
438.         i_idx = 0
439.         for i in range(0, obs_copy_len + 1, outer_increment):
440.             j_idx = 0
441.             obs = obs_copy[:, i:window_size + i]
442.             t1 = obs[0][0]
443.             t2 = obs[0][-1]
444.             res.append([])
445.             i_idx += 1
446.             for j in range(0, window_delta, inner_increment):
447.                 obs_shrinking_slice = obs[:, j:window_size]
448.                 tc, m, w, a, b, c, c1, c2, 0, D = self.fit(max_searches,
obs=obs_shrinking_slice)
449.                 res[i_idx-1].append([])
450.                 j_idx += 1
451.                 for k in [t2, t1, a, b, c, m, 0, tc]:
452.                     res[i_idx-1][j_idx-1].append(k)
453.         return xr.DataArray(
454.             data=res,
455.             dims=('t2', 'windowsizes', 'params'),
456.             coords=dict(
457.                 t2=obs_copy[0][(window_size-1):],
458.                 windowsizes=range(smallest_window_size, window_size,
inner_increment),
459.                 params=['t2', 't1', 'a', 'b', 'c', 'm', '0', 'tc'],
460.             )
461.         )
462.
463.     def _func_compute_nested_fits(self, args):
464.
465.         obs, window_size, n_iter, smallest_window_size, outer_increment,
inner_increment, max_searches = args
466.
467.         window_delta = window_size - smallest_window_size
468.
469.         res = []
470.
471.         # print('obs', obs)
472.         t1 = obs[0][0]
473.         t2 = obs[0][-1]
474.         p1 = obs[1][0]
475.         p2 = obs[1][-1]
476.
477.         # if self.scale_obs:
478.         #     t1 = self.inverse_transform_observations([[t1, p1]])[0, 0]
479.         #     t2 = self.inverse_transform_observations([[t2, p2]])[0, 0]
480.         #     p1 = self.inverse_transform_observations([[t1, p1]])[0, 1]
481.         #     p2 = self.inverse_transform_observations([[t2, p2]])[0, 1]

```

```

482.
483.             # tc_init_min, tc_init_max =
self._get_tc_bounds(obs_shrinking_slice, tc_min, tc_max)
484.             #
485.             # tc_in_range = last - tc_init_min < tc < last + tc_init_max
486.             # m_in_range = m_min < m < m_max
487.             # w_in_range = w_min < w < w_max
488.             # O_in_range = self._is_O_in_range(tc, w, last, O_min)
489.             # D_in_range = self._is_D_in_range(m, w, b, c, D_min)
490.             #
491.             # qualified[value] = tc_in_range and m_in_range and w_in_range
and O_in_range and D_in_range
492.
493.         # run n fits on the observation slice.
494.         for j in range(0, window_delta, inner_increment):
495.             obs_shrinking_slice = obs[:, j:window_size]
496.
497.             # fit the model to the data and get back the params
498.             if self.__class__.__name__ == 'LPPLSCMAES':
499.                 # print('cmaes fit is running!')
500.                 tc, m, w, a, b, c, c1, c2, O, D = self.fit(max_iteration=2500,
pop_size=4, obs=obs_shrinking_slice)
501.             else:
502.                 tc, m, w, a, b, c, c1, c2, O, D = self.fit(max_searches,
obs=obs_shrinking_slice)
503.
504.                 nested_t1 = obs_shrinking_slice[0][0]
505.                 nested_t2 = obs_shrinking_slice[0][-1]
506.                 nested_p1 = obs_shrinking_slice[1][0]
507.                 nested_p2 = obs_shrinking_slice[1][-1]
508.
509.                 # TODO consider rescaling data to be in [0, 1] for perf?
510.                 # if self.scale_obs:
511.                 #     sub_t1 = self.inverse_transform_observations([[sub_t1,
sub_p1]])[0, 0]
512.                 #     sub_t2 = self.inverse_transform_observations([[sub_t2,
sub_p2]])[0, 0]
513.                 #     tc = self.inverse_transform_observations([[tc, 0]])[0, 0]
514.
515.                 res.append({
516.                     # 'tc': self.ordinal_to_date(tc),
517.                     'tc': tc,
518.                     'm': m,
519.                     'w': w,
520.                     'a': a,
521.                     'b': b,
522.                     'c': c,
523.                     'c1': c1,
524.                     'c2': c2,
525.                     # 't1': self.ordinal_to_date(nested_t1),
526.                     # 't2': self.ordinal_to_date(nested_t2),
527.                     't1': nested_t1,
528.                     't2': nested_t2,
529.                     'O': O,
530.                     'D': D,
531.                 })
532.
533.                 # return {'t1': self.ordinal_to_date(t1), 't2': self.ordinal_to_date(t2),
'p2': p2, 'res': res}
534.                 return {'t1': t1, 't2': t2, 'p2': p2, 'res': res}
535.
536.         def _get_tc_bounds(self, obs, lower_bound_pct, upper_bound_pct):
537.             """
538.             Args:
539.                 obs (Mx2 numpy array): the observed data

```

```

540.         lower_bound_pct (float): percent of (t_2 - t_1) to use as the LOWER
bound initial value for the optimization
541.         upper_bound_pct (float): percent of (t_2 - t_1) to use as the UPPER
bound initial value for the optimization
542.     Returns:
543.         tc_init_min, tc_init_max
544.     """
545.     t_first = obs[0][0]
546.     t_last = obs[0][-1]
547.     t_delta = t_last - t_first
548.     pct_delta_min = t_delta * lower_bound_pct
549.     pct_delta_max = t_delta * upper_bound_pct
550.     tc_init_min = t_last - pct_delta_min
551.     tc_init_max = t_last + pct_delta_max
552.     return tc_init_min, tc_init_max
553.
554.     def _is_0_in_range(self, tc, w, last, O_min):
555.         return ((w / (2 * np.pi)) * np.log(abs(tc / (tc - last)))) > O_min
556.
557.     def _is_D_in_range(self, m, w, b, c, D_min):
558.         return False if m <= 0 or w <= 0 else abs((m * b) / (w * c)) > D_min
559.
560.     def get_oscillations(self, w, tc, t1, t2):
561.         return ((w / (2.0 * np.pi)) * np.log((tc - t1) / (tc - t2)))
562.
563.     def get_damping(self, m, w, b, c):
564.         return (m * np.abs(b)) / (w * np.abs(c))
565.
566.     def get_c(self, c1, c2):
567.         if c1 and c2:
568.             # c = (c1 ** 2 + c2 ** 2) ** 0.5
569.             return c1 / np.cos(np.arctan(c2 / c1))
570.         else:
571.             return 0
572.
573.     # def ordinal_to_date(self, ordinal):
574.     #     # Since pandas represents timestamps in nanosecond resolution,
575.     #     # the time span that can be represented using a 64-bit integer
576.     #     # is limited to approximately 584 years
577.     #     try:
578.     #         return date.fromordinal(int(ordinal))
579.     #     except (ValueError, OutOfBoundsDatetime):
580.     #         return pd.NaT
581.

```

EK-5

LPPLS Konfigürasyon ve görselleştirme ilgili python kodları

```
1. from lppls import lppls, data_loader
2. import numpy as np
3. import pandas as pd
4. from datetime import datetime as dt
5. %matplotlib inline
6.
7. # read example dataset into df
8. data = data_loader.nasdaq_dotcom()
9.
10. # convert time to ordinal
11. time = [pd.Timestamp.toordinal(dt.strptime(t1, '%Y-%m-%d')) for t1 in data['Date']]
12.
13. # create list of observation data
14. price = np.log(data['Adj Close'].values)
15.
16. # create observations array (expected format for LPPLS observations)
17. observations = np.array([time, price])
18.
19. # set the max number for searches to perform before giving-up
20. # the literature suggests 25
21. MAX_SEARCHES = 25
22.
23. # instantiate a new LPPLS model with the Nasdaq Dot-com bubble dataset
24. lppls_model = lppls.LPPLS(observations=observations)
25.
26. # fit the model to the data and get back the params
27. tc, m, w, a, b, c, c1, c2, O, D = lppls_model.fit(MAX_SEARCHES)
28.
29. # visualize the fit
30. lppls_model.plot_fit()
31.
```

Güven Göstergesinin Hesaplanması

```
1. # compute the confidence indicator
2. res = lppls_model.mp_compute_nested_fits(
3.     workers=8,
4.     window_size=120,
5.     smallest_window_size=30,
6.     outer_increment=1,
7.     inner_increment=5,
8.     max_searches=25,
9.     # filter_conditions_config={} # not implemented in 0.6.x
10. )
11.
12. lppls_model.plot_confidence_indicators(res)
13. # should give a plot
14.
```

EK-6

time	price	pos_conf
3.02.2014	3.515347	0.5
23.06.2014	3.725227	0.454545
24.02.2014	3.550061	0.4
20.01.2014	3.35548	0.384615
29.12.2014	3.933391	0.363636
10.02.2014	3.479384	0.357143
5.01.2015	3.897704	0.357143
23.12.2013	3.15751	0.352941
17.02.2014	3.529267	0.307692
29.11.2010	2.342562	0.285714
27.01.2014	3.454074	0.285714
16.06.2014	3.737649	0.285714
26.05.2014	3.633908	0.272727
21.10.2013	3.038874	0.266667
22.11.2010	2.400625	0.25
11.11.2013	3.114497	0.235294
7.07.2014	3.699442	0.230769
22.12.2014	3.89655	0.230769
12.05.2014	3.592474	0.214286
6.05.2013	2.817986	0.181818
30.06.2014	3.669618	0.181818
14.07.2014	3.700375	0.181818
13.05.2013	2.886002	0.153846
3.03.2014	3.605111	0.153846
10.03.2014	3.533956	0.153846
6.01.2014	3.320329	0.142857
13.01.2014	3.342901	0.142857
19.05.2014	3.607415	0.142857
16.02.2015	3.880317	0.142857
26.07.2010	2.325202	0.125
28.10.2013	3.051882	0.125
16.12.2013	3.211746	0.125
14.06.2010	2.286681	0.111111
28.06.2010	2.04395	0.111111
2.08.2010	2.191275	0.111111
24.06.2013	2.739537	0.111111
20.05.2013	2.843008	0.1
15.12.2014	3.872199	0.1
22.02.2021	3.041661	0.1

7.06.2010	2.236597	0.090909
2.03.2015	3.8193	0.090909
1.04.2013	2.695971	0.083333
22.04.2013	2.749837	0.083333
5.08.2013	2.864198	0.083333
7.04.2014	3.457941	0.083333
8.02.2021	2.848971	0.083333
25.02.2013	2.551842	0.076923
29.04.2013	2.775426	0.076923
27.05.2013	2.80723	0.076923
29.07.2013	2.881256	0.076923
30.09.2013	2.962924	0.076923
4.11.2013	3.08562	0.076923
30.12.2013	3.21969	0.076923
12.01.2015	3.854291	0.076923
30.03.2015	3.843586	0.076923
6.04.2015	3.813659	0.076923
9.12.2013	3.207941	0.066667

American Airlines'ın, LPPLS yöntemi sonucu ortaya çıkan pozitif fiyat köpükleri ve görüldüğü ilgili tarihler.

time	price	neg_conf
12.05.2008	1.995161	0.714286
28.04.2008	2.106656	0.6
31.03.2008	2.184933	0.583333
5.05.2008	1.898311	0.545455
14.04.2008	2.024221	0.461538
7.04.2008	2.116924	0.416667
21.04.2008	1.909547	0.4
19.05.2008	1.371348	0.4
26.09.2022	2.488234	0.4
7.10.2019	3.302157	0.384615
3.10.2022	2.499795	0.375
19.09.2022	2.502255	0.333333
26.05.2008	1.317281	0.3
2.06.2008	1.35689	0.3
30.09.2019	3.244612	0.3
16.06.2008	1.088439	0.285714
25.07.2022	2.618125	0.285714
24.02.2020	2.947067	0.25
10.10.2022	2.573375	0.25
9.06.2008	0.991858	0.230769
16.09.2019	3.324922	0.2
5.12.2011	1.667368	0.181818
10.08.2020	2.590017	0.181818
23.06.2008	0.837125	0.166667
30.06.2008	0.816506	0.166667
13.04.2020	2.448416	0.166667
20.04.2020	2.333114	0.166667
3.08.2020	2.567254	0.166667
17.08.2020	2.498152	0.153846
25.03.2019	3.44489	0.142857
27.04.2020	2.36462	0.142857
4.05.2020	2.316488	0.142857
10.03.2008	2.056087	0.125
27.07.2020	2.408745	0.125
17.10.2022	2.618125	0.125
24.10.2022	2.639057	0.125
5.09.2022	2.652537	0.111111
21.09.2009	1.542443	0.1
2.09.2019	3.317751	0.1
30.03.2020	2.239645	0.1
12.09.2022	2.621039	0.1

13.06.2016	3.339195	0.090909
11.05.2020	2.201659	0.090909
18.05.2020	2.272126	0.090909
2.11.2020	2.438863	0.090909
30.03.2009	1.029599	0.083333
5.09.2011	1.554467	0.083333
28.01.2019	3.570529	0.083333
14.01.2008	2.499813	0.076923
21.01.2008	2.449823	0.076923
23.07.2018	3.659696	0.076923
21.01.2019	3.538736	0.066667
14.10.2019	3.333106	0.066667
6.07.2009	0.663743	0.0625
12.11.2018	3.588098	0.0625
14.01.2019	3.509437	0.0625
29.06.2009	0.841198	0.058824

American Airlines'ın, LPPLS yöntemi sonucu ortaya çıkan negatif fiyat köpükleri ve görüldüğü ilgili tarihler.

time	price	pos_conf
10.07.2017	2.591891	0.181818
3.07.2017	2.542782	0.153846
5.06.2017	2.411439	0.1
17.07.2017	2.451867	0.1
28.04.2014	2.369309	0.090909
24.07.2017	2.450574	0.090909
26.06.2017	2.524528	0.083333
29.11.2010	2.65921	0.076923
11.02.2013	2.131441	0.076923
22.05.2017	2.292939	0.076923
29.05.2017	2.341325	0.076923
19.06.2017	2.408296	0.076923
11.09.2017	2.60306	0.076923
1.01.2018	2.643334	0.076923
4.02.2013	2.113722	0.071429
21.08.2017	2.526928	0.071429
10.01.2011	2.688867	0.066667
28.08.2017	2.574519	0.066667
18.09.2017	2.583998	0.066667

AF-KLM, LPPLS yöntemi sonucu ortaya çıkan pozitif fiyat köpükleri ve görüldüğü ilgili tarihler.

time	price	neg_conf
26.01.2009	2.016235	0.470588
2.02.2009	2.092975	0.466667
11.06.2012	1.163151	0.461538
2.11.2020	1.123305	0.461538
10.11.2008	2.357073	0.454545
21.05.2012	1.234017	0.454545
28.05.2012	1.203873	0.416667
2.03.2009	1.850814	0.4
14.05.2012	1.250188	0.384615
4.06.2012	1.224363	0.384615
19.10.2020	1.190888	0.384615
26.10.2020	1.033184	0.384615
9.02.2009	2.077064	0.357143
16.02.2009	2.021548	0.357143
7.07.2008	2.595813	0.333333
17.11.2008	2.22029	0.333333
9.03.2009	1.938022	0.333333
23.03.2009	1.884035	0.333333
23.02.2009	1.985131	0.3125
5.12.2022	0.223543	0.285714
9.11.2020	1.359694	0.266667
30.03.2009	2.059876	0.25
19.12.2011	1.375991	0.25
27.07.2020	1.249615	0.230769
4.06.2018	1.919859	0.214286
18.05.2020	1.282044	0.214286
30.06.2008	2.628131	0.2
16.03.2009	1.954445	0.2
4.05.2009	2.366967	0.2
12.12.2011	1.372449	0.2
26.12.2011	1.379521	0.2
20.07.2015	1.891906	0.2
16.11.2020	1.441256	0.2
14.11.2022	0.236257	0.2
5.12.2011	1.435323	0.166667
18.06.2012	1.316408	0.166667
21.05.2018	1.977686	0.166667
20.04.2020	1.495597	0.153846
31.08.2020	1.335527	0.153846
23.07.2012	1.359694	0.142857
10.08.2020	1.339203	0.142857

21.11.2022	0.257738	0.142857
2.01.2012	1.375486	0.133333
11.05.2020	1.366602	0.125
18.07.2022	0.224742	0.125
10.10.2022	0.345361	0.125
25.05.2020	1.401922	0.117647
25.02.2008	2.864334	0.111111
10.03.2008	2.749755	0.111111
9.07.2012	1.393022	0.111111
1.08.2022	0.445967	0.111111
4.02.2008	2.871008	0.1
3.11.2008	2.460443	0.1
6.04.2009	2.141007	0.1
25.06.2018	1.943622	0.1
28.09.2020	1.055009	0.1
14.01.2008	2.913868	0.090909
18.02.2008	2.863217	0.090909
23.06.2008	2.71473	0.090909
28.05.2018	1.943335	0.090909
12.10.2020	1.098946	0.090909
26.09.2022	0.262749	0.090909
3.12.2007	3.186434	0.083333
28.01.2008	2.919693	0.083333
21.11.2011	1.367112	0.083333
9.01.2012	1.445506	0.083333
7.05.2012	1.326013	0.083333
19.09.2016	1.571528	0.083333
26.09.2016	1.565068	0.083333
11.06.2018	1.946767	0.083333
7.09.2020	1.301825	0.083333
14.09.2020	1.29719	0.083333
3.10.2022	0.270027	0.083333
12.11.2007	3.144735	0.076923
5.09.2011	1.79857	0.076923
14.11.2011	1.4083	0.076923
31.08.2015	1.865939	0.076923
18.06.2018	2.04174	0.076923
4.05.2020	1.438175	0.076923
21.09.2020	1.085189	0.076923
28.03.2022	1.410743	0.076923
22.12.2008	2.259678	0.071429
19.01.2009	1.950187	0.071429

7.11.2011	1.547137	0.071429
10.08.2015	1.826322	0.071429
30.04.2018	2.09137	0.071429
14.05.2018	1.954445	0.071429
13.07.2020	1.419004	0.071429
20.07.2020	1.382035	0.071429
3.08.2020	1.346774	0.071429
5.10.2020	1.161587	0.071429
30.04.2012	1.247032	0.066667
27.07.2015	1.874107	0.066667
3.08.2015	1.864235	0.066667
23.01.2017	1.638608	0.066667
22.08.2022	0.366031	0.066667

AF-KLM, LPPLS yöntemi sonucu ortaya çıkan negatif fiyat köpükleri ve görüldüğü ilgili tarihler.

time	price	pos_conf
19.03.2018	4.454761	0.6875
28.05.2018	4.538603	0.642857
26.03.2018	4.464187	0.615385
2.04.2018	4.470563	0.615385
30.04.2018	4.531535	0.5625
7.05.2018	4.539206	0.538462
21.05.2018	4.526659	0.533333
12.03.2012	3.23549	0.5
9.04.2018	4.439361	0.5
16.04.2018	4.468123	0.5
22.01.2018	4.417931	0.461538
9.07.2018	4.616111	0.461538
12.02.2018	4.482462	0.428571
23.04.2018	4.51354	0.428571
5.03.2012	3.201477	0.416667
5.03.2018	4.511351	0.4
4.06.2018	4.553681	0.4
30.07.2018	4.619458	0.4
6.01.2014	3.858468	0.384615
14.05.2018	4.522885	0.384615
13.01.2014	3.889634	0.363636
11.03.2013	3.583906	0.357143
29.01.2018	4.400018	0.357143
23.07.2018	4.632732	0.357143
25.02.2013	3.494682	0.352941
27.05.2013	3.626768	0.333333
17.06.2013	3.553513	0.333333
5.02.2018	4.348347	0.333333
26.02.2018	4.465784	0.333333
16.07.2018	4.600724	0.333333
30.12.2013	3.878526	0.3125
1.08.2011	2.874672	0.307692
23.12.2013	3.875685	0.307692
12.03.2018	4.48737	0.307692
19.02.2018	4.511046	0.3
27.06.2011	2.934211	0.294118
20.08.2018	4.617042	0.285714
3.09.2018	4.591986	0.272727
13.06.2011	2.86354	0.266667
11.06.2018	4.580088	0.266667
25.06.2018	4.547318	0.266667

19.03.2012	3.214696	0.25
16.12.2013	3.869622	0.25
20.01.2014	3.812189	0.25
27.01.2014	3.808963	0.25
14.02.2011	2.853287	0.230769
11.12.2017	4.36861	0.230769
20.04.2015	4.036815	0.222222
9.05.2011	2.917681	0.214286
23.05.2011	2.888235	0.214286
30.05.2011	2.847264	0.214286
6.06.2011	2.848266	0.214286
28.10.2013	3.770206	0.214286
18.07.2011	3.010536	0.2
25.07.2011	2.984635	0.2
18.06.2018	4.551101	0.2
25.04.2011	2.817552	0.1875
4.04.2011	2.818509	0.181818
3.02.2014	3.807061	0.181818
12.07.2021	4.692046	0.181818
4.07.2011	2.939196	0.176471
15.01.2018	4.453361	0.166667
9.08.2021	4.734515	0.166667
7.02.2011	2.858585	0.153846
13.02.2012	3.098553	0.153846
25.03.2013	3.513754	0.153846
20.05.2013	3.582496	0.153846
3.06.2013	3.617092	0.153846
10.06.2013	3.603529	0.153846
9.12.2013	3.833744	0.153846
24.04.2017	4.23019	0.153846
2.07.2018	4.529608	0.153846
27.08.2018	4.60544	0.153846
2.05.2011	2.82042	0.142857
20.06.2011	2.907343	0.142857
10.09.2012	3.063406	0.142857
17.09.2012	3.078894	0.142857
26.08.2013	3.621229	0.142857
7.10.2013	3.733172	0.142857
18.11.2013	3.792288	0.142857
6.08.2018	4.617228	0.142857
16.05.2011	2.901307	0.133333
13.08.2018	4.619086	0.133333

19.07.2021	4.699789	0.125
17.01.2011	2.793326	0.111111
26.03.2012	3.222707	0.111111
27.08.2012	3.244211	0.111111
27.02.2017	4.168986	0.111111
2.08.2021	4.747083	0.111111
13.05.2013	3.600556	0.1
8.05.2017	4.233284	0.1
22.05.2017	4.225735	0.1
23.08.2021	4.73087	0.1
4.02.2013	3.389036	0.090909
11.02.2013	3.384747	0.090909
6.05.2013	3.558338	0.090909
23.11.2015	4.098593	0.090909
16.08.2010	2.662803	0.083333
30.09.2013	3.742154	0.083333
1.05.2017	4.252175	0.083333
29.05.2017	4.248478	0.083333
4.12.2017	4.397742	0.083333
22.04.2019	4.756434	0.083333
28.06.2021	4.706225	0.083333
11.04.2011	2.825657	0.076923
8.08.2011	2.859334	0.076923
16.01.2012	3.042825	0.076923
30.01.2012	3.113922	0.076923
18.03.2013	3.554476	0.076923
15.07.2013	3.59885	0.076923
29.07.2013	3.653941	0.076923
1.04.2019	4.715982	0.076923
15.03.2021	4.563974	0.076923
4.03.2013	3.521283	0.071429
24.06.2013	3.561213	0.071429
9.09.2013	3.648377	0.071429
21.10.2013	3.738693	0.071429
16.10.2017	4.314008	0.071429
23.10.2017	4.38386	0.071429
24.09.2018	4.623348	0.071429
12.08.2019	4.765908	0.071429
23.09.2019	4.732685	0.071429
14.10.2019	4.744381	0.071429
27.01.2020	4.845713	0.071429
5.04.2021	4.601874	0.071429

18.04.2011	2.833932	0.066667
18.02.2013	3.412862	0.066667
11.11.2013	3.796339	0.066667
25.11.2013	3.802288	0.066667
1.07.2019	4.778509	0.066667
5.08.2019	4.782834	0.066667
5.12.2022	4.715279	0.066667
11.07.2011	2.964179	0.0625
20.03.2017	4.152695	0.0625
10.04.2017	4.171231	0.0625
13.04.2015	3.99031	0.058824
13.02.2017	4.084436	0.058824
27.03.2017	4.171231	0.058824
27.04.2015	3.987411	0.055556
4.05.2015	4.00974	0.055556
11.05.2015	3.968853	0.055556

Airbus SE., LPPLS yöntemi sonucu ortaya çıkan pozitif fiyat köpükleri ve görüldüğü ilgili tarihler.

time	price	neg_conf
11.08.2008	2.518943	0.5
4.08.2008	2.462829	0.454545
1.12.2008	2.195957	0.384615
26.09.2022	4.4874	0.333333
24.11.2008	2.283991	0.285714
29.12.2008	2.297542	0.266667
15.12.2008	2.219773	0.25
19.09.2022	4.521571	0.25
3.10.2022	4.525369	0.25
8.12.2008	2.21806	0.230769
23.06.2008	2.259619	0.214286
5.09.2022	4.564348	0.2
28.07.2008	2.257973	0.1875
17.11.2008	2.128435	0.181818
30.06.2008	2.202074	0.166667
10.11.2008	2.271879	0.153846
10.03.2008	2.50188	0.142857
21.07.2008	2.307783	0.142857
18.08.2008	2.467516	0.125
4.02.2008	2.535549	0.1
9.06.2008	2.411889	0.1
4.05.2009	2.253433	0.1
2.06.2008	2.405512	0.083333
16.06.2008	2.340168	0.083333
3.11.2008	2.28158	0.083333
22.12.2008	2.18627	0.083333
17.03.2008	2.361896	0.076923
18.05.2020	3.975489	0.0625

Airbus SE, LPPLS yöntemi sonucu ortaya çıkan negatif fiyat köpükleri ve görüldüğü ilgili tarihler.

time	price	pos_conf
17.04.2017	5.127984	1
8.01.2018	5.769588	0.75
14.10.2013	4.647598	0.666667
20.03.2017	5.102379	0.666667
3.04.2017	5.119465	0.666667
10.07.2017	5.280531	0.666667
11.06.2018	5.84195	0.666667
14.05.2007	4.253123	0.5
23.07.2007	4.323833	0.5
6.08.2007	4.271681	0.5
18.04.2011	4.104376	0.5
4.11.2013	4.733351	0.5
13.02.2017	5.084532	0.5
10.04.2017	5.101241	0.5
1.05.2017	5.153328	0.5
3.07.2017	5.250642	0.5
1.01.2018	5.684676	0.5
15.01.2018	5.774099	0.5
4.06.2018	5.873903	0.5
5.04.2021	5.530857	0.5
30.07.2007	4.32893	0.4
24.07.2017	5.426461	0.4
4.04.2011	4.077917	0.333333
27.03.2017	5.108276	0.333333
17.07.2017	5.297791	0.333333
11.12.2017	5.635228	0.333333
25.02.2019	6.064483	0.333333
16.07.2007	4.325279	0.25
12.04.2010	4.017082	0.25
21.10.2013	4.715971	0.25
16.01.2017	4.996585	0.25
23.01.2017	5.046529	0.25
13.03.2017	5.12643	0.25
8.03.2010	4.003428	0.2
26.04.2010	4.039985	0.2
17.12.2012	4.156218	0.2
31.12.2012	4.175977	0.2
5.08.2013	4.491881	0.2
7.08.2017	5.399619	0.2
2.10.2017	5.501696	0.2
15.03.2010	4.016093	0.166667

30.01.2017	5.014415	0.166667
9.10.2017	5.510014	0.166667
16.10.2017	5.525277	0.166667

Boeing Co., LPPLS yöntemi sonucu ortaya çıkan pozitif fiyat köpükleri ve görüldüğü ilgili tarihler.

time	price	neg_conf
11.04.2022	5.203677	0.666667
13.12.2021	5.260771	0.5
4.04.2022	5.165928	0.5
18.04.2022	5.175698	0.5
15.09.2008	3.795273	0.333333
13.01.2020	5.775274	0.333333
29.11.2021	5.290739	0.333333
31.01.2022	5.330058	0.25
7.03.2022	5.17179	0.25
7.04.2008	4.036114	0.2
25.04.2022	5.002872	0.2
9.05.2022	4.845761	0.2
4.05.2020	4.893652	0.166667

Boeing Co., LPPLS yöntemi sonucu ortaya çıkan negatif fiyat köpükleri ve görüldüğü ilgili tarihler.

time	price	pos_conf
6.09.2021	2.776954	1
20.12.2010	3.255329	0.5
7.02.2011	3.420017	0.5
14.06.2021	2.752386	0.5
28.06.2021	2.704711	0.5
4.10.2021	2.891482	0.5
11.10.2021	2.935451	0.5
21.03.2011	3.38703	0.333333
30.06.2014	3.574803	0.333333
11.08.2014	3.609063	0.333333
7.06.2021	2.793616	0.333333
9.08.2021	2.75684	0.333333
30.08.2010	3.172419	0.25
27.12.2010	3.277597	0.25
14.02.2011	3.459635	0.25
21.02.2011	3.410234	0.25
14.03.2011	3.42208	0.25
28.03.2011	3.434077	0.25
20.05.2013	3.530361	0.25
3.06.2013	3.53366	0.25
24.06.2013	3.546208	0.25
1.07.2013	3.546664	0.25
8.07.2013	3.571867	0.25
6.09.2010	3.170192	0.2
13.09.2010	3.205603	0.2
8.11.2010	3.242243	0.2
15.11.2010	3.269258	0.2
28.02.2011	3.415879	0.2
25.02.2013	3.460141	0.2
11.03.2013	3.483966	0.2
17.05.2021	2.520113	0.2
19.03.2007	3.590578	0.166667
21.05.2007	3.641651	0.166667

Embraer S.A., LPPLS yöntemi sonucu ortaya çıkan pozitif fiyat köpükleri ve görüldüğü ilgili tarihler.

time	price	neg_conf
6.10.2008	2.685294	1
13.10.2008	2.797896	1
22.08.2016	2.822792	1
9.09.2019	2.946542	1
23.05.2022	2.371178	1
17.08.2015	3.213561	0.75
17.11.2008	2.440107	0.5
12.01.2009	2.696855	0.5
16.02.2009	2.423627	0.5
27.04.2015	3.392429	0.5
12.09.2016	2.904573	0.5
3.10.2016	2.865022	0.5
30.05.2022	2.379546	0.5
20.06.2022	2.251292	0.5
4.07.2022	2.161022	0.5
18.07.2022	2.158715	0.5
31.08.2015	3.172706	0.4
16.06.2008	3.242865	0.333333
24.11.2008	2.583158	0.333333
1.12.2008	2.604185	0.333333
29.06.2015	3.379326	0.333333
24.08.2015	3.209015	0.333333
28.09.2015	3.214876	0.333333
29.08.2016	2.893291	0.333333
26.09.2016	2.823372	0.333333
18.05.2020	1.536867	0.333333
16.05.2022	2.342767	0.333333
27.06.2022	2.187174	0.333333
29.09.2008	3.019688	0.25
2.03.2009	2.144968	0.25
14.09.2015	3.237219	0.25
4.05.2020	1.669592	0.25
28.09.2020	1.517323	0.25
8.12.2008	2.673598	0.2
29.12.2008	2.691669	0.2

Embraer S.A., LPPLS yöntemi sonucu ortaya çıkan negatif fiyat köpükleri ve görüldüğü ilgili tarihler.

time	price	pos_conf
22.05.2017	6.153153	1
25.12.2006	5.929938	0.666667
1.01.2007	5.969432	0.6
11.12.2006	5.922804	0.5
8.01.2007	5.973524	0.5
2.03.2015	5.971708	0.5
29.05.2017	6.14251	0.5
30.10.2017	6.185335	0.5
11.06.2018	6.344226	0.5
27.11.2006	5.868365	0.4
4.12.2006	5.88387	0.4
30.09.2013	5.498353	0.4
14.10.2013	5.545112	0.4
21.10.2013	5.518865	0.4
4.11.2013	5.593769	0.4
27.01.2014	5.694156	0.4
3.02.2014	5.721613	0.4
25.03.2013	5.195969	0.333333
5.08.2013	5.440989	0.333333
26.08.2013	5.31883	0.333333
23.09.2013	5.482762	0.333333
28.10.2013	5.530804	0.333333
11.11.2013	5.553986	0.333333
17.02.2014	5.765913	0.333333
24.02.2014	5.741723	0.333333
9.03.2015	6.017029	0.333333
18.12.2006	5.91754	0.25
16.09.2013	5.456631	0.25
10.02.2014	5.763005	0.25
18.06.2018	6.36228	0.25
3.09.2018	6.306061	0.25
2.10.2006	5.744579	0.2
9.10.2006	5.762109	0.2
16.10.2006	5.768812	0.2
20.11.2006	5.863819	0.2
7.10.2013	5.493379	0.2
25.11.2013	5.565242	0.2
30.12.2013	5.672566	0.2
20.01.2014	5.668881	0.2
3.03.2014	5.750834	0.2
23.10.2006	5.797355	0.166667

4.10.2010	5.238496	0.166667
18.11.2013	5.555641	0.166667

IAG.'nin, LPPLS yöntemi sonucu ortaya çıkan pozitif fiyat köpükleri ve görüldüğü ilgili tarihler.

time	price	neg_conf
24.09.2007	5.610477	1
26.05.2008	5.11068	1
25.03.2019	6.057323	1
14.04.2008	5.072319	0.75
19.05.2008	4.99209	0.75
24.03.2008	5.142429	0.6
14.01.2008	5.340254	0.5
10.03.2008	5.084535	0.5
7.04.2008	5.071201	0.5
21.04.2008	5.061083	0.5
5.05.2008	5.092231	0.5
27.10.2008	4.575179	0.5
17.03.2008	5.099869	0.4
4.04.2022	4.891551	0.4
12.09.2022	4.66325	0.4
17.12.2007	5.394321	0.333333
3.03.2008	5.197153	0.333333
18.05.2020	5.170498	0.333333
19.09.2022	4.608365	0.333333
10.12.2007	5.430891	0.25
5.12.2011	4.694186	0.25
20.05.2019	5.968321	0.25
10.10.2022	4.699207	0.25
25.02.2008	5.212809	0.2
31.03.2008	5.121375	0.2
12.12.2011	4.624634	0.2
2.11.2020	4.640537	0.2
5.09.2022	4.710071	0.2
26.09.2022	4.550397	0.2

IAG.'nin, LPPLS yöntemi sonucu ortaya çıkan negatif fiyat köpükleri ve görüldüğü ilgili tarihler.

time	price	pos_conf
3.06.2013	2.563016	1
24.03.2014	3.084623	1
31.03.2014	3.112302	1
8.04.2013	2.508989	0.8
24.02.2014	3.051246	0.75
26.01.2015	3.758496	0.75
20.01.2014	2.977275	0.666667
19.01.2015	3.771689	0.6
22.04.2013	2.527075	0.5
20.05.2013	2.591427	0.5
27.05.2013	2.583694	0.5
3.03.2014	3.080234	0.5
24.11.2014	3.679791	0.5
15.05.2017	4.026499	0.5
25.03.2013	2.533774	0.4
15.04.2013	2.523334	0.4
29.12.2014	3.701806	0.4
22.03.2010	2.493346	0.333333
29.04.2013	2.576612	0.333333
27.01.2014	2.98254	0.333333
17.02.2014	3.020474	0.333333
10.03.2014	3.116911	0.333333
15.12.2014	3.6432	0.333333
9.02.2015	3.715994	0.333333
6.02.2017	3.965674	0.333333
8.03.2021	4.111366	0.333333
31.12.2012	2.318662	0.25
18.03.2013	2.487466	0.25
28.07.2014	3.291913	0.25
27.02.2017	4.03879	0.25
3.07.2017	4.130066	0.25
15.03.2021	4.111693	0.25
15.03.2010	2.474784	0.2
12.04.2010	2.518319	0.2
19.04.2010	2.560754	0.2
4.02.2013	2.386183	0.2
11.03.2013	2.448649	0.2
3.02.2014	3.005193	0.2
11.08.2014	3.337633	0.2
15.09.2014	3.489113	0.2
10.11.2014	3.608695	0.2

1.12.2014	3.662911	0.2
18.02.2013	2.382741	0.166667
10.02.2014	2.999108	0.166667
25.08.2014	3.412465	0.166667
8.12.2014	3.669938	0.166667

Southwest Airlinesın, LPPLS yöntemi sonucu ortaya çıkan pozitif fiyat köpükleri ve görüldüğü ilgili tarihler.

time	price	neg_conf
4.06.2007	2.593714	0.5
23.03.2009	1.751708	0.5
6.04.2009	1.921106	0.5
11.07.2011	2.298778	0.5
9.02.2009	1.90806	0.333333
26.02.2007	2.639846	0.25
21.05.2007	2.590954	0.25
28.05.2007	2.576335	0.25
16.02.2009	1.796431	0.25
23.02.2009	1.694812	0.25
9.03.2009	1.666301	0.25
13.12.2021	3.680343	0.25
30.04.2007	2.605363	0.2
4.07.2022	3.602777	0.2
2.02.2009	1.913532	0.166667
20.04.2020	3.378611	0.166667
27.04.2020	3.375196	0.166667
4.05.2020	3.303217	0.166667

Southwest Airlines'ın, LPPLS yöntemi sonucu ortaya çıkan negatif fiyat köpükleri ve görüldüğü ilgili tarihler.

time	price	pos_conf
11.06.2007	2.621775	0.5
28.05.2007	2.611022	0.4
7.08.2017	2.303751	0.333333
4.06.2007	2.594673	0.25
5.01.2015	2.387813	0.25
18.06.2007	2.632413	0.2
19.01.2015	2.41459	0.2
11.12.2017	2.302787	0.2
1.01.2018	2.329079	0.2
9.07.2007	2.668781	0.166667
18.12.2017	2.31602	0.166667

Singapore Airlines'ın, LPPLS yöntemi sonucu ortaya çıkan pozitif fiyat köpükleri ve görüldüğü ilgili tarihler.

29.10.2018	2.230243	0.166667

Singapore Airlines'ın, LPPLS yöntemi sonucu ortaya çıkan negatif fiyat köpükleri ve görüldüğü ilgili tarihler.

time	price	neg_conf
23.03.2009	2.089148	0.666667
3.10.2011	2.271408	0.5
24.11.2008	2.110529	0.4
16.03.2009	2.041879	0.4
24.03.2008	2.46039	0.333333
19.09.2011	2.252897	0.333333
12.12.2016	2.217715	0.333333
9.01.2017	2.222809	0.333333
19.01.2009	2.162975	0.25
9.02.2009	2.129577	0.25
16.02.2009	2.073306	0.25
17.03.2008	2.392319	0.2
2.03.2009	2.061258	0.2
30.03.2009	2.133343	0.2
5.08.2013	2.165811	0.2
12.08.2013	2.162809	0.2
2.09.2013	2.144608	0.2
12.11.2018	2.211255	0.2
10.03.2008	2.367142	0.166667
17.11.2008	2.116684	0.166667
5.12.2016	2.214646	0.166667
22.10.2018	2.200548	0.166667

time	price	pos_conf
31.08.2009	0.557421	1
21.09.2009	0.873275	1
13.11.2017	2.347558	1
30.10.2017	2.344686	0.75
7.09.2009	0.709529	0.666667
2.11.2009	1.018457	0.666667
20.05.2013	2.02298	0.666667
9.05.2022	3.749033	0.666667
16.05.2022	3.757939	0.666667
13.06.2022	3.874944	0.666667
3.08.2009	0.506128	0.5
5.10.2009	0.898983	0.5
19.11.2012	1.41439	0.5
26.11.2012	1.503824	0.5
3.12.2012	1.608424	0.5
24.12.2012	1.668242	0.5
10.01.2022	3.340031	0.5
30.05.2022	3.870784	0.5
7.11.2022	4.714025	0.5
12.08.2013	2.144761	0.4
6.06.2022	3.843744	0.4
3.10.2022	4.433195	0.4
1.06.2009	0.148379	0.333333
27.07.2009	0.360711	0.333333
10.08.2009	0.498581	0.333333
17.08.2009	0.557421	0.333333
12.10.2009	0.914096	0.333333
19.10.2009	1.031879	0.333333
26.10.2009	0.972366	0.333333
9.11.2009	1.075365	0.333333
30.07.2012	1.076253	0.333333
3.09.2012	1.204669	0.333333
10.09.2012	1.186558	0.333333
15.10.2012	1.237459	0.333333
13.05.2013	1.967151	0.333333
11.09.2017	2.283402	0.333333
4.12.2017	2.609334	0.333333
6.12.2021	3.101892	0.333333
25.04.2022	3.719893	0.333333
23.05.2022	3.807107	0.333333
20.06.2022	3.917011	0.333333

27.06.2022	3.897924	0.333333
4.07.2022	3.90278	0.333333
5.09.2022	4.295924	0.333333
17.10.2022	4.584457	0.333333
21.11.2022	4.734443	0.333333
5.12.2022	4.909709	0.333333
8.10.2007	0.120256	0.25
6.07.2009	0.311703	0.25
22.07.2013	2.09433	0.25
21.08.2017	2.267994	0.25
20.11.2017	2.432736	0.25
18.12.2017	2.718001	0.25
1.01.2018	2.793004	0.25
26.03.2018	2.95491	0.25
16.04.2018	2.903617	0.25
10.12.2012	1.611842	0.2
11.02.2013	1.800967	0.2
5.01.2015	2.298577	0.2
14.08.2017	2.225704	0.2
25.12.2017	2.753024	0.2
8.01.2018	2.74084	0.2
12.03.2018	2.906901	0.2
19.03.2018	2.933857	0.2
18.04.2022	3.682358	0.2
22.08.2022	4.2442	0.2
10.10.2022	4.49981	0.2
14.11.2022	4.669083	0.2
6.12.2022	4.909709	0.2
24.10.2022	4.574195	0.166667
31.10.2022	4.646312	0.166667
28.11.2022	4.854371	0.166667

Türk Hava Yollarının, LPPLS yöntemi sonucu ortaya çıkan pozitif fiyat köpükleri ve görüldüğü ilgili tarihler.

time	price	neg_conf
1.08.2016	1.638997	1
6.06.2016	1.774952	0.75
18.07.2011	0.971864	0.5
26.12.2011	0.599815	0.5
30.05.2016	1.82777	0.5
13.06.2016	1.743969	0.5
10.10.2016	1.690096	0.5
27.04.2020	2.367436	0.5
8.08.2016	1.726332	0.4
1.08.2011	0.880429	0.333333
22.08.2011	0.714986	0.333333
11.07.2016	1.78507	0.333333
30.06.2008	-0.66056	0.25
7.07.2008	-0.54732	0.25
23.05.2011	1.086886	0.25
6.06.2011	1.101207	0.25
19.12.2011	0.641199	0.25
2.01.2012	0.566398	0.25
20.06.2016	1.735189	0.25
4.07.2016	1.726332	0.25
18.07.2016	1.599388	0.25
15.08.2016	1.688249	0.25
16.09.2019	2.433613	0.25
16.01.2012	0.627594	0.2
22.08.2016	1.638997	0.2
5.09.2016	1.663926	0.2

Türk Hava Yollarının, LPPLS yöntemi sonucu ortaya çıkan negatif fiyat köpükleri ve görüldüğü ilgili tarihler.

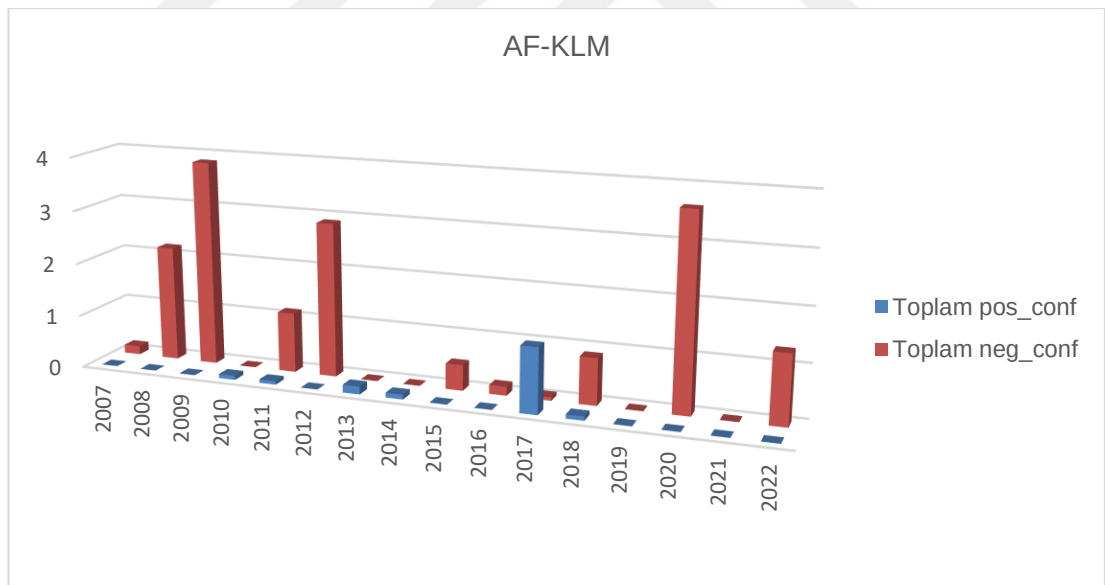
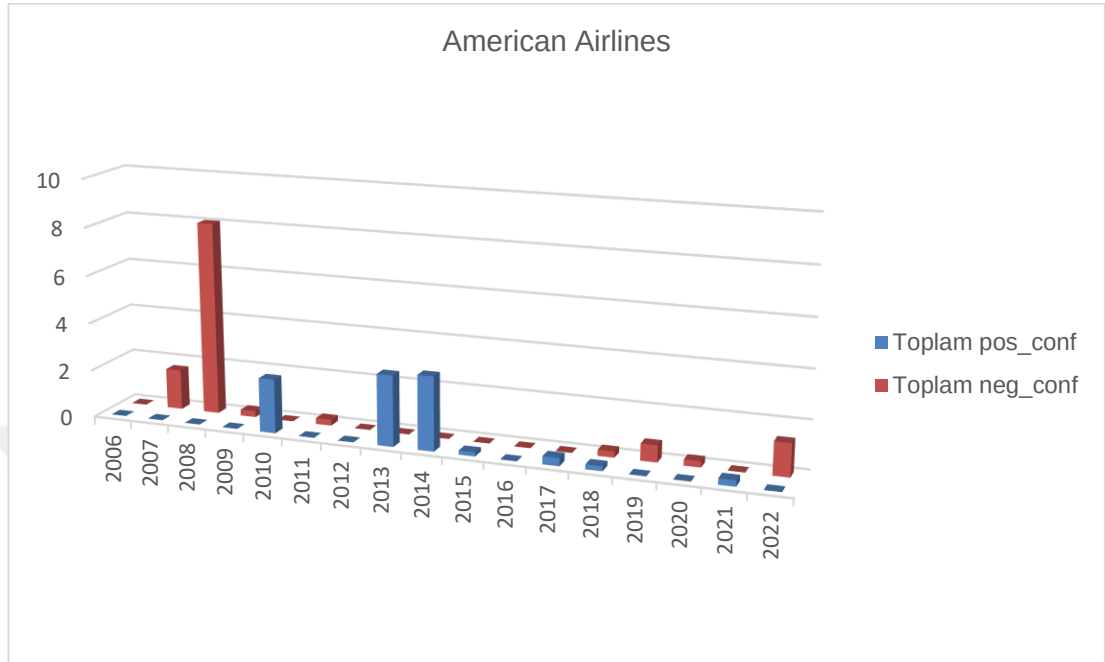
time	price	pos_conf
30.03.2015	3.631128	1
11.06.2007	2.957041	0.75
6.07.2015	3.898839	0.6
8.06.2009	2.492608	0.5
4.05.2015	3.775415	0.5
17.07.2017	3.67582	0.5
14.12.2020	3.443938	0.5
28.12.2020	3.389462	0.5
5.04.2021	3.598681	0.4
18.06.2007	3.050034	0.333333
30.07.2007	3.218784	0.333333
13.12.2010	3.260656	0.333333
24.11.2014	3.045662	0.333333
20.04.2015	3.857135	0.333333
22.06.2015	3.984858	0.333333
29.06.2015	3.941415	0.333333
26.06.2017	3.680517	0.333333
3.07.2017	3.678041	0.333333
16.11.2020	3.456632	0.333333
26.04.2021	3.520165	0.333333
13.07.2015	3.939579	0.25
20.07.2015	3.956069	0.25
8.01.2018	4.041472	0.25
29.01.2018	4.123056	0.25
10.05.2021	3.496508	0.25
27.08.2007	3.664211	0.2
11.10.2010	3.471769	0.2
15.11.2010	3.435216	0.2
6.04.2015	3.89315	0.2
4.12.2017	3.814465	0.2
5.03.2018	4.129354	0.2
6.08.2007	3.267278	0.166667
20.08.2007	3.386426	0.166667

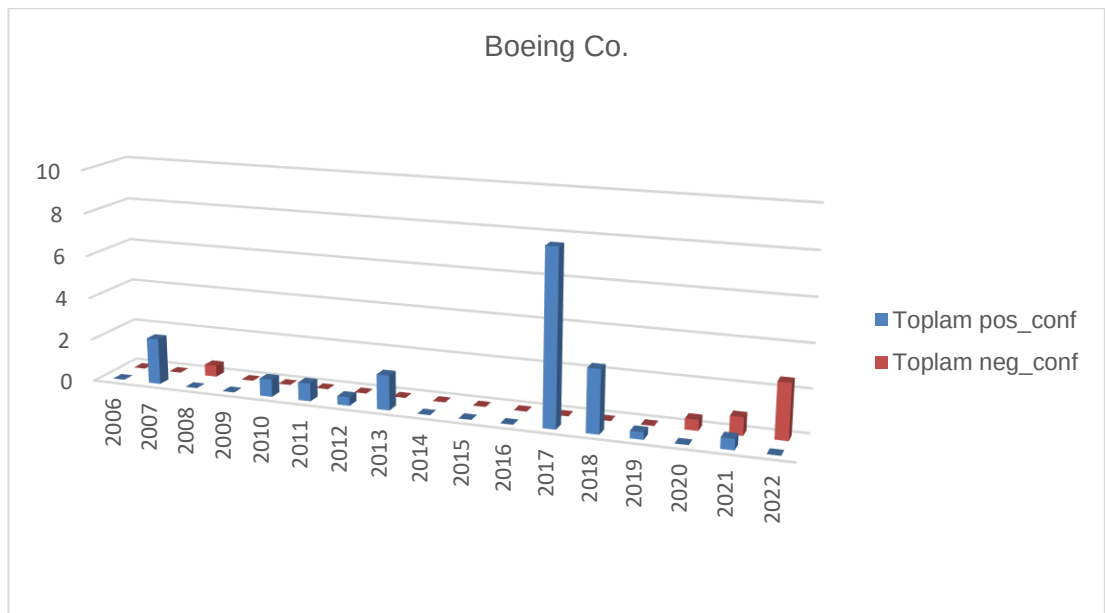
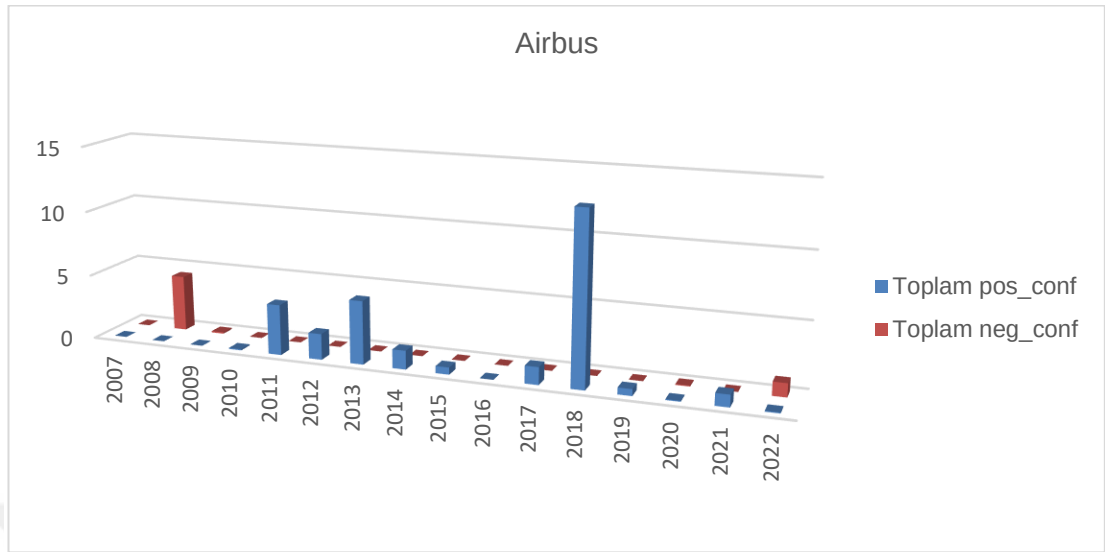
time	price	neg_conf
1.09.2008	2.279904	0.666667
8.09.2008	2.263893	0.666667
22.09.2008	2.202454	0.5
20.10.2008	1.719295	0.5
1.12.2008	1.719295	0.5
18.08.2008	2.283562	0.333333
15.09.2008	2.262651	0.333333
15.10.2018	3.261097	0.333333
25.05.2020	3.036874	0.333333
9.04.2012	3.004766	0.25
4.06.2012	2.985043	0.25
8.10.2018	3.313925	0.25
24.02.2020	3.287655	0.2

China Southern Airlines, LPPLS yöntemi sonucu ortaya çıkan negatif fiyat köpükleri ve görüldüğü ilgili tarihler.

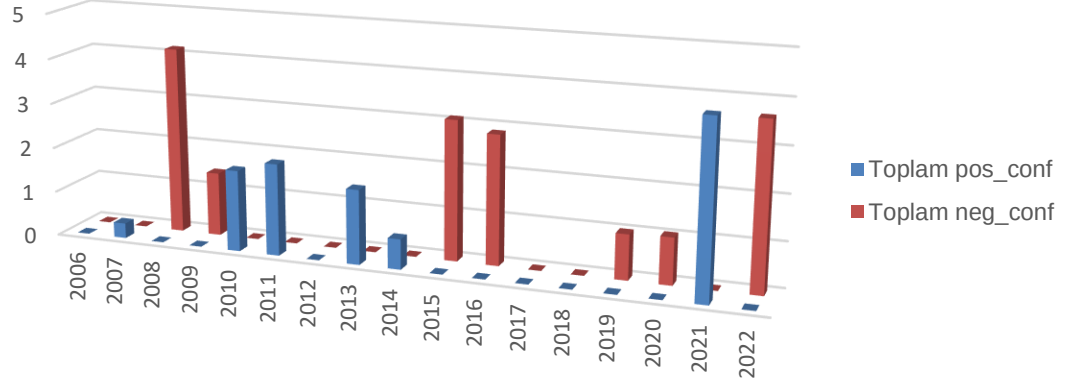
China Southern Airlines, LPPLS yöntemi sonucu ortaya çıkan pozitif fiyat köpükleri ve görüldüğü ilgili tarihler.

EK-7

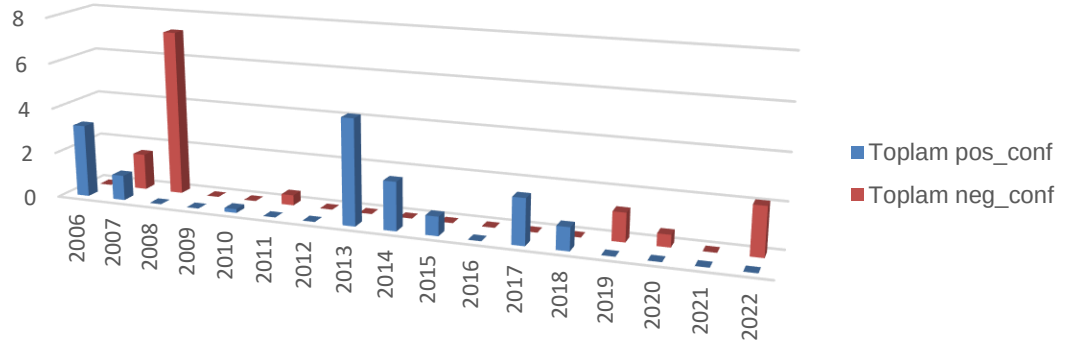


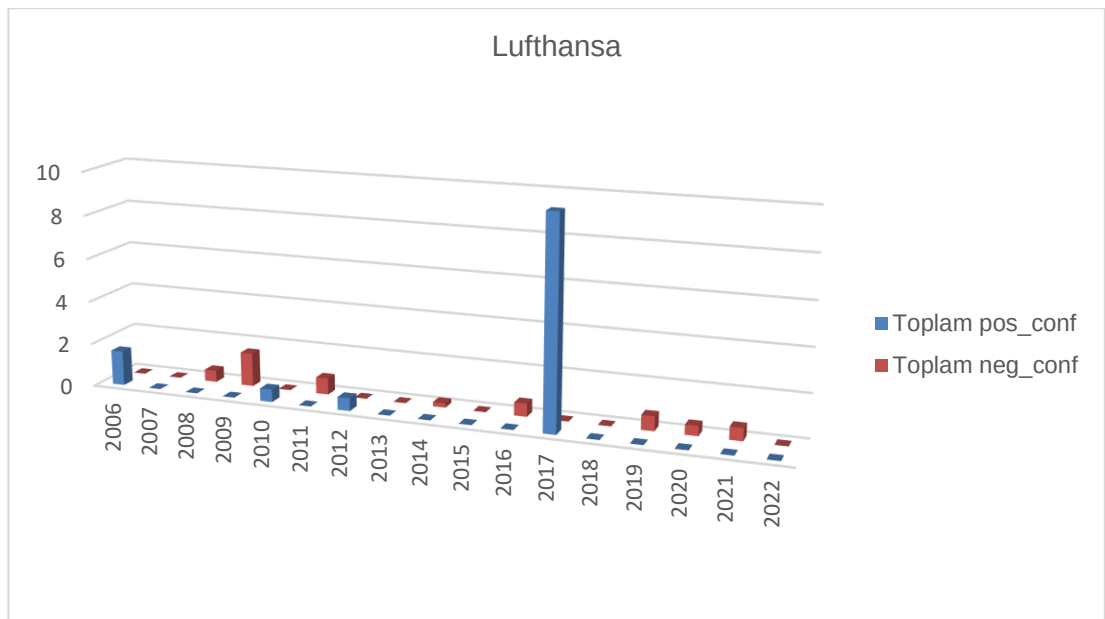
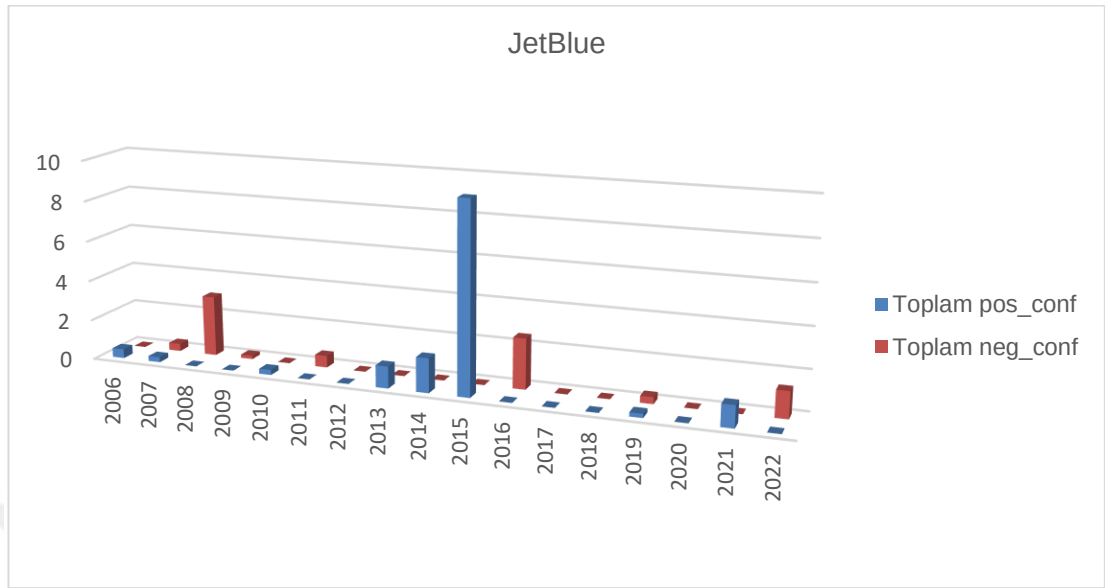


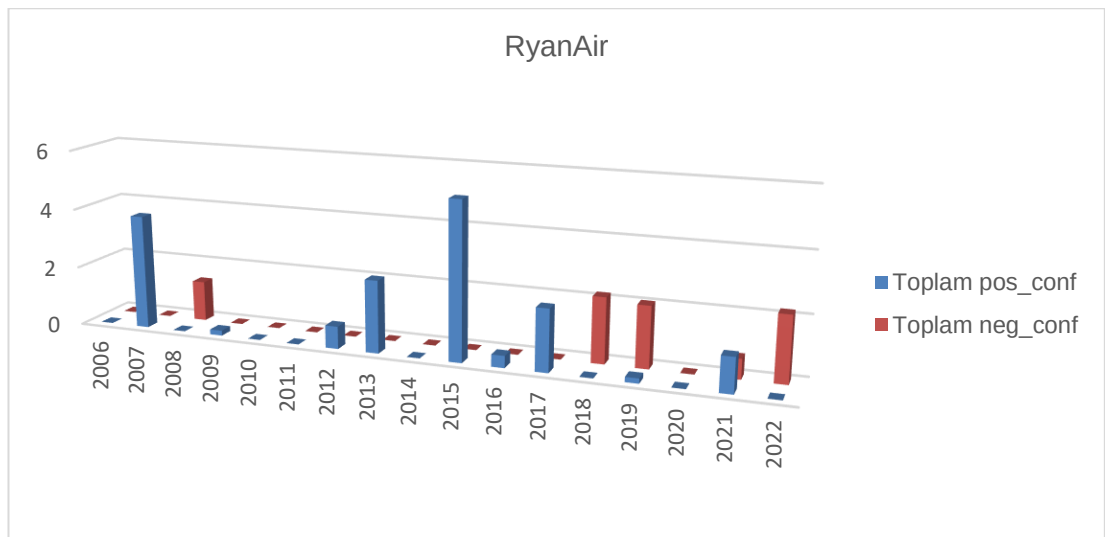
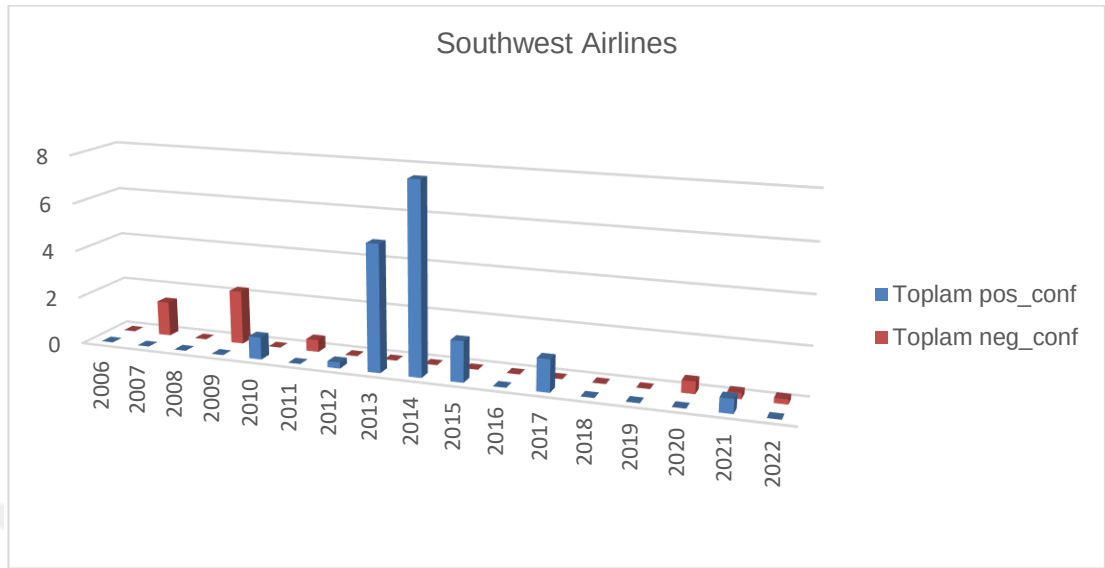
Embraer S.A.



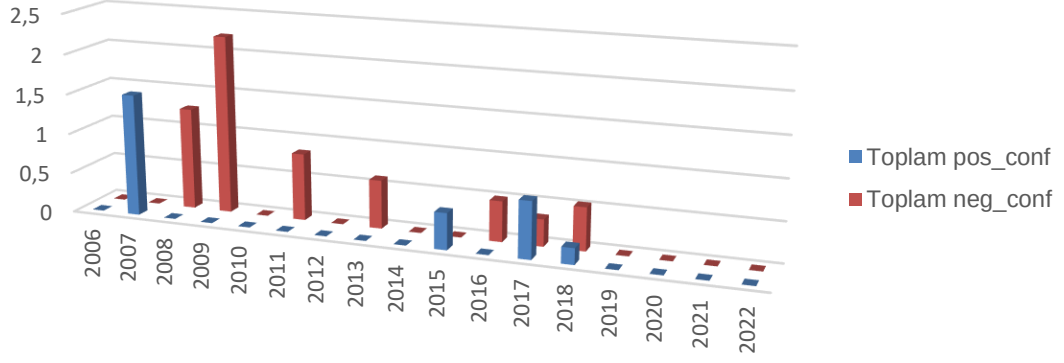
IAG







Singapore Airlines



Türk Hava Yolları

