



## ABD Doları ve AVRO Döviz Kurlarının Nümerik Desen Analizi

Murat Engin Akkaş\*

Başbakanlık, Ankara

### Öz

*Bu çalışmada, ABD Doları/TL ve AVRO/TL döviz kurlarının nümerik desenleri 1.1.2003-31.12.2014 dönemine ait veriler ile analiz edilmiştir. Döviz kurlarının analizi için Newcomb-Benford Kanununun ikinci basamak referans dağılımı kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda, 2003, 2004, 2008, 2010 ve 2014 yıllarında ABD Doları/TL'nin ve 2005, 2006, 2007, 2009 ve 2012 yıllarında AVRO/TL'nin nümerik desenlerinin Newcomb-Benford Kanununun ikinci basamak referans dağılımına uygun olduğuna ilişkin istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar bulunmuştur.*

**Anahtar Kelimeler:** Newcomb-Benford Kanunu, Döviz Kurları, Ki-Kare Testi, Kuiper Testi, Öklid Uzaklığı, Cramer V Katsayısı.

### Numerical Pattern Analysis of USD and EURO Exchange Rates

#### Abstract

*In this study, the numerical patterns of USD/TL and EURO/TL exchange rates were analyzed for the period of 1.1.2002-31.12.2014. Newcomb-Benford's Law second digit reference distribution was used to track the exchange rates. As a result of the study, statistically significant results were found that; numerical pattern of USD exchange rates for the years; 2003, 2004, 2008, 2010 and 2014, and numerical pattern of EURO exchange rates for the years; 2005, 2006, 2007, 2009 and 2012 were satisfied Newcomb-Benford's Law second digit reference distribution.*

**Key words:** Newcomb-Benford Law, Exchange Rates, Chi-Square Test, Kuiper Test, Euclidian Distance, Cramer's V.

### GİRİŞ

Bir veri setindeki sayıların ilk basamağındaki rakamın 1 olma olasılığı sezgisel olarak 1/9'dur. Benzer şekilde aynı sayının ikinci basamağındaki rakamın 1 olma olasılığı 1/10'dur. Bu sezgisel çıkarsamanın temelinde sayıların basamaklarındaki rakamların eşit frekansa sahip olduğu varsayımı yer almaktadır.

Ancak, 134 yıl öncesinde Newcomb, logaritma cetvellerinin ön bölümlerinin sonraki bölümlere göre daha çok yıprandığını ve dolayısıyla daha çok kullanıldığını gözlemlemiştir. Bu gözleme dayalı çıkarsama ile Newcomb (1881) "American Journal of Mathematics" dergisinde yayımlanan iki sayfalık çalışmasında; doğal sayıların birinci basamaklarındaki sayıların frekansının logaritmik olduğu savını ortaya atmıştır.

Newcomb (1881)'un çalışmasından 57 yıl sonra Benford (1938) "Proceedings of American Philosophical Society" dergisinde sonuçlarını yayımladığı ampirik çalışmasında 20,229 sayısal verinin %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 olduğunu gözlemlemiştir. Benford (1938)'un ampirik çalışmasında veri seti; nehirlerin uzunluğu, gazete tirajları, nüfus, sıcaklık, basınç, maliyet bilgileri, beysbol ligi istatistikleri gibi 21 değişik alandan alınmış sayısal verilerden oluşmaktadır.

Newcomb (1881) ve Benford (1938)'un ortaya attıkları kanundan öncelikle fen bilimlerinde birçok çalışmada yararlanılmış, özellikle 1990'lardan itibaren ise sosyal bilimlerde özellikle işletme alanındaki araştırmalarda bu kanun uygulanmıştır. Türkiye'de ise bu kanuna dayalı olarak yapılan ampirik çalışmaların sınırlı düzeyde kaldığı görülmektedir. Bu çalışma, yaptığımız literatür araştırmasına göre, ABD Doları/TL ve AVRO/TL döviz kurlarının nümerik desenlerinin Newcomb-Benford kanununa uygunluğunun ampirik olarak test edildiği ilk akademik çalışmadır.

Çalışmanın bu bölümünden sonra gelen ikinci bölümünde Newcomb-Benford kanunu irdelenmiş, literatürdeki Newcomb-Benford kanununa ilişkin ampirik çalışmalar özetlenmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümünde bu araştırmada kullanılan değişkenler ve uygulanan metodoloji açıklanmıştır. Çalışmanın dördüncü bölümünde ampirik uygulamaya ilişkin bulgular sunulmuştur. Çalışmanın son bölümünde ise ekonometrik analizlerin sonuçları ve elde edilen bulgular yorumlanarak çeşitli değerlendirmeler yapılmıştır.

## 1. LİTERATÜR

Newcomb (1881) ve Benford (1938)'un ortaya attığı kanuna göre doğal sayıların birinci ve ikinci basamaklarındaki rakamların olasılık değerleri aşağıdaki formüllerle hesaplanmaktadır.

$$p(d_1) = \log_{10}\left(1 + \frac{1}{d_1}\right) \quad (1)$$

$$p(d_2) = \sum_{k=1}^9 \log_{10}\left(1 + \frac{1}{10k+d_2}\right) \quad (2)$$

$p(d_1)$  birinci basamakta  $d_1$  rakamı için Newcomb-Benford Kanununa göre beklenen olasılığı ifade etmektedir. Örneğin bir sayının 1 rakamı ile başlama olasılığı Newcomb-Benford Kanununa göre formül [1] kullanılarak  $\log_{10}\left(1 + \frac{1}{1}\right) = \log_{10}(2) = 0.3010$  olarak hesaplanmaktadır. Bir sayının 12 ile başlama olasılığı ise, Newcomb-Benford Kanununa göre sadece  $k=1$  için formül [2] kullanılarak  $\log_{10}\left(1 + \frac{1}{12}\right) = \log_{10}\frac{13}{12} = 0.0348$  olarak hesaplanmaktadır.

Yukarıdaki formüller ile hesaplanan doğal sayıların birinci ve ikinci basamaklarındaki rakamların frekansları aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

**Tablo 1.** Birinci ve İkinci Basamaktaki Rakamların Frekansları

Rakam	Birinci Basamak	İkinci Basamak
0	-	0.1197
1	0.3010	0.1139
2	0.1761	0.1088
3	0.1249	0.1043
4	0.0969	0.1003
5	0.0792	0.0967
6	0.0669	0.0934
7	0.0580	0.0904
8	0.0512	0.0876
9	0.0458	0.0850

Kaynak: Newcomb (1881)

Pinkham (1961) Newcomb-Benford Kanununun ölçekten bağımsız, Hill (1996) ise tabandan bağımsız olduğunu matematiksel olarak ispatlamışlardır.

Ancak, tüm veri setleri Newcomb-Benford Kanununa uygun dağılım göstermezler. Newcomb-Benford Kanununa göre yapılacak nümerik analiz öncesinde, verilerin Benford Kanununa uygun olup olmadığına karar verilmesi gerekmektedir. Bunun için bazı şartların sağlanması gerekmektedir (Nigrini, 1999):

- Veri setindeki sayılar benzer olguların büyüklüğünü tanımlamalıdır.
- Veri setindeki sayıların, günlük çalışma saati gibi, alt veya üst limitinin olmaması gerekmektedir.
- Veri setindeki sayıların, kredi kartı, vergi numarası, telefon numarası gibi, belirlenmiş olmaması gerekmektedir.

Matematik başta olmak üzere istatistik, mühendislik, işletme ve iktisat gibi birçok alanda Newcomb-Benford Kanunundan faydalanılmaktadır (Akkaş, 2007:197). Tablo 2’de çeşitli alanlardaki verilerin Newcomb-Benford Kanunu ile test edildiği ampirik çalışmalar gösterilmektedir.

Tablo 2’den Türkiye’ye ilişkin çalışmaların; finansal tablolardaki bilgilerin, hisse senedi fiyatlarının ve endekslerin Newcomb-Benford Kanununa uygunluğuna ve muhasebe denetiminde Newcomb-Benford Kanunundan yararlanmaya yoğunlaştığı görülmektedir.

Uluslararası literatürde ise, Newcomb-Benford Kanununa uygunluğa ilişkin ampirik çalışmaların muhasebe verilerinin yanı sıra, finansal varlık fiyatlarına, makroekonomik verilere hatta seçim sonuçlarına bile uygulandığı görülmektedir.

Bu çalışmanın konusu döviz kurlarının Newcomb-Benford Kanununa uygunluğuna ilişkin olduğundan, sadece bu alandaki çalışmalara aşağıda değinilecektir.

Carrera (2015) çalışmasında Latin Amerika ülkelerindeki ABD Doları ve AVRO döviz kurlarının Newcomb-Benford kanununa uygunluğunu test etmiştir. Çalışmanın

ampirik bulgularına göre; ABD Doları döviz kurlarının sadece Şili ve Paraguay'da, AVRO döviz kurlarının ise Latin Amerika ülkelerinin birçoğunda Newcomb-Benford Kanununa uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

**Tablo 2.** Newcomb-Benford Kanununa İlişkin Çeşitli Çalışmalar

Konu	Çalışma
Altın fiyatları	Aggarwal ve Lucey (2007)
Döviz kurları	Carrera (2015)
Finansal tablolar	Alali ve Romero (2013), Johnson ve Weggenmann (2013), Özer ve Babacan (2013), Yanık ve Samancı (2013), Uyar ve Uzuner (2014), Uzuner (2014)
Hisse senedi fiyatları	Donaldson ve Kim (1993), De Ceuster, Dhaene ve Schatteman (1998), Dorfleitner ve Klein (2009), Çinko (2014), Karavardar (2014)
İnternet tabanlı açık arttırmalar	Giles (2007), Lu ve Giles (2010)
Kampanya finansmanı	Cho ve Gaines (2007)
Libor oranları	Abrantes-Metz, Villas-Boas ve Judge (2011)
Makroekonomik veriler	Günnel ve Todter (2007), Gonzalez-Garcia ve Pastor (2009), Clippe ve Ausloos (2012), Michalski ve Stoltz (2013), Holz (2014), Rauch, Götsche, Brähler ve Kronfeld (2014)
Muhasebe denetimi	Durtschi, Hillison ve Pacini (2004), Cleary ve Thibodeau (2005), Akkaş (2007), Cengiz (2012), Yıldırım ve İnel (2012), Boztepe (2013), Ciaponi ve Mandanici (2014), Çalış, Keleş ve Engin (2014), Dündar (2014), Gava ve Vitiello (2014)
Seçim sonuçları	Deckert, Myagkov ve Ordeshook (2011), Roukema, B. (2014), Mebane ve Klaver (2015)
Sigorta yolsuzluğu	Petucci (2005)
Şirket kazançları	Thomas (1989), Skousen, Guan ve Wetzel (2004), Guan, Lin ve Fang (2008), Archambault ve Archambault (2011), Lin ve Wu (2014), Lin ve Wu (2015)
Vergi yolsuzluğu	Nigrini (1996)

Veri setlerinin Newcomb-Benford Kanununa uygunluğu ki-kare testi, ortalama testi, Kuiper testi ile test edilebilir ve normalize edilmiş Öklid uzaklığı ile Cramer V katsayısı gibi değerler hesaplanarak analiz edilebilir. Birinci ve ikinci basamak için ki-kare testi istatistikleri aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır (Lin ve Wu, 2014:469).

$$x_1^2 = \sum_{i=1}^9 \frac{(gf1_i - bf1_i)^2}{bf1_i} \quad (3)$$

$$x_2^2 = \sum_{j=0}^9 \frac{(gf2_j - bf2_j)^2}{bf2_j} \quad (4)$$

$gf1_i$  birinci basamakta  $i$  rakamı için gözlenen frekansı,  $bf1_i$  birinci basamakta  $i$  rakamı için Newcomb-Benford Kanununa göre beklenen frekansı,  $gf2_j$  ikinci

basamakta  $j$  rakamı için gözlenen frekansı ve  $bf2_j$  ikinci basamakta  $j$  rakamı için Newcomb-Benford Kanununa göre beklenen frekansı ifade etmektedir.

Birinci basamak için normalize edilmiş Öklid uzaklığı (*normalized Euclidian distance*) aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır (Cho ve Gaines, 2007).

$$d^* = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^9 (go1_i - bo1_i)^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^8 bo1_i^2 + (1 - bo1_9)^2}} \quad (5)$$

$go1_i$  birinci basamakta  $i$  rakamı için gözlenen görel frekansı,  $bo1_i$  birinci basamakta  $i$  rakamı için Newcomb-Benford Kanununa göre beklenen görel frekansı,  $go2_j$  ikinci basamakta  $j$  rakamı için gözlenen görel frekansı ve  $bo2_j$  ikinci basamakta  $j$  rakamı için Newcomb-Benford Kanununa göre beklenen görel frekansı ifade etmektedir.

Cramer V katsayısı ise, farklı veri setlerinin Newcomb-Benford Kanunundan sapmalarını karşılaştırmak için kullanılmakta olup, aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır (Lin ve Wu, 2015:213).

$$V = \sqrt{\frac{x^2}{n(k-1)}} \quad (6)$$

Newcomb-Benford Kanununa göre en yüksek birinci basamağın ortalama değeri 3.940, varyansı 6.057 ve en yüksek ikinci basamağının ortalama değeri 4.687, varyansı 8.254'dür (Tödter, 2009:341).

Veri setindeki en yüksek birinci ve ikinci basamakların ortalamaları aşağıdaki şekilde hesaplanabilir (Günnel ve Todter, 2007).

$$\bar{d}_1 = \sum_{d_1=1}^9 (d_1 + 0.5)hd_1 \quad (7)$$

$$\bar{d}_2 = \sum_{d_2=0}^9 (d_2 + 0.5)hd_2 \quad (8)$$

Bu değerlerin sapmasını ölçmek için aşağıdaki istatistik hesaplanır (Günnel ve Todter, 2007).

$$T_{\bar{d}_1} = \sqrt{N \frac{\bar{d}_1 - 3.940}{\sqrt{6.057}}} \quad (9)$$

$$T_{\bar{d}_2} = \sqrt{N \frac{\bar{d}_2 - 4.687}{\sqrt{8.254}}} \quad (10)$$

Kuiper testi ise Kolmogorov-Smirnov testinin uyarlanması olup, aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır. Kuiper testi için kritik değerler % 10, %5 ve %1 güven aralıklarına göre sırasıyla 1.620, 1.747 ve 2.001'dir (Lu ve Giles, 2010).

$$D_N^+ = \sup. (F_n(x) - F_0(x)) \quad (11)$$

$$D_N^- = \sup. (F_0(x) - F_n(x)) \quad (12)$$

$$V_n = (D_N^+ + D_N^-)(\sqrt{n} + 0.155 + 0.24/\sqrt{n}) \quad (13)$$

## 2. YÖNTEM

Bu çalışmanın amacı, ABD Doları/TL ve AVRO/TL döviz kurlarının nümerik desenlerinin Newcomb-Benford Kanununun ikinci basamak referans dağılımına uygun olup olmadığını test etmektir.

Çalışmanın dönemi Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankasının döviz kurlarını dalgalanmaya bıraktığı 22 Şubat 2001 tarihinden sonraki yılbaşından başlayacak şekilde; 1 Ocak 2003 – 31 Aralık 2014 olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla gözlem sayısı 3,129'dur.

Bloomberg Terminalinden temin edilen ABD Doları/TL ve AVRO/TL döviz kurlarına aşağıdaki formüller uygulanarak veri seti oluşturulmuştur.

$$\alpha_{ABD \text{ Dolar} \rightarrow} = 10 * [ABD \text{ Dolar} \rightarrow / TL - \text{aşağıyuvarla}(ABD \text{ Dolar} \rightarrow / TL)] \quad (14)$$

$$\beta_{ABD \text{ Dolar} \rightarrow, 2} = 10 * [\alpha_{ABD \text{ Dolar} \rightarrow} - \text{aşağıyuvarla}(\alpha_{ABD \text{ Dolar} \rightarrow})] \quad (15)$$

$$\alpha_{AVRO} = 10 * [AVRO/TL - \text{aşağıyuvarla}(AVRO/TL)] \quad (16)$$

$$\beta_{AVRO, 2} = 10 * [\alpha_{AVRO} - \text{aşağıyuvarla}(\alpha_{AVRO})] \quad (17)$$

Çalışmada literatür başlığında belirtilen metodoloji benimsenerek ABD Doları/TL ve AVRO/TL döviz kurlarının nümerik deseni Newcomb-Benford Kanununun ikinci basamak referans dağılımına uygun olup olmadığını test etmek için ki-kare testi uygulanmış, ayrıca normalize edilmiş Öklid uzaklığı ve Cramer V katsayısı hesaplanmıştır.

Ki-kare uygunluk testinin  $H_0$  hipotezi; gözlemlenen ikinci basamak frekansının Newcomb-Benford Kanununun ikinci basamak referans dağılımından farksız olduğudur. Serbestlik derecesi  $v=r-1=10-1=9$ 'dur. Anlamlılık düzeyi olarak 0.05 kabul edildiğinde ki-kare testinin kritik değeri 16.91898 olmaktadır. Ki-kare test istatistiği bu kritik değeri aşarsa;  $H_0$  hipotezi reddedilecek, aşmazsa  $H_0$  hipotezi reddedilmeyecektir. Diğer bir ifade ile  $H_0$  hipotezinin reddedilmemesi durumunda gözlemlenen ikinci basamak frekansının Newcomb-Benford Kanununa uygun olduğu sonucuna varılacaktır.

## 3. BULGULAR

Çalışmada kullanılan değişkenlere ilişkin istatistikî bilgiler aşağıdaki tabloda yer almaktadır. ABD Doları/TL döviz kurunun minimum ve maksimum değerlerinin, 1.1512 ve 2.3680 olduğu, AVRO/TL döviz kurunun minimum ve maksimum değerlerinin, 1.5107 ve 3.1948 olduğu görülmektedir. Bu durumda belirli değerler arasındaki veriler için Newcomb-Benford Kanunu analizi uygun olmadığından, dönüşüm yapılması gerekmektedir. Çalışmada kullanılan verinin günlük frekansta olduğu dikkate alınarak, formül [15] ve formül [17] ile hesaplanan ABD Doları/TL ve AVRO/TL döviz kurlarının ondalık değerleri için Newcomb-Benford Kanununun ikinci basamak testi uygulanmıştır.

Tablo 3. Değişkenlere İlişkin İstatistik Bilgiler

	ABD Doları/TL Kuru	AVRO/TL Kuru	ABD Doları/TL Kuru Ondalık İkinci Basamağı	AVRO/TL Kuru Ondalık İkinci Basamağı
Ortalama	1.580411	2.075530	4.576222	4.480345
Ortanca	1.508800	1.973100	5.000000	5.000000
Maksimum	2.368000	3.194800	9.000000	9.000000
Minimum	1.151200	1.510700	0.000000	0.000000
Standart Sapma	0.272316	0.381093	2.920410	2.783023
Varyans	0.074156	0.145232	8.528795	7.745218
Simetrik	0.845543	0.808524	-0.008975	-0.012369
Çarpıklık	3.000445	2.814385	1.743257	1.829886
Jarque-Bera	372.8427	345.4020	205.9567	178.5849
Olasılık	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Gözlem Sayısı	3129	3129	3129	3129

Newcomb-Benford Kanununun ikinci basamak referans dağılımının ortalama değeri 4.687, varyansı 8.254'dür. ABD Doları/TL ve AVRO/TL döviz kurlarının ikinci ondalık değerlerinin ortalama değeri ve varyansı sırasıyla, 4.5762, 4.4803 ve 8.5287, 7.7452'dir.

ABD Doları/TL ve AVRO/TL döviz kurlarının Newcomb-Benford Kanununun ikinci basamak referans dağılımına uygunluğuna ilişkin aşağıdaki tablolarda özet bilgiler yer almaktadır. Buna göre; ABD Doları/TL döviz kuru için 2003, 2004, 2008, 2010 ve 2014 yıllarında ve AVRO/TL döviz kuru için 2005, 2006, 2007, 2009 ve 2012 yıllarında Newcomb-Benford Kanununun ikinci basamak referans dağılımına uygun olduklarına ilişkin  $H_0$  hipotezi reddedilememiştir. ABD Doları/TL döviz kuru için 2003, 2004, 2008, 2010 ve 2014 yılları ve AVRO/TL döviz kuru için 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2011 ve 2012 yılları için hesaplanan Kuiper test değerleri, %5 güven aralığındaki kritik değerden düşüktür. Buna göre söz konusu yıllarda döviz kurlarının Newcomb-Benford Kanununun ikinci basamak referans dağılımına uygun olduğu sonucuna varılmaktadır. Diğer taraftan normalize edilmiş Öklid uzaklıkları ile Cramer V katsayıları  $H_0$  hipotezi reddedilemeyen yıllar için daha düşük değerlere sahiptir. Bu değerlerin 0'a yakınlığı döviz kurlarının Newcomb-Benford Kanununun ikinci basamak referans dağılımına uygun olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda hesaplanan değerler, ki-kare ve kuiper testlerinin sonuçlarını desteklemektedirler.

**Tablo 3.** ABD Doları /TL Döviz Kuru Nümerik Deseninin Ondalık İkinci Basamak Analizi

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2003-2014
0	0,13	0,11	0,02	0,05	0,13	0,08	0,13	0,10	0,07	0,17	0,13	0,09	0,10
1	0,08	0,11	0,05	0,07	0,11	0,09	0,05	0,14	0,08	0,10	0,08	0,14	0,09
2	0,11	0,13	0,05	0,16	0,13	0,13	0,08	0,12	0,09	0,08	0,08	0,12	0,11
3	0,11	0,13	0,12	0,15	0,10	0,10	0,10	0,10	0,06	0,02	0,04	0,15	0,10
4	0,07	0,10	0,18	0,14	0,05	0,09	0,08	0,08	0,10	0,03	0,08	0,10	0,10
5	0,09	0,08	0,24	0,13	0,05	0,10	0,09	0,10	0,12	0,08	0,07	0,07	0,11
6	0,09	0,08	0,18	0,10	0,03	0,08	0,11	0,05	0,07	0,07	0,12	0,10	0,09
7	0,11	0,07	0,07	0,07	0,13	0,10	0,09	0,10	0,14	0,06	0,12	0,10	0,09
8	0,08	0,08	0,05	0,05	0,14	0,13	0,12	0,12	0,14	0,15	0,13	0,07	0,10
9	0,14	0,11	0,03	0,06	0,12	0,10	0,15	0,10	0,13	0,24	0,15	0,06	0,11
Ki-kare	16,06	6,76	152,77	41,48	40,88	13,43	31,79	14,37	39,14	132,97	38,24	15,24	74,36
P-değeri	0,07	0,66	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00
Normalize Öklid uzaklığı	0,08	0,05	0,26	0,14	0,13	0,08	0,12	0,08	0,13	0,23	0,13	0,08	0,05
Cramer V katsayısı	0,08	0,05	0,26	0,13	0,13	0,08	0,12	0,08	0,13	0,24	0,13	0,08	0,05
Kuiper testi	1,568	0,758	4,379	2,178	2,088	1,454	2,423	1,404	1,940	4,299	2,253	1,364	2,916



**Tablo 4.** AVRO/TL Döviz Kuru Nümerik Deseninin Ondalık İkinci Basamak Analizi

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2003-2014
0	0,04	0,10	0,13	0,11	0,07	0,06	0,10	0,10	0,09	0,11	0,05	0,10	0,09
1	0,12	0,13	0,11	0,11	0,12	0,08	0,13	0,06	0,06	0,14	0,10	0,07	0,10
2	0,09	0,07	0,10	0,10	0,12	0,13	0,09	0,10	0,10	0,13	0,10	0,06	0,10
3	0,10	0,10	0,11	0,09	0,12	0,12	0,08	0,12	0,08	0,09	0,11	0,11	0,10
4	0,11	0,09	0,10	0,08	0,10	0,14	0,10	0,05	0,12	0,12	0,14	0,06	0,10
5	0,16	0,10	0,10	0,10	0,14	0,10	0,15	0,08	0,13	0,09	0,13	0,09	0,12
6	0,11	0,06	0,08	0,13	0,08	0,08	0,11	0,13	0,12	0,09	0,11	0,13	0,10
7	0,11	0,10	0,08	0,12	0,11	0,06	0,11	0,15	0,08	0,10	0,09	0,15	0,10
8	0,12	0,15	0,06	0,09	0,09	0,10	0,08	0,13	0,10	0,07	0,09	0,11	0,10
9	0,04	0,09	0,12	0,06	0,06	0,12	0,06	0,07	0,12	0,07	0,06	0,12	0,08
Ki-kare	36,49	21,26	6,52	10,58	15,32	20,96	14,41	36,17	21,90	6,18	22,11	32,12	58,07
P-değeri	0,00	0,01	0,69	0,31	0,08	0,01	0,11	0,00	0,01	0,72	0,01	0,00	0,00
Normalize Öklid uzaklığı	0,13	0,09	0,05	0,07	0,08	0,10	0,08	0,13	0,10	0,05	0,10	0,12	0,05
Cramer V katsayısı	0,12	0,09	0,05	0,07	0,08	0,09	0,08	0,12	0,10	0,05	0,10	0,12	0,05
Kuiper testi	2,523	1,805	1,004	1,151	1,710	1,635	1,363	2,130	1,675	0,759	1,913	1,829	2,745

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, ABD Doları/TL ve AVRO/TL döviz kurlarının nümerik desenleri 1.1.2003-31.12.2014 dönemine ait veriler ile analiz edilmiştir. Döviz kurlarının nümerik desen analizleri için Newcomb-Benford Kanununun ikinci basamak referans dağılımı kullanılmıştır. Analizlerde ki-kare testi ve Kuiper testi uygulanmış, ayrıca normalize edilmiş Öklid uzaklıkları ve Cramer V katsayıları hesaplanmıştır.

Çalışma dönemi içerisindeki 2003, 2004, 2008, 2010 ve 2014 yıllarında ABD Doları/TL döviz kurunun ondalık en yüksek ikinci basamağının 0.05 anlamlılık düzeyinde Newcomb-Benford Kanunu ile uygun olduğu hipotezi reddedilmemiştir.

AVRO/TL döviz kuru için ise 2005, 2006, 2007, 2009 ve 2012 yıllarında ondalık en yüksek ikinci basamağının 0.05 anlamlılık düzeyinde Newcomb-Benford Kanunu ile uygun olduğu hipotezi reddedilmemiştir.

ABD Doları/TL ve AVRO/TL döviz kurlarının nümerik deseninin Newcomb-Benford Kanununun ikinci basamak 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, ABD Doları/TL ve AVRO/TL döviz kurlarının nümerik deseninin Newcomb-Benford Kanununun ikinci basamak referans dağılımına uygun olduğuna ilişkin bazı yıllar özelinde istatistiki olarak anlamlı sonuçlar bulunmuştur.

Diğer taraftan, Türk döviz piyasası için gerçekleştirilecek çalışmalar ile; döviz kurlarının nümerik desenlerinin Newcomb-Benford Kanununa uyumsuz olduğu dönemlerin, serbest piyasa koşullarında oluşması gereken döviz kurlarının döviz piyasasına yapılan müdahalelerden etkilenmesine bağlı olup olmadığı araştırılabilir.

## KAYNAKÇA

- Abrantes-Metz, R., Villas-Boas, S. ve Judge, G. (2011). Tracking the Libor Rate, *Applied Economics Letters*, 18 (10): 893-899.
- Aggarwal, R. ve Lucey, B. (2007). Psychological Barriers in Gold Prices?, *Review of Financial Economics*, 16 (2007): 217-230.
- Akkaş, M. E. (2007). Denetimde Benford Kanununun Uygulanması, *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9 (1): 191-206.
- Alali, F. ve Romero, S. (2013). Benford's Law: Analyzing a Decade of Financial Data, *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 10 (1): 1-39.
- Archambault, J. ve Archambault, M. (2011). Earnings Management Among Firms During The Pre-Sec Era: A Benford's Law Analysis, *Accounting Historians Journal*, 38 (2): 145-170.
- Benford, F. (1938). The Law of Anomalous Numbers, *Proceedings of American Philosophical Society*, 78 (1): 551-572.
- Boztepe, E. (2013). Benford Kanunu ve Muhasebe Denetiminde Kullanılabilirliği, *LAÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 4 (1): 73-83.
- Carrera, C. (2015). Tracking Exchange Rate Management in Latin America, *Review of Financial Economics*, 25 (2015):35-41.
- Cengiz, E. (2012). Hile Risklerinin Tespitinde Benford Analizi: Vaka Çalışması, *MÖDAV*, 3 (2012): 111-129.
- Cho, W. ve Gaines B. (2007). Breaking the (Benford) Law, *The American Statistician*, 61 (3): 218-223.

- Ciaponi, F. ve Mandanici, F. (2014). Using Digital Frequencies To Detect Anomalies in Receivables and Payables: An Analysis of the Italian Universities, *Journal of Economic and Social Development*, 2 (1): 86-108.
- Cleary, R. ve Thibodeau, J. (2005). Applying Digital Analysis Using Benford's Law to Detect Fraud: The Dangers of Type I Errors, *Auditing: A Journal of Practice & Theory*, 24 (1): 77-81.
- Clippe, P. ve Ausloos, M. (2012). Benford's Law and Theil Transform of Financial Data, *Physica A*, 391 (2012): 6556-6567.
- Çalış, Y., Keleş, E. ve Engin, A. (2014). Hilenin Ortaya Çıkartılmasında Bilgi Teknolojilerinin Önemi ve Bir Uygulama, *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 93-108.
- Çinko, M. (2014). BIST-100 Getirileri Dağılımının Benford Kanunu ile Testi, *Journal of Economics, Finance and Accounting*, 1 (3) 184-191.
- De Ceuster, M., Dhaene, G. ve Schatteman, T. (1998). On the Hypothesis of Psychological Barriers in Stock Markets and Benford's Law, *Journal of Empirical Finance*, 5 (1): 263-267.
- Deckert, J., Myagkov M. ve Ordeshook, P. (2011). Benford's Law and the Detection of Election Fraud, *Political Analysis*, 19 (3): 245-268.
- Donaldson R. ve Kim, H. (1993). Price Barriers in the Dow Jones Industrial Average, *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 28 (3): 313-330.
- Dorfleitner, G. ve Klein, C. (2009). Psychological Barriers in European Stock Markets: Where are They, *Global Finance Journal*, 19 (1): 268-285.
- Durtschi, C., Hillison, W. ve Pacini, C. (2004). The Effective Use of Benford's Law to Assist in Detecting Fraud in Accounting Data, *Journal of Forensic Accounting*, 5 (1): 17-34.
- Dündar, U. (2014). Kamu Mali Denetiminde İstatistiksel Bir Yaklaşım: Benford Yasası, 29. Türkiye Maliye Sempozyumu, Antalya, 126-137.
- Gava, A. ve Vitiello, L. (2014). Inflation, Quarterly Balance Sheets and the Possibility of Fraud: Benford's Law and the Brazilian Case, *Journal of Accounting – Business & Management*, 21 (1): 43-52.
- Giles, D. E. (2007). Benford's Law and Naturally Occurring Prices in Certain ebaY Auctions, *Applied Economics Letters*, 14 (1): 157-161.
- Gonzalez-Garcia, J. ve Pastor, G. (2009). Benford's Law and Macroeconomic Data Quality. *IMF Working Papers*, 1-20.
- Guan, L., Lin, F. ve Fang, W. (2008). Goal-Oriented Earnings Management: Evidence from Taiwanese Firms, *Emerging Markets Finance & Trade*, 44 (4): 19-32.
- Günnel, S. ve Todter, K. (2007). Does Benford's Law Hold In Economic Research And Forecasting. *Deutsche Bundesbank Discussion Paper Series*, 1-32.
- Hill, T. (1996). A Statistical Derivation Of The Significant-Digit Law, *Statistical Science*, 10(1):354-363.
- Holz, C. A. (2014). The Quality of China's GDP Statistics, *China Economic Review*, 30 (2014): 309-338.
- Johnson, G. ve Weggenmann, G. (2013). Exploratory Research Applying Benford's Law To Selected Balances in The Financial Statements Of State, Governments, *Academy of Accounting and Financial Studies Journal*, 17 (3): 31-44.
- Karavardar, A. (2014). Benford's Law and an Analysis in Istanbul Stock Exchange (BIST), *International Journal of Business and Management*, 9 (4): 160-172.
- Lanza, R., B. (2001). Review of the DATAS® Statistical Analysis Tool, *Journal of Forensic Accounting*, I (2000): 291-296.

- Lin, F. ve Wu, S. (2014). Comparison of Cosmetic Earnings Management for the Developed Markets and Emerging Markets: Some Empirical Evidence from the United States and Taiwan, *Economic Modelling*, 36 (2014): 466–473.
- Lin, F. ve Wu, S. (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*, 11 (3): 209-222.
- Lu, F. L. ve Giles, D., E. (2010). Benford's Law and Psychological Barriers in Certain Ebay Auctions, *Applied Economics Letters*, 17 (1): 1005–1008.
- Mebane, W. ve Klaver, J. (2015). Election Forensics: Strategies versus Election Frauds in Germany, *Annual Meeting of the Midwest Political Science Association*, Chicago.
- Michalski, T. ve Stoltz, G. (2013). Do Countries Falsify Economic Data Strategically? Some Evidence That They Might, *The Review of Economics and Statistics*, 95 (2): 591–616.
- Newcomb, S. (1881). Note on the Frequency of the Use of Digits in Natural Numbers, *American Journal of Mathematics*, 4 (1): 39-40.
- Nigrini, M. J. (1996). A Taxpayer Compliance Application of Benford's Law, *The Journal of the American Taxation Association*, 18 (1): 72-91.
- Nigrini, M. J. (1999). I've Got Your Number, *Journal of Accountancy*, 187 (1): 79-83.
- Özer, G. ve Babacan, B. (2013). Benford's Law and Digital Analysis: Application on Turkish Banking Sector, *Business and Economics Research Journal*, 4 (1): 29-41.
- Petucci, S. D. (2005). Benford's Law: Can It Be Used to Detect Irregularities in First Party Automobile Insurance Claims?, *Journal of Economic Crime Management*, 3 (1): 1-35.
- Pinkham, R. (1961). On The Distribution of the First Significant Digits, *Annals of Mathematical Statistic*, 32 (1): 1223-1230.
- Rauch, B., Göttsche, M., Brähler, G. ve Kronfeld, T. (2014). Deficit Versus Social Statistics: Empirical Evidence for the Effectiveness of Benford's Law, *Applied Economics Letters*, 21(3): 147–151.
- Roukema, B. (2014). A First-Digit Anomaly in the 2009 Iranian Presidential Election, *Journal of Applied Statistics*, 41 (1): 164-199.
- Skousen, C., Guan, L. ve Wetzel, T. (2004). Anomalies and Unusual Patterns in Reported Earnings: Japanese Managers, Round Earnings, *Journal of International Financial Management and Accounting*, 15 (3): 212-234.
- Thomas, J. K. (1989). Unusual Patterns in Reported Earnings, *The Accounting Review*, 64 (4): 773-787.
- Tödter, K. (2009). Benford's Law as an Indicator of Fraud in Economics, *German Economic Review*, 10 (3): 339–351.
- Uyar, A. ve Uzuner, M. T. (2014). Benford Yasasının Sermaye Piyasasında Faaliyet Gösteren Aracı Kurumların Konsolide Bilançolarına Uygulanması, *Trakya University Journal of Social Science*, 16 (1): 87-97.
- Uzuner, M. T. (2014). Benford Yasasının Borsa İstanbul'da İşlem Gören Bankaların Konsolide Bilançolarına Uygulanması, *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 5 (10): 73-82.
- Yanık, R. ve Samancı T. (2013). Benford Kanunu ve Muhasebe Verilerinde Uygulanmasına Ait Kamu Sektöründe Bir Uygulama, *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17 (1): 335-348.
- Yıldırım, H. ve İnel, M. (2012). Muhasebe Denetiminde Örneklem Tekniklerinin Değerlendirilmesi Üzerine Bir İnceleme, *Marmara Üniversitesi İİBF Dergisi*, 32 (1): 261-276.