



Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi

The Journal of International Social Research

Cilt: 8 Sayı: 40 Volume: 8 Issue: 40

Ekim 2015 October 2015

www.sosyalarastirmalar.com Issn: 1307-9581

ALTIN GETİRİLERİ DAĞILIMININ NEWCOMB-BENFORD KANUNU İLE TESTİ TESTING DISTRIBUTION OF GOLD RETURNS BY NEWCOMB-BENFORD LAW

Murat Engin AKKAŞ*

Öz

Newcomb-Benford Kanunu, hata, hile ve anomalilerin belirlenmesinde yardımcı olacak basit ve etkili bir araç olarak gösterilmektedir. Bu çalışmada günlük altın getirileri dağılımının Newcomb-Benford Kanunu'na uygunluğu 03.01.2005 ile 28.08.2015 tarihleri arasındaki 2225 günlük getiri kullanılarak test edilmiştir. Analiz için Newcomb-Benford Kanununun birinci basamak referans dağılımı kullanılmıştır. Altın fiyatlarının çok yükseldiği 2010 yılı öncesi ve sonrası dönemleri karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Ayrıca, haftanın gününe, aylara ve yıllara göre oluşturulan veri alt grupları da analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, 2007 ve 2014 yılları ile Aralık ayına ilişkin altın getirileri dağılımının Newcomb-Benford Kanununa uygun olmadığına ilişkin istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar bulunmuştur. Bu sonuçlar, Newcomb-Benford Kanunu'nun günlük altın getirilerindeki anomalilerin belirlenmesinde etkili olarak kullanılabilecek bir araç olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Newcomb-Benford Kanunu, Altın Getirileri, Ki-Kare Testi, Z-Testi, Uyarlanmış Maksimum Değer, Uyarlanmış Öklid Uzaklığı.

Abstract

Newcomb-Benford's law has been promoted as a simple and effective way that would help for error, fraud and anomaly detection. In this study the conformity of the distribution of first digit of daily return of gold price to Newcomb-Benford's law is tested with 2225 observation between 03.01.2005 and 28.08.2015. Newcomb-Benford's Law first digit reference distribution was used in the analysis. The periods before and after the 2010 that gold prices dramatically increase are analyzed comparatively. Day of the week, month of the year and yearly data are also analyzed. As a result of the study, statistically significant results were found that; gold return distribution for the years; 2007 and 2014, and for the month December were not satisfied Newcomb-Benford's Law first digit reference distribution. This results exhibits that Newcomb-Benford's law is an effective tool for anomaly detection in daily gold return.

Keywords: Newcomb-Benford Law, Gold Returns, Chi-Square Test, Z-Test, Modified M-Test, Modified Euclidian Distance.

1. Giriş

Logaritmanın mucidi olarak bilinen Napier, 1614 yılında "*Minifici Logarithmorum Canonis Descriptio*" adlı Latince kitabında logaritmayı tanımlamıştır. Matematik alanındaki önemli buluşlar arasında yer alan logaritma ile hesaplamaların kolaylaştırılması için logaritma cetvellerinin oluşturulmasına Briggs'in yayımladığı "*Logarithmorum Chilias Prima*" adlı çalışma ile 1617 yılında başlamıştır (Roegel, 2012: 1). Bu gelişmelerden sonra, matematiksel hesaplamaların yapılması logaritma cetvelleri ile kolay olmuştur.

Logaritma cetvellerinin kullanılmaya başlanmasından 264 yıl sonra, Newcomb, logaritma cetvellerinin ilk sayfalarının son sayfalarına göre daha çok yıprandığını gözlemlemiştir. Bu gözlem, logaritma cetvellerinde 1 ile başlayan sayıların 2 ile başlayan sayılara göre, 2 ile başlayan sayıların 3 ile başlayan sayılara göre daha çok kullanıldığını ve 9 ile başlayan sayıların ise en az kullanıldığını göstermiştir. Bu gözleme dayalı çıkarsama ile Newcomb (1881) doğal sayıların birinci basamaklarındaki (en yüksek hanesindeki) rakamların frekansının logaritmik olduğunu ileri sürmüştür.

Newcomb'un savından 57 yıl sonra Benford (1938) çalışmasında; nehirlerin uzunluğu, gazete tirajları, nüfus, sıcaklık, basınç, maliyet bilgileri, beysbol ligi istatistikleri gibi 21 değişik alandan alınmış 20,229 sayısal veriden oluşan örneklem ile sayıların birinci basamağındaki rakamların frekansını araştırmıştır. Benford (1938) ampirik çalışmasının sonucunda örneklemdeki sayıların %30.6'sının birinci basamağındaki rakamın 1, %18.5'indeki rakamın 2, %12.4'ündeki rakamın 3, %9.4'ündeki rakamın 4, %8'indeki rakamın 5, %6.4'ündeki rakamın 6, %5.1'indeki rakamın 7, %4.9'undaki rakamın 8 ve kalan %4.7'sindeki rakamın ise 9 olduğu sonucuna varmıştır. Bu sonuç bir veri kümesindeki sayıların birinci basamağındaki rakamın 1 olma olasılığının sezgisel beklenti olan (1/9)'dan çok yüksek, 9 olma olasılığının ise sezgisel beklenti olan (1/9)'dan çok düşük olduğunu göstermektedir.

Newcomb ve Benford'un ortaya attıkları sava ilişkin birçok çalışma yapılmış ve Hill (1996) çalışması ile Newcomb-Benford Kanununu matematiksel olarak ispatlamıştır. 1990'lardan itibaren ise sosyal bilimlerde özellikle işletme alanındaki araştırmalarda Newcomb-Benford Kanunundan yararlanılmıştır.

* Doktora Öğrencisi (Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Doktora Programı) ve Başbakanlık, muratenginakkas@gmail.com.

Türkiye’de ise Newcomb-Benford Kanununa ilişkin yapılan ampirik çalışmaların sınırlı düzeyde kaldığı görülmektedir. Bu çalışma, yaptığımız literatür araştırmasına göre, altın getirileri dağılımının Newcomb-Benford kanununa uygunluğunun ampirik olarak test edildiği ilk akademik çalışmadır.

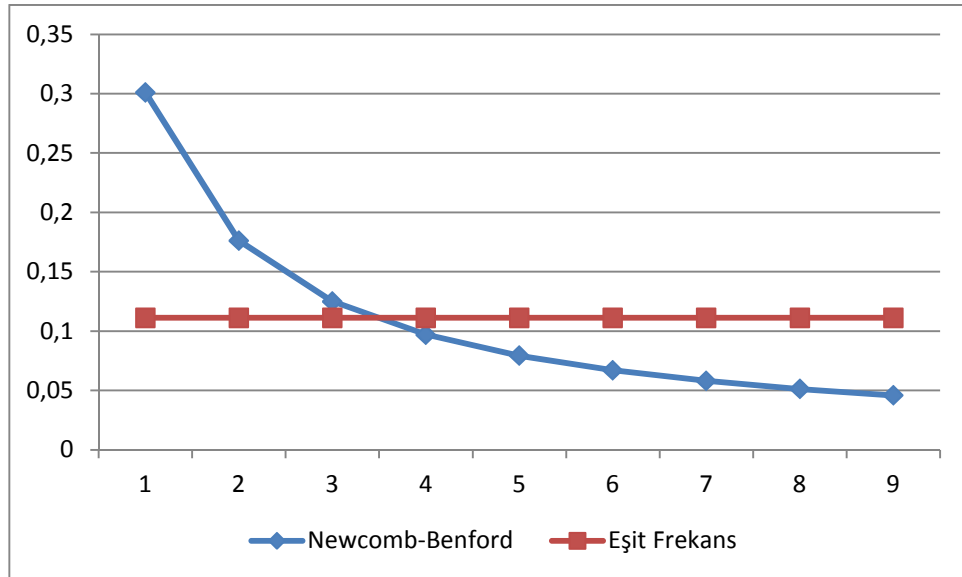
Çalışmanın bundan sonraki bölümünde Newcomb-Benford kanununu irdelenmiş, literatürdeki Newcomb-Benford kanununa ilişkin ampirik çalışmalar özetlenmiştir. Bu çalışmada kullanılan değişkenler ve uygulanan metodoloji ise üçüncü bölümde açıklanmıştır. Çalışmanın dördüncü bölümünde ampirik uygulamaya ilişkin bulgular sunulmuştur. Çalışmanın son bölümünde ekonometrik analizlerin sonuçları ve elde edilen bulgular yorumlanarak çeşitli değerlendirmeler yapılmıştır.

2. Literatür

Newcomb-Benford kanununa göre doğal sayıların birinci basamaklarındaki rakamların olasılık değerleri aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır.

$$p_{b,i} = \log_{10} \left(1 + \frac{1}{i} \right) \quad (1)$$

$p_{b,i}$ Newcomb-Benford Kanununa göre birinci basamakta i rakamı için beklenen olasılığı ifade etmektedir. Örneğin bir sayının 1 rakamı ile başlama olasılığı Newcomb-Benford Kanununa göre formül [1] kullanılarak $\log_{10} \left(1 + \frac{1}{1} \right) = 0.3010$ olarak hesaplanmaktadır. Aynı formül kullanılarak Newcomb-Benford Kanununa göre bir sayının 9 ile başlama olasılığı $\log_{10} \left(1 + \frac{1}{9} \right) = 0.0457$ ’dir. Bu formül ile hesaplanan doğal sayıların birinci basamaklarındaki rakamların Newcomb-Benford Kanununa göre nisbi frekansı ile eşit nisbi frekans aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.



Şekil 1: Nisbi Frekanslar

Matematik başta olmak üzere istatistik, mühendislik, işletme ve iktisat gibi birçok alanda Newcomb-Benford Kanunundan yararlanılmaktadır (Akkaş, 2007: 197). İşletme alanında yapılan ilk çalışma Nigrini (1996)’nin vergi yolsuzluklarının araştırılmasında veri setlerinin Newcomb-Benford Kanununa uygunluğuna dayalı sayısal analiz uygulamasıdır. Muhasebe verilerinin önemli bir kısmının Newcomb-Benford Kanununa uygun dağılım göstermesi beklenmektedir (Hill 1995). Bundan dolayı, muhasebe ve denetim alanında Newcomb-Benford Kanununa dayalı gerçeğe aykırı finansal tabloların ortaya çıkarılması ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır (Durtschi, Hillison ve Pacini, 2004; Skousen, Guan ve Wetzel, 2004; Cleary ve Thibodeau, 2005; Guan, Lin ve Fang, 2008; Archambault ve Archambault, 2011; Alali ve Romero, 2013; Johnson ve Weggenmann, 2013; Ciaponi ve Mandanici, 2014; Gava ve Vitiello, 2014; Lin ve Wu, 2014; Lin ve Wu, 2015).

Uluslararası literatürde verilerin Newcomb-Benford Kanununa uygunluğuna ilişkin ampirik çalışmaların, muhasebe verilerinin yanı sıra, altın fiyatları (Aggarwal ve Lucey, 2007) döviz kurları (Carrera, 2015), hisse senedi fiyatlarına (Donaldson ve Kim, 1993; De Ceuster, Dhaene ve Schatteman, 1998; Dorfleitner ve Klein, 2009) libor oranları (Abrantes-Metz, Villas-Boas ve Judge, 2011) ve makroekonomik verilere (Günnel ve Todter, 2007; Gonzalez-Garcia ve Pastor, 2009; Clippe ve Ausloos, 2012; Michalski ve Stoltz, 2013; Holz, 2014; Rauch, Götttsche, Brähler ve Kronfeld, 2014) hatta seçim sonuçlarına (Deckert, Myagkov ve Ordeshook, 2011; Roukema, 2014; Mebane ve Klaver, 2015) bile uygulandığı görülmektedir.

Türkiye’ye ilişkin çalışmaların; muhasebe ve denetime (Akkaş, 2007; Cengiz, 2012; Boztepe, 2013; Özer ve Babacan, 2013; Yanık ve Samancı, 2013; Çalış, Keleş ve Engin, 2014; Dündar, 2014; Uyar ve Uzuner,

2014; Uzuner, 2014; Yıldırım ve İnel, 2012) ve hisse senedi fiyatlarına (Çinko, 2014; Karavardar, 2014) ilişkin olduğu görülmektedir.

3. Yöntem

Bu çalışmanın amacı, altın getirileri dağılımının Newcomb-Benford Kanununun birinci basamak referans dağılımına uygun olup olmadığını test etmektir. Veri seti, Borsa İstanbul'dan temin edilen günlük ağırlıklı ortalama altın fiyatından (TL/kg) hesaplanan günlük nominal altın getirilerinden oluşmakta olup, dönem olarak 03.01.2005 ile 28.08.2015 tarihleri arasında kapsamaktadır. Dolayısıyla gözlem sayısı 2225'dir.

Çalışmada altın getirileri dağılımının Newcomb-Benford Kanununun birinci basamak referans dağılımına uygun olup olmadığını test etmek için ki-kare testi ve z-testi uygulanmış, ayrıca uyarlanmış maksimum (m^*) değer ve uyarlanmış Öklid uzaklığı (d^*) hesaplanmıştır.

Ki-kare test değeri aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^9 \frac{(p_{g,i} - p_{b,i})^2}{p_{b,i}} \quad (2)$$

$p_{g,i}$, i rakamı için gözlenen nisbi frekansı ve $p_{b,i}$ Newcomb-Benford Kanununa göre i rakamı için beklenen nisbi frekansı ifade etmektedir. Ki-kare uygunluk testinin H_0 hipotezi; gözlemlenen birinci basamak frekansının Newcomb-Benford Kanununun birinci basamak referans dağılımından farksız olduğudur. Serbestlik derecesi $v=r-1=10-1=0$ 'dur. Anlamlılık düzeyi olarak 0.05 kabul edildiğinde ki-kare testinin kritik değeri 16.919 olmaktadır. Ki-kare test istatistiği bu kritik değeri aşarsa; H_0 hipotezi reddedilecek, aşmazsa H_0 hipotezi kabul edilecektir. Diğer bir ifade ile H_0 hipotezinin kabul edilmesi durumunda gözlemlenen birinci basamak frekansının Newcomb-Benford Kanununa uygun olduğu sonucuna varılacaktır.

n gözlem sayısını ifade etmek üzere, Z-testi değeri aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır (Lin ve Wu, 2014: 469).

$$z_i = \frac{(|p_{g,i} - p_{b,i}| - \frac{1}{2n})}{\sqrt{\frac{p_{b,i}(1 - p_{b,i})}{n}}} \quad (3)$$

Z-testinde ise, anlamlılık düzeyi olarak 0.05 kabul edildiğinde, kritik değer 1.96 olmaktadır. Hesaplanan değerlerin bu kritik değeri aşması durumunda; gözlemlenen birinci basamak frekansının Newcomb-Benford Kanununa uygun olmadığı sonucuna varılacaktır.

Maksimum (m) değer ve uyarlanmış maksimum (m^*) değer aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır (Leemis, Schmeiser ve Evans, 2000; Morrow, 2010).

$$m = \max_{i=1}^9 (p_{g,i} - p_{b,i}) \quad (4)$$

$$m^* = (\sqrt{n})(\max_{i=1}^9 (p_{g,i} - p_{b,i})) \quad (5)$$

Öklid uzaklığı (d) ve uyarlanmış Öklid uzaklığı (d^*) aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır (Cho ve Gaines, 2007; Morrow, 2010).

$$d = \sqrt{\sum_{i=1}^9 (p_{g,i} - p_{b,i})^2} \quad (6)$$

$$d^* = \sqrt{n \sum_{i=1}^9 (p_{g,i} - p_{b,i})^2} \quad (7)$$

Anlamlılık düzeyi olarak 0.05 kabul edildiğinde, uyarlanmış maksimum (m^*) değer için kritik değer 0.967 ve uyarlanmış Öklid uzaklığı (d^*) için kritik değer 1.330 olmaktadır (Morrow, 2010: 7). Hesaplanan değerlerin bu kritik değerleri aşması durumunda; gözlemlenen birinci basamak frekansının Newcomb-Benford Kanununa uygun olmadığı sonucuna varılacaktır.

4. Bulgular

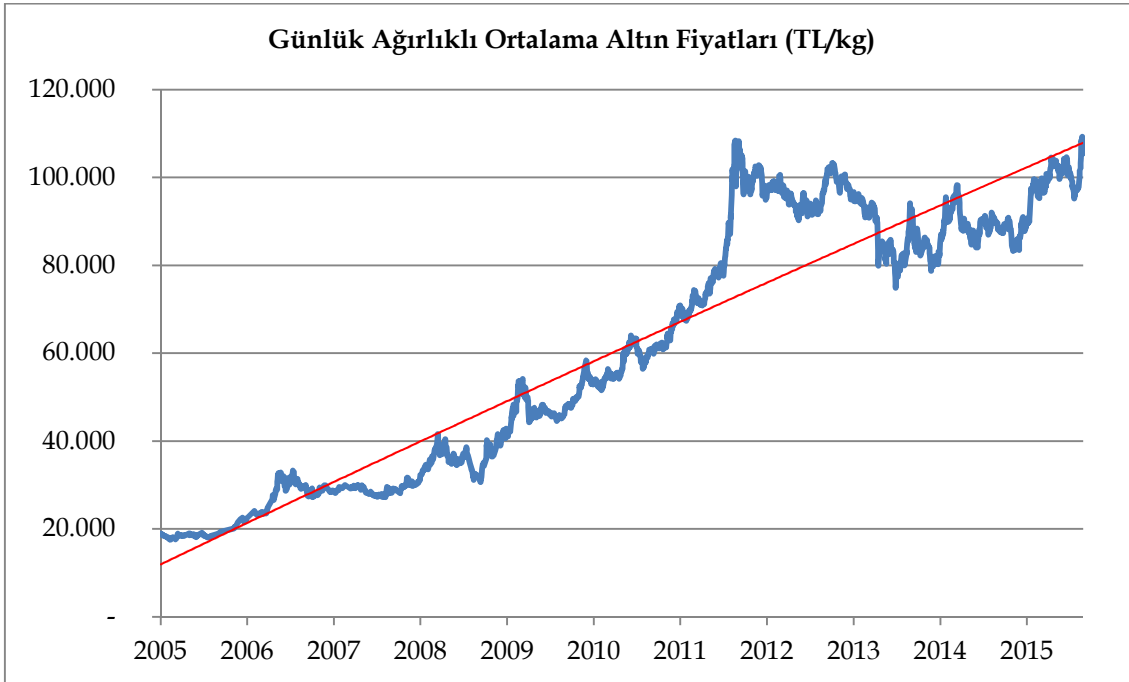
Çalışmada kullanılan günlük ağırlıklı ortalama altın fiyatları şekil [2]'de çizdirilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere, altın fiyatlarının yükselişte olduğu ve düşüşte olduğu dönemler bulunmaktadır. Çok büyük ölçüde yükselişlerin olduğu 2010 yılı sonrası ve öncesi ayrıca değerlendirilmiştir. Ayrıca, haftanın gününe ve yılın ayına göre veri seti alt gruplara ayrılarak analiz edilmiştir.

Tablo [1]'de gösterilen ki-kare testi, uyarlanmış maksimum değer ve uyarlanmış Öklid uzaklığına göre 03.01.2005 ile 28.08.2015 tarihleri arasındaki altın getirilerinin birinci basamak dağılımı Newcomb-Benford Kanununa uygundur. Z-testi sonuçlarına göre ise, 4 hariç olmak üzere, gözlemlenen birinci basamak frekansının Newcomb-Benford Kanununa uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Ki-kare testi, z-testi, uyarlanmış maksimum değer ve uyarlanmış Öklid uzaklığına göre; 03.01.2005 ile 31.12.2009 tarihleri

arasındaki altın getirilerinin birinci basamak dağılımının Newcomb-Benford Kanununa uygun olduğu görülmektedir. 04.01.2010 ile 28.08.2015 tarihleri arasındaki altın getirilerini incelendiğinde ki-kare testi ve uyarlanmış Öklid uzaklığı sonuçlarına göre birinci basamak dağılımının Newcomb-Benford Kanununa uygun olmadığı görülmektedir. Z-testi sonuçlarına göre ise, 2, 4 ve 8 için gözlemlenen birinci basamak frekansının Newcomb-Benford Kanununa uygun olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu döneme ilişkin uyarlanmış maksimum değeri ise, birinci basamak frekansının Newcomb-Benford Kanununa uygun olduğunu göstermektedir.

Bu bulgular, altın getirilerinin Newcomb-Benford Kanununun birinci basamak referans dağılımına uygun olduğu, ancak volatilitenin artış gösterdiği 2010 yılı ve sonrasında bu durumun bozulduğunu göstermektedir. 2010 yılı ve sonrası için 2 için gözlemlenen birinci basamak frekansı Newcomb-Benford Kanunu referans frekansından düşük iken, 4 ve 8 için gözlemlenen birinci basamak frekansı Newcomb-Benford Kanunu referans frekansından yüksektir. Bu dönemde altın getirileri dağılımının Newcomb-Benford Kanununun birinci basamak referans dağılımına uygunluğu bozulmasını, altın fiyatlarına ilişkin beklentilerin yatırımcıların fiyat adımlarını yükseltmelerine yol açması ile açıklanabilir. Buna, yatırımcıların altın fiyatlarının yükseleceğine ilişkin beklentileri nedeniyle 200-299 TL aralığında fiyat artışı vermek yerine 400-499 TL aralığında fiyat artışı vermesi örnek olarak gösterilebilir.

Tablo [2]'de gösterilen haftanın günlerine göre oluşturulan alt grupların gözlemlenen birinci basamak frekanslarının ki-kare testi, uyarlanmış maksimum değer ve uyarlanmış Öklid uzaklığına göre, Newcomb-Benford Kanununa uygun olduğu görülmüştür. Z-testi sonuçlarına göre ise, Salı günü alt grubu için 2 ve 3 için gözlemlenen birinci basamak frekansının Newcomb-Benford Kanununa uygun olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu bulgulara göre, altın fiyatlarında Salı günü için haftanın günü etkisi olup olmadığı araştırılabilir.



Şekil 2: Günlük Ağırlıklı Ortalama Altın Fiyatları

Tablo 1: Dönemlere Göre Nisbi Frekanslar

	Newcomb-Benford	2005-2015	2005-2009	2010-2015
1	0.3010	0.2894	0.3087	0.2783
2	0.1761	0.1673	0.1894	0.1544 *
3	0.1249	0.1339	0.1316	0.1352
4	0.0969	0.1132 *	0.1033	0.1189 *
5	0.0792	0.0730	0.0701	0.0747
6	0.0669	0.0663	0.0652	0.0669
7	0.0580	0.0573	0.0529	0.0598
8	0.0512	0.0573	0.0431	0.0655 *
9	0.0458	0.0424	0.0357	0.0463
χ^2		12.7049	5.7135	20.4034 *
m^*		0.5454	0.2876	0.8523
d^*		1.1951	0.6993	1.5911 *

* %5 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

Tablo [3]'de gösterilen aylara göre oluşturulan alt grupların gözlemlenen birinci basamak frekanslarının ki-kare testi sonucuna göre Newcomb-Benford Kanununa uygun olduğu görülmüştür. Maksimum değer ve uyarlanmış Öklid uzaklığına göre ise, Aralık ayı hariç diğer aylardaki gözlemlenen birinci basamak frekanslarının Newcomb-Benford Kanununa uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Z-testi sonuçlarına göre ise, Ocak ayı alt grubunda 4, Haziran ayı alt grubunda 2, Ekim ayı alt grubunda 3 ve Aralık ayı alt grubunda 1 ve 4 için gözlemlenen birinci basamak frekansının Newcomb-Benford Kanununa uygun olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu bulgulara göre, altın fiyatlarında Aralık ayı etkisi olup olmadığı araştırılabilir.

Tablo 2: Haftanın Günlerine Göre Nisbi Frekanslar

	Newcomb-Benford	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma
1	0.3010	0.3028	0.2723	0.2627	0.2941	0.3166
2	0.1761	0.1720	0.1563	0.1589	0.1697	0.1800
3	0.1249	0.1330	0.1585 *	0.1325	0.1154	0.1298
4	0.0969	0.1032	0.1295 *	0.1148	0.1086	0.1093
5	0.0792	0.0757	0.0692	0.0861	0.0724	0.0615
6	0.0669	0.0596	0.0580	0.0728	0.0633	0.0774
7	0.0580	0.0573	0.0491	0.0662	0.0633	0.0501
8	0.0512	0.0482	0.0603	0.0618	0.0724	0.0433
9	0.0458	0.0482	0.0469	0.0442	0.0407	0.0319
χ^2		1.0024	13.6071	6.7373	5.8252	6.4787
m^*		0.1527	0.6076	0.8160	0.2009	0.3704
d^*		0.2993	1.2953	1.0441	0.6240	0.7185

* %5 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlıdır

Tablo 3: Yılın Aylarına Göre Nisbi Frekanslar

	Newcomb-Benford	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1	0.3010	0.2973	0.2614	0.3384	0.2941	0.2921	0.3137	0.2752	0.3039	0.3457	0.2680	0.2744	0.2074*
2	0.1761	0.1514	0.1705	0.1616	0.1658	0.2129	0.1176*	0.1789	0.1823	0.1667	0.1503	0.1585	0.1862
3	0.1249	0.1189	0.1364	0.1111	0.1390	0.0792	0.1716	0.1239	0.1160	0.1481	0.1961*	0.1463	0.1383
4	0.0969	0.1459*	0.1193	0.1010	0.0963	0.1287	0.1029	0.1101	0.0939	0.1111	0.1176	0.0854	0.1436*
5	0.0792	0.1135	0.0739	0.0657	0.0642	0.0743	0.0539	0.0596	0.0884	0.0926	0.0588	0.0427	0.0904
6	0.0669	0.0649	0.0795	0.0606	0.0695	0.0842	0.0735	0.0688	0.0387	0.0494	0.0588	0.0793	0.0638
7	0.0580	0.0270	0.0568	0.0909	0.0695	0.0396	0.0588	0.0872	0.0497	0.0247	0.0458	0.0854	0.0426
8	0.0512	0.0432	0.0682	0.0354	0.0588	0.0545	0.0588	0.0550	0.0718	0.0370	0.0654	0.0732	0.0691
9	0.0458	0.0378	0.0341	0.0354	0.0428	0.0347	0.0490	0.0413	0.0552	0.0247	0.0392	0.0549	0.0585
x^2		11.5999	4.0531	7.2011	1.6714	9.8158	9.7536	5.3053	4.6135	8.6046	10.1023	8.6030	13.0373
m^*		0.4212	0.5262	0.2223	0.2053	0.6500	0.8348	0.3809	0.3804	0.4238	0.4089	0.4674	1.2831*
d^*		0.9934	0.7085	0.8298	0.3834	1.0375	1.1550	0.6798	0.5390	0.9057	1.1148	0.8505	1.5070*

* %5 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlıdır

Tablo 4: Yıllara Göre Nisbi Frekanslar

	Newcomb-Benford	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	0.3010	0.2787	0.3040	0.3000	0.3608	0.2984	0.2490	0.2661	0.3043	0.2834	0.2591	0.3212
2	0.1761	0.1967	0.1600	0.2688*	0.1392	0.1815	0.1429	0.1653	0.1581	0.1579	0.1498	0.1515
3	0.1249	0.1311	0.1440	0.1313	0.1013	0.1452	0.1673*	0.1452	0.1186	0.1296	0.1457	0.0909
4	0.0969	0.1230	0.1280	0.0813	0.1013	0.0968	0.1633*	0.1089	0.1146	0.1012	0.1215	0.0970
5	0.0792	0.0738	0.0560	0.0500	0.0759	0.0847	0.0776	0.0685	0.0870	0.0729	0.0607	0.0848
6	0.0669	0.0738	0.0800	0.0250*	0.0633	0.0806	0.0776	0.0524	0.0553	0.0688	0.0810	0.0667
7	0.0580	0.0328	0.0560	0.0938	0.0443	0.0403	0.0286	0.0444	0.0632	0.0729	0.0607	0.1030*
8	0.0512	0.0574	0.0480	0.0125*	0.0633	0.0403	0.0490	0.0887	0.0514	0.0607	0.0850*	0.0545
9	0.0458	0.0328	0.0240	0.0375	0.0506	0.0323	0.0449	0.0605	0.0474	0.0526	0.0364	0.0303
x^2		3.3959	4.2902	22.6228*	4.9307	4.5392	22.5029*	12.2899	2.2139	2.5872	12.6310	9.0554
m^*		0.2784	0.2592	0.5306	0.4632	0.2783	0.8147	0.5496	0.2861	0.2860	0.6588	0.4371
d^*		0.5588	0.5908	1.5139*	0.9645	0.5622	1.6417*	0.9989	0.4810	0.5178	1.1401	0.8598

* %5 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlıdır

Tablo [4]'te gösterilen yıllara göre oluşturulan alt gruplardan 2007 ve 2010 yılları için gözlemlenen birinci basamak frekanslarının Newcomb-Benford Kanununa uygun olmadığını ki-kare testi ve uyarlanmış Öklid uzaklığına sonuçları göstermektedir. Z-testi sonuçlarına göre ise, 2007 yılı alt grubunda 2, 6, 8, 2010 yılı alt grubunda 2 ve 3, 2014 yılı alt grubunda 8 ve 2015 yılı alt grubunda 7 için gözlemlenen birinci basamak frekansının Newcomb-Benford Kanununa uygun olmadığı sonucuna varılmıştır.

5. Sonuç

Newcomb-Benford kanununa göre doğal sayıların en yüksek birinci hanesindeki rakamların dağılımı logaritmiktir. Finansal tablolardaki ve muhasebe verilerindeki gerçeğe aykırılıkların incelenmesine, finansal varlık fiyatlarındaki anomalilerin tespitine, makroekonomik verilerdeki hataların araştırılmasına ilişkin birçok çalışmada Newcomb-Benford Kanunundan yararlanılmaktadır.

Bu çalışmada, altın getirilerinin dağılımının Newcomb-Benford Kanununun birinci basamak referans dağılımına uygunluğu 03.01.2005 ile 28.08.2015 dönemine ait günlük veriler ile analiz edilmiştir. Analizlerde ki-kare testi ve z-testi uygulanmış, ayrıca uyarlanmış maksimum değer ve uyarlanmış Öklid uzaklığı hesaplanmıştır.

Çalışma dönemi içerisindeki 2007 ve 2010 yıllarında altın getirileri dağılımının birinci basamağının 0.05 anlamlılık düzeyinde Newcomb-Benford Kanunu ile uygun olduğu hipotezi reddedilmiştir. Altın fiyatlarında çok büyük ölçüde yükselişlerin olduğu 2010 yılı sonrası alt dönem olarak incelendiğinde de Newcomb-Benford Kanununun birinci basamak dağılımına uygunluğa ilişkin hipotezin reddedildiği görülmüştür. Aylara göre alt gruba bakıldığında ise, Aralık ayına ilişkin altın getirileri dağılımının Newcomb-Benford Kanunu ile uygun olduğu hipotezi reddedilmiştir.

Altın getirileri dağılımını Newcomb-Benford Kanununun referans dağılımından farklılık gösterip göstermediği konusunda, Türkiye'deki ampirik araştırmaların ilk örneklerinden biri olan bu çalışma; konu ile ilgili bir ön çalışma olarak değerlendirilmelidir. Bu çalışmanın bulguları genel anlamıyla, altın getirilerinin dağılımının Newcomb-Benford Kanununun birinci basamak referans dağılımına uygun olduğu, ancak volatilitenin artış gösterdiği 2010 yılı ve sonrası ile yılsonundaki işlemlerin gerçekleştirildiği Aralık ayında altın getirilerinin dağılımının Newcomb-Benford Kanununun birinci basamak referans dağılımına uygun olmadığına ilişkin istatistikî olarak anlamlı sonuçlar bulunmuştur. Bu sonuçlar, Newcomb-Benford Kanunu'nun günlük altın getirilerindeki anomalilerin belirlenmesinde etkili olarak kullanılabilecek bir araç olduğunu göstermektedir.

Diğer taraftan, altın fiyatları için gerçekleştirilecek araştırmalar ile Salı günü için haftanın gün etkisinin ve Aralık ayı etkisinin olup olmadığı farklı metodolojiler (OLS, GARCH, v.d.) ile araştırılabilir.

KAYNAKÇA

- ABRANTES-METZ, Rosa, VILLAS-BOAS, Sofia and JUDGE, George (2011). "Tracking the Labor Rate", *Applied Economics Letters*, S. 18, s. 893-899.
- AGGARWAL, Raj and LUCEY, Brian (2007). "Psychological Barriers in Gold Prices?", *Review of Financial Economics*, S. 16, s. 217-230.
- AKKAŞ, Murat Engin (2007). "Denetimde Benford Kanununun Uygulanması", *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, S. 9, s. 191-206.
- ALALI, Fatima and ROMERO, Silvia (2013). "Benford's Law: Analyzing a Decade of Financial Data", *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, S. 10, s. 1-39.
- ARCHAMBAULT, Jeffrey and ARCHAMBAULT, Marie (2011). "Earnings Management Among Firms During The Pre-Sec Era: A Benford's Law Analysis", *Accounting Historians Journal*, S. 38, s. 145-170.
- BENFORD, Frank (1938). "The Law of Anomalous Numbers", *Proceedings of American Philosophical Society*, S. 78, s. 551-572.
- BOZTEPE, Engin (2013). "Benford Kanunu ve Muhasebe Denetiminde Kullanılabilirliği", *LAÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, S. 4, s. 73-83.
- CARRERA, Cesar (2015). "Tracking Exchange Rate Management in Latin America", *Review of Financial Economics*, S. 25, s. 35-41.
- CENGİZ, Emre (2012). "Hile Risklerinin Tespitinde Benford Analizi: Vaka Çalışması", *MÖDAV*, S. 3, s. 111-129.
- CHO, Wendy and GAINES Brian (2007). "Breaking the (Benford) Law", *The American Statistician*, S. 61, s. 218-223.
- CIAPONI, Fabio and MANDANICI, Francesca (2014). "Using Digital Frequencies To Detect Anomalies in Receivables and Payables: An Analysis of the Italian Universities", *Journal of Economic and Social Development*, S. 2, s. 86-108.
- CLEARY, Richard and THIBODEAU, Jay (2005). "Applying Digital Analysis Using Benford's Law to Detect Fraud: The Dangers of Type I Errors", *Auditing: A Journal of Practice & Theory*, S. 24, s. 77-81.
- CLIPPE, Paulette and AUSLOOS, Marcel (2012). "Benford's Law and Theil Transform of Financial Data", *Physica A*, S. 391, s. 6556-6567.
- ÇALIŞ, Yıldırım Ercan, KELEŞ, Emrah ve ENGİN, Ahmet (2014). "Hilenin Ortaya Çıkarılmasında Bilgi Teknolojilerinin Önemi ve Bir Uygulama", *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, s. 93-108.
- ÇİNKO, Murat (2014). "BIST-100 Getirileri Dağılımının Benford Kanunu ile Testi", *Journal of Economics, Finance and Accounting*, S. 3, s. 184-191.
- DE CEUSTER, Marc, DHAENE, Geert and SCHATTEMAN, Tom (1998). "On the Hypothesis of Psychological Barriers in Stock Markets and Benford's Law", *Journal of Empirical Finance*, S. 5, s. 263-267.
- DECKERT, Joseph, MYAGKOV Mikhail and ORDESHOOK, Peter (2011). "Benford's Law and the Detection of Election Fraud", *Political Analysis*, S. 19, s. 245-268.
- DONALDSON, Glen and KIM, Horald (1993). "Price Barriers in the Dow Jones Industrial Average", *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, S. 28, s. 313-330.
- DORFLEITNER, Gregor and KLEIN, Christian (2009). "Psychological Barriers in European Stock Markets: Where are They", *Global Finance Journal*, S. 19, s. 268-285.

- DURTSCHI, Cindy, HILLISON, William and PACINI, Carl (2004). "The Effective Use of Benford's Law to Assist in Detecting Fraud in Accounting Data", *Journal of Forensic Accounting*, S. 5, s. 17-34.
- DÜNDAR, Uğur (2014). "Kamu Mali Denetiminde İstatistiksel Bir Yaklaşım: Benford Yasası", 29. Türkiye Maliye Sempozyumu, Antalya, s. 126-137.
- GAVA, Alexandre and VITIELLO, Luiz (2014). "Inflation, Quarterly Balance Sheets and the Possibility of Fraud: Benford's Law and the Brazilian Case", *Journal of Accounting – Business & Management*, S. 21, s. 43-52.
- GONZALEZ-GARCIA, Jesus and PASTOR, Gonzalo (2009). "Benford's Law and Macroeconomic Data Quality", *IMF Working Papers*, s. 1-20.
- GUAN, Liming, LIN, Fengyi and FANG, Wenchang (2008). "Goal-Oriented Earnings Management: Evidence from Taiwanese Firms", *Emerging Markets Finance & Trade*, 44 (4): 19-32.
- GÜNNEL, Stefan and TÖDTER, Karl-Heinz (2007). "Does Benford's Law Hold In Economic Research And Forecasting", *Deutsche Bundesbank Discussion Paper Series*, s. 1-32.
- HILL, Theodore (1996). "A Statistical Derivation Of The Significant-Digit Law", *Statistical Science*, S. 10, s. 354-363.
- HOLZ, Carsten (2014). "The Quality of China's GDP Statistics", *China Economic Review*, S. 30, s. 309-338.
- JOHNSON, Gary and WEGGENMANN, Jennifer (2013). "Exploratory Research Applying Benford's Law To Selected Balances in The Financial Statements Of State Governments", *Academy of Accounting and Financial Studies Journal*, S. 17, s. 31-44.
- KARAVARDAR, Alper (2014). "Benford's Law and an Analysis in Istanbul Stock Exchange (BIST)", *International Journal of Business and Management*, S. 9, s. 160-172.
- LEEMIS, Lawrence, SCHMEISER, Bruce and EVANS, Diane (2000). "Survival Distributions Satisfying Benford's Law", *The American Statistician*, S. 54, s. 236-241.
- LIN, Fengyi and WU, Sheng-Fu (2014). "Comparison of Cosmetic Earnings Management for the Developed Markets and Emerging Markets: Some Empirical Evidence from the United States and Taiwan", *Economic Modelling*, S. 36, s. 466-473.
- LIN, Fengyi and WU, Sheng-Fu (2015). "Applying Digital Analysis to Investigate the Relationship between Corporate Governance and Earnings Management: An Empirical Analysis of Publicly Listed Companies in Taiwan", *Contemporary Management Research*, S. 11, s. 209-222.
- MEBANE, Walter and KLAVER, Joseph (2015). "Election Forensics: Strategies versus Election Frauds in Germany", *Annual Meeting of the Midwest Political Science Association*, Chicago.
- MICHALSKI, Tomasz and STOLTZ, Gilles (2013). "Do Countries Falsify Economic Data Strategically? Some Evidence That They Might", *The Review of Economics and Statistics*, S. 95, s. 591-616.
- MORROW, John (2010). "Benford's Law, Families of Distributions and a Test Basis", UW-Madison
- NEWCOMB, Simon (1881). "Note on the Frequency of the Use of Digits in Natural Numbers", *American Journal of Mathematics*, S. 4, s. 39-40.
- NIGRINI, Mark (1996). "A Taxpayer Compliance Application of Benford's Law", *The Journal of the American Taxation Association*, S. 18, s. 72-91.
- NIGRINI, Mark (1999). "I've Got Your Number", *Journal of Accountancy*, S. 187, s. 79-83.
- ÖZER, Gökhan ve BABACAN, Burak (2013). "Benford's Law and Digital Analysis: Application on Turkish Banking Sector", *Business and Economics Research Journal*, S. 4, s. 29-41.
- RAUCH, Bernhard, GÖTTSCHKE, Max, BRÄHLER, Gernot and KRONFELD, Thomas (2014). "Deficit Versus Social Statistics: Empirical Evidence for the Effectiveness of Benford's Law", *Applied Economics Letters*, S. 21, s. 147-151.
- ROEGEL, Denis (2012). "Napier's Ideal Construction of the Logarithms", <http://locomat.loria.fr/napier/napier1619construction.pdf>
- ROUKEMA, Boudewijn (2014). "A First-Digit Anomaly in the 2009 Iranian Presidential Election", *Journal of Applied Statistics*, S. 41, s. 164-199.
- SKOUSEN, Christopher, GUAN, Liming and WETZEL, Sterling (2004). "Anomalies and Unusual Patterns in Reported Earnings: Japanese Managers, Round Earnings", *Journal of International Financial Management and Accounting*, S. 15, s. 212-234.
- UYAR, Aydın ve UZUNER, Mustafa Talha (2014). "Benford Yasasının Sermaye Piyasasında Faaliyet Gösteren Aracı Kurumların Konsolide Bilançolarına Uygulanması", *Trakya University Journal of Social Science*, S. 16, s. 87-97.
- UZUNER, Mustafa Talha (2014). "Benford Yasasının Borsa İstanbul'da İşlem Gören Bankaların Konsolide Bilançolarına Uygulanması", *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, S. 5, s. 73-82.
- YANIK, Ramazan ve SAMANCI Tuna Han (2013). "Benford Kanunu ve Muhasebe Verilerinde Uygulanmasına Ait Kamu Sektöründe Bir Uygulama", *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, S. 17, s. 335-348.
- YILDIRIM, Hakan ve İNEL, Mehmet Nuri (2012). "Muhasebe Denetiminde Örneklem Tekniklerinin Değerlendirilmesi Üzerine Bir İnceleme", *Marmara Üniversitesi İİBF Dergisi*, S. 32, s. 261-276.