

BENFORD YASASININ BORSA İSTANBUL'DA İŞLEM GÖREN BANKALARIN KONSOLİDE BİLANÇOLARINA UYGULANMASI

Mustafa Talha UZUNER*

Öz

Bu makalede, Borsa-İstanbul'da işlem gören bankaların konsolide bilançolarının Benford yasasına uygunluğu incelenmiştir. Kamuya açık veriler eşliğinde ilgili bankaların bilançolarında yer alan hesapların tutarlarındaki ilk rakamların dağılımının büyük bir çoğunluğunun Benford yasasını izlediği, bazı hesapların tutarlarındaki ilk rakamların dağılımının ise, farklılık gösterdiği saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Benford yasası, Sayısal Analiz, İlk Rakam Yasası, Ki-kare Test, Borsa İstanbul

Jel Kodları: G0, G10, G11

APPLICATION OF BENFORD'S LAW TO BE TRADED CONSOLIDATED BALANCE SHEETS OF BANKS IN İSTANBUL STOCK EXCHANGE

Abstract

In this paper, it is researched possibility of usage of this Benford's Law in analysis of consolidated balance sheets of the banks that are traded in the İstanbul Stock Exchange. On the basis of online available and public data, we compare distribution of first significant digits of balance sheets of set of values against the Benford's Law. Results show that the majority of distribution of the first significant digits follows the Benford's law, but some results indicate that an unusual higher amount of numbers is beginning that particular number.

* Yard.Doç.Dr., Yalova Üniversitesi, Yalova Meslek Yüksek Okulu, mtuzuner@yalova.edu.tr

Key Words: Benford's Law, Digital Analysis, Fist Digit Law, Chi-Square Test, İstanbul Stock Exchange

Jel Codes: G0, G10, G11

Giriş

Bu makalede, Borsa İstanbul'da işlem gören bankaların konsolide bilançoları veri setinin Benford yasası ile uyumluluğu araştırılmıştır. Benford yasası ya da diğer isimlendirilmesiyle ilk Rakam Yasasına dayalı rakamsal (Dijital) analiz ticari işletmelerin mali kayıtlarında herhangi bir manipülasyon ve dolandırıcılık eylemlerinin yapılıp yapılmadığını tespit etmeye yönelik bir süreci içerir.

Türk bankacılık sektöründe yaşanan son kriz sonrasında başta ilgili mevzuat değişiklikleri ve Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu (BDDK) tarafından sektörü yakından izleyip gerekli düzenlemeleri yapması sayesinde Türk bankaları finans dünyasında güçlü ve güvenilir olmanın dışında karlı kurumlar durumunu kazanmış ve bunun sonunda bu sektör son yıllarda en çok direkt yatırım çeken konumuna gelmiştir. Bu kurumlardan Borsa İstanbul'da yer alan bankaların konsolide bilançoları Benford yasasına dayalı analize tabi tutulmuştur.

Toplam üç bölümden oluşan çalışmamızda birinci bölümde Benford yasasının tarihsel gelişimi, teorik çerçevesi ve yasa ile ilgili akademik literatür özetlenmiştir. İkinci bölümde, konu ile ilgili model kurma ve test yöntemi seçimi üzerinde durulmuş, üçüncü bölümde ise kullanılan veriler ve uygulama sonuçlarına yer verilmiştir.

1. Benford Yasasının Tarihsel Gelişimi, Teorik Çerçevesi ve Literatür Taraması

Benford yasası ön çalışmaları ile 130 yılı aşkın bir matematik yasasıdır. Yasa, doğal olarak ortaya çıkan bütün sayıların ilk hanesinin bir (1) rakamı olma olasılığının %30 olduğu temeline dayanmaktadır (Fewster, 2009, 26-27).

Amerikalı astronot ve matematikçi Simon Newcomb 1881 yılında American Journal of Mathematics'te yayınlanan makalesinde kütüphanede bulunan logaritma kitaplarının ilk sayfalarının diğer sayfalara göre daha kirli, dolayısıyla daha fazla kullanıldığını fark eder. Logaritma kitaplarını kullanan bilim adamları 1 ile başlayan sayılara 2'den daha fazla, 2 ile başlayan sayılara ise 3'ten daha fazla bakmışlardır. Bilim adamlarının söz konusu kitaplarda en az 9 ile başlayan sayılara baktıklarını tespit eden Newcomb, sıfırdan farklı bir rakamın sayının ilk basamağı olma olasılığını hesaplayan aşağıdaki formülü yazarak makalesini tamamlamıştır (Durtschi, Hillison ve Pacini, 2004, 18-19):

$$P(d) = \text{Log}_{10}(1+1/d)$$

Denklemdaki simgelerin anlamları ise aşağıdaki gibidir:

P: Olasılık

d: 1'den 9'a kadarki rakamlardır.

Newcomb makalesinde bir fenomeni tanımlamış fakat teorik bir açıklamasını sağlayamadığından makale sonradan unutulmuştur (Durtschi, Hillison ve Pacini, 2004, 20). Elli yılı aşkın bir zaman sonrasında 1938 yılında Frank Benford logaritma kitapları ile ilgili gözlemi yeniden yapar. Benford, Newcomb'dan farklı olarak gözlemlerini toplanması büyük çaba gerektiren çeşitli alanlardan sağladığı birçok istatistiki veri ile destekler (Türkyener, 2010, 111-112).

Benford, 1938 yılında Proceedings Of The American Philosophical Society 'de yayınlanan makalesinde 20.229 adet araştırmadan elde ettiği verileri kullanmıştır (Türkyener, 2010,112). Bu gözlemlerini nehir uzunlukları, atom ağırlıkları, American beysbol istatistikleri, ölüm oranları, maliyet verileri, gazete sayıları, moleköl ağırlıkları, nüfus sayısı, adres sayıları, coğrafi, bilimsel ve demografik kaynaklardan meydana getirmiştir (Türkyener, 2010, 112-113).

Benford'un bulgularına göre ortalama olarak 1 rakamının anlamlı ilk olma oranı %30,6; 2 rakamının anlamlı ilk rakam olma oranı %18,5 tir. 9 rakamının ilk rakam olma oranı ise sadece %4,7 olmaktadır.

Benford yukarıda adı geçen bilimsel dergide yayınladığı "kural dışı sayıların kanunu" adlı makalesinde çok çeşitli kaynaklardan aldığı sayıları incelemesi sonucunda bu sayıların logaritmik bir dağılıma sahip olduğunu belirterek, sayıların alındığı kaynaklar çeşitlendikçe bu dağılımın daha da belirgin hale geldiğini ve bu dağılımın günlük hayatta pek çok sayı grubu için geçerli olduğunu, dolayısıyla bu olasılık kuralının geniş bir geçerlilik alanı bulunduğunu tespit etmiştir (Kocameşe, 2006, 35). Daha sonra ise Ted Hill, 1996 yılında Statistic Science'da yayınlanan makalesinde Benford yasasını matematiksel olarak kanıtlamıştır. Ayrıca Hill, Newcomb'un denklemini basamak kombinasyonlarını içerecek şekilde genişletmiştir:

$$P(d_1, d_2, d_3, \dots) = \log_{10}(1+(d_1, d_2, d_3, \dots, d_k) - 1)$$

Örneğin, bir sayının 314 ile başlama olasılığı $\log_{10}(1+(314) - 1)$ olarak ifade edilmektedir (Türkyener, 2010, 115).

Benford yasası, bir veri kümesinde yer alan sayıların beklenen olasılık dağılımını vermektedir. Rakamların olasılık dağılımları bu şekilde bilindiğinde bir veri kümesine bakılarak, verilen sayılar içerisinde anormallikler olup olmadığını anlamak Benford yasası kapsamında yapılacak bir analiz ile mümkün olabilecektir (Kocameşe, 2006, 31).

Bu analiz, insanların rasgele davranamayacakları savına dayalı olarak hile için sayı seçtiklerinde alışkanlıkları yüzünden birkaç numarayı tekrar edebileceklerini ileri sürmektedir.

Benford yasasının hileli rakamları bulmada kullanılması ilk defa Mark Nigrini tarafından yapılan araştırmalar sonucu gündeme gelmiştir. Nigrini'nin Benford yasasının muhasebe ve denetim alanında nasıl faydalanabileceğine ilişkin çok sayıda makale yayınlanmıştır.

Nigrini, Benford yasasını esas alarak rakamsal analiz veya dijital analiz adında bir denetim tekniği geliştirmiştir (Negrini, 1999, 81). Bir data analizi olan dijital analiz sayılarda normal olmayan oluşumların varlığını saptamaya çalışır. Bu analiz insanların rasgele davranamayacakları üzerine temellendirildiğinden insanlar bir hile için sayı oluşturduklarında alışkanlıkları nedeni ile birkaç numarayı tekrar edeceklerini kabul eder. Bu yöntem insanların rastlantısal sayılar üretmeyecekleri varsayımına dayanmaktadır. Bu bağlamda, doğal biçimde oluşması gereken sayılar Benford yasası ile bulunmakta, doğal biçimde oluşturulmuş sayılarla beyan edilen sayılar arasında fark oluşması halinde beyan edilen sayıların hileli biçimde oluşturuldukları varsayımı ortaya çıkmaktadır.

Nigrini tarafından yapılan rakamsal analiz, doğru ve dürüst muhasebe verilerinin Benford yasasına uygun dağılım göstereceği varsayımına dayandırılmakta ve eğer muhasebeden elde edilen rakamlar Benford dağılımından önemli ölçüde farklılık gösterirse, bu durumda bir hata ve hile belirtisinden söz etmek mümkün olmaktadır (Kocameşe, 2006, 35 – 36).

Benford yasasının ortaya çıkışından itibaren konu üzerinde yapılan araştırmalar öncelikle yasanın matematiksel ispatlanması üzerine olmuş, ispatla birlikte kullanım konularına yönelik araştırma çalışmaları yaygınlık göstermeye başlamıştır.

Günümüzde Benford yasasından matematik, istatistik, mühendislik, denetim, ekonomi, finans gibi birçok alanda yararlanılmaktadır. Değişik alanlar arasında Avustralya'da gümrük beyannamelerinin Benford yasası aracılığıyla analiz edilerek kaçakçılıkla mücadele amaçlanırken, Ukrayna'da seçimlerdeki oy pusulası hilelerinin tespit edilmesinde Benford yasasından faydalanılmıştır (Akkaş, 2007, 197). Ayrıca İngiltere'de çevrecilerin hükümetin açıkladığı sera gazı değerlerini Benford yasası ile test ederken, anket verilerindeki hileli ve hatalı verilerin tespit edilmesinde yine Benford yasası kullanılmaktadır (Akkaş, 2007, 197).

Benford yasasının kullanıldığı ilginç ve yeni bir çalışma da, Yunanistan'ın Avrupa Birliğine girerken ekonomisine ilişkin makro ekonomik verileri manipüle ettiğine yönelik tespittir (Rauch, Vd, 2011, 243).

Küreselleşme süreciyle birlikte makroekonomik verilerin kalitesine yönelik çeşitli bilimsel sorgulamalarda Benford yasası kullanılmaktadır. Bunlardan biri olan "Benford's Law and Macroeconomic Data Quality" isimli makalede veri kalitesini değerlendirmek için Benford yasası ile makroekonomik verilerin uygunluğunun güvenilirliği test edilmiş ve sonuçta ele alınan çok sayıdaki makroekonomik veri setinin Benford yasasının ilk rakamlarının dağılımı ile uyumlu bir eğilim gösterdiği, buna karşılık Benford yasası ile uyumsuzluk gösteren verilerinde olduğu saptanmıştır (Gonzales Vd, 2009, 10).

Ülkemizde ise Benford yasası ile ilgili olarak, Aktüel 2000 yılına dayalı olarak, 192 ülkenin nüfusu, yüzölçümü ve gayrisafi milli hasılasını esas alarak yapılan çalışma (Elitaş, 2002)

ile 1990 – 2000 donemi için Türk bankacılık sektorne Benford yasanının uygulandığı (zer ve Babacan, 2013) alışma bulunmaktadır.

2. Model Kurma ve Test Yönteminin Seçimini

Benford yasanı veya İlk Rakam Yasası bağlamında, çok sayıdaki gözlemde anlamlı ilk rakamın frekansı yani, gerçek rakamların ortaya çıkış sıklıkları etkin olarak Benford yasanını izlemesi gerektiğinden gerçek rakamların ortaya çıkış sıklıkları Benford yasanına uymayan biçimde değişiyorsa bunu yaratan sistematik bir dış etkenin olduğu ortaya çıkar (Erdoğan, 2001, 3).

Benford yasanından hareketle yapılmış olan hileleri ortaya çıkarmak için herhangi bir istatistik verisinden veya herhangi bir sayılar tablosundan rasgele seçilen ilk rakamların frekansları ile bu yasanın öngördüğü ilk rakamların frekanslarını karşılaştırmak yeterli olacaktır. Bir Benford modelini kurmak için aşağıdaki aşamalar izlenmelidir (Erdoğan, 2001, 4-5).

- Herhangi bir istatistik verisinden rassal olarak çekilecek birimlerle bir örneklem oluşturmak,
- Gözlemlenen frekansların test edilmesi,
- Yargıya varılması,
- Kanıtlayıcı verilerin araştırılması.

Benford yasanı sayıların belirli hanelerinde hangi rakamların ne olasılıkla bulunduğunu gösterir (Kocameşe, 2001, 63). Benford yasanı ile ilgili değişik türde testler yapılabilir. Literatürde, Benford yasanına dayalı olarak hazırlanan sayısal analiz testlerinin başlıcaları şunlardır (Akkaş, 2007, 199).

- Birinci basamak testi,
- İkinci basamak testi,
- İlk iki basamak testi,
- İlk üç basamak testi,
- Mükerrer basamak testi,
- Son iki basamak testi.

Birinci basamak testi sayısal analizin ana testidir. Bu test uygunluk testi olarak çok geneldir. İkinci basamak testide genel bir test olup uygunluk testidir. Birinci ve ikinci basamak testleri birer ön test olduklarından bu testlerin sonuçları verilerin Benford yasanına uygunluğunu belirleyecektir (Akkaş, 2007, 199).

İlk iki basamak testi ise önceki iki testin devamı niteliğinde olup, Benford yasanından sapmaların ayrıntılı olarak saptandığı özel bir testtir, bu testle denetçi örnek seçimi yapabilme imkânı

nına kavuşur (Akkaş, 2007, 199). İlk üç basamak testi ise ilk iki basamak testinden daha özelliikli bir test olarak bu testte denetçi daha spesifik örneklemeler yapabilir (Akkaş, 2007, 199).

Mükerrer sayılar testi frekansı yüksek sayıların tespitinde kullanılırken, son iki basamak testi hileli sayıların tespitinden çok, tahmin edilmiş veya türetilmiş sayıları bulmada kullanılır (Akkaş, 2007, 199).

Hangi sayısal analiz testinin kullanılacağı tespit edildikten sonra seçilen örneklemin içine giren her bir birimdeki sayılar ilgili basamak testine göre belirlenir. Bu sayıların kaç kez ortaya çıktığı (frekansı) hesaplanarak ‐Gözlenen Mutlak Frekanslar‐ olarak frekans tablosuna yerleştirilir. Sonraki aşamada ise örneklemin çekildiği evrenin izlediği kuramsal dağılım üzerine bir hipotez kurularak, eğer Benford dağılımıyla aralarında anlamlı farklar varsa, diğere bir değışle örneklemede beklenmeyen dalgalanmalar ortaya çıktığında bunları saptayarak karşılaştırma yapılır (Erdoğan,2001,5). Kurulan hipoteze göre, eğer bu iki dağılım arasında anlamlı farklar yoksa hipotez test edilmiş olur. Bu durum örneklem üzerinde gözlemlenen frekansların Benford yasasına göre elde edilen kuramsal olasılıklara yakın olduğu anlamına gelecektir (Erdoğan, 2001, 5).

Benford yasasına dayalı analizlerde sonuçların değerlendirilmesinde kullanılan istatistik sınamalar Ki-kare sınaması (X^2) ve Z-istatistiğidir. Ki-kare sınaması iki ana kütleinin rakamsal dağılımını karşılaştırmada kullanılan bir hipotez sınamasıdır. Z istatistiği ise belirli bir rakam veya rakam kombinasyonu için hesaplanan sapmanın anlamlı olup olmadığını değerlendirmede kullanılır.

Söz konusu bu çalışmada Ki-kare (X^2) sınaması tercih edilmiştir (Gujarati, 1999, 141-143). (X^2) değıerlerinin belirlenmesinde aşğıdaki adımlar takip edilir.

- İlk olarak, Benford kuramsal frekansları belirlenir.
- Gözlemlenen mutlak frekanslar ile Benford kuramsal frekanslarının farkları alınır.
- Farkın karesi Benford kuramsal frekanslarına bölünür.
- Bu şekilde her bir kategori için bulunan değıerlerin toplamı alınır.

Yukarıdaki hesaplama sürecinden sonra, H_0 hipotezine göre ‐gözlemlenen frekanslarla Benford yasasının uygulandığı sonuçlar arasında bir fark yoktur‐ varsayımıyla hareket edilerek bir yargıya varılır. Eğıer, Ki-kare değıeri (X^2) kritik değıeri (red sınırı) aşğıında gözlemlenen sıklıklar ile beklenen sıklıklar arasında önemli derecede sapma olduğu kabul edilir ve hipotez red edilir. Eğıer, sonuçlar farklı olursa ve kritik değıer geçilemediğinde H_0 hipotezi reddedilemeyecek ve bir sapma olmadığı yargısına varılacaktır.

Ki-kare sınaması sonucu H_0 hipotezi reddedildiğinde yetkililer sapmaya neden olan ve Benford yasasına karşıt olan veriler üzerinden kanıtlayıcı verilerin araştırılması sürecini başlatabilirler. Bu süreçte öncelikle örnekler üzerinde kritik değıeri aşğırtan değıerler bulunur.

3. Sayısal Analiz Testi, Uygunluk Testi ve Bulguların Değerlendirilmesi

Bu bölümde, Benford yasası ile Borsa İstanbul da hisse senetleri işlem gören bankalarının (Borsa İstanbul'da koteli on dört bankanın) konsolide bilanço verilerinin uygunluğu üzerine istatistiksel bir uygulama yapılmıştır.

Bu uygulamada kullanılan veriler **Kap.gov.tr** sitesinde yayınlanan 2013 yılı Birinci eyrek Konsolide Bilanolarını içermektedir. Çalışmamızda sayısal analiz testi olarak "**Birinci Basamak Testi**" seçilmiş ve konsolide banka bilanço verilerinin frekansları ile Benford kuramsal olasılıkları arasındaki farkı incelemek için de Ki-kare uygunluk testinin kullanımı tercih edilmiştir. İlgili hipotezler, $\alpha = 0,05$ anlamlılık düzeyinde (yanılma payı ile) aşağıdaki şekilde düzenlenerek test edildiler.

H_0 : Gözlemlenen sayılarla Benford yasasının beklenen sayıları arasında bir fark yoktur.

H_1 : Gözlemlenen sayılarla Benford yasasının beklenen sayıları arasında fark vardır.

Tablo 1.

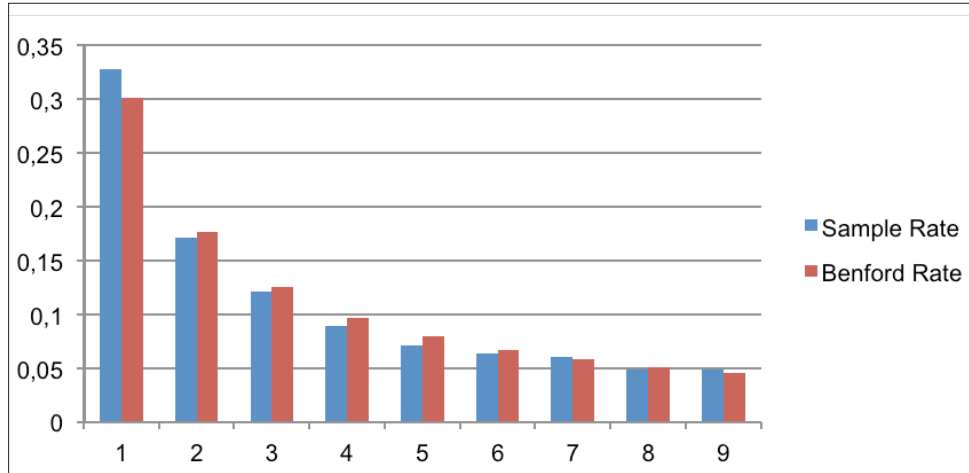
GRUPLAR	GÖZLENEN SAYILAR	BEKLENEN SAYILAR	BENFORD YASASI BEKLENEN %	BELİRLİLİK DÜZEYİ	FREKANS KADEMELERİ	SERBESTLİK DÜZEYİ	KİKARE TERS	KİKARE TEST
1	608	559,26	0,301	0,05	9	8	16,9189776	0,381705492
2	318	327,19	0,1761					
3	224	232,06	0,1249					
4	165	180,04	0,0969					
5	132	147,15	0,0792					
6	118	124,3	0,0669					
7	112	107,76	0,058					
8	91	95,13	0,0512					
9	90	85,1	0,0458					
Genel Sayı	1858	1857,99	100					

Tablo 1'de, Ki-kare uygunluk testi bağlamında $\alpha = 0,05$ anlamlılık düzeyinde H_0 hipotezi kabul edilmiştir. Diğer bir ifade ile gözlemlenen frekanslarla Benford yasasının uygulandığı sonuçlar arasında bir fark yoktur.

Ki-kare uygunluk testi yanında Benford yasası ilgili bankalara Excel formülasyonu üzerinden uygulanmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Gruplar	Frekanslar	Örnek Oranı	Benford Yasası Oranı
1	608	0,327233584	0,301029996
2	318	0,171151776	0,176091259
3	224	0,120559742	0,124938737
4	165	0,088805167	0,096910013
5	132	0,071044133	0,079181246
6	118	0,06350915	0,06694679
7	112	0,060279871	0,057991947
8	91	0,048977395	0,051152522
9	90	0,048439182	0,045757491
Genel Sayı	1858	1	

Grafik 1.



Tablo 2’de, birinci ve yedinci gruplarda gözlemlenen mutlak frekanslarla (Sample Rate) Benford kuramsal frekansları (Benford Rate) arasında farklılıklar bulunmaktadır. Bu durum Şekil: 1 üzerinde de görülmektedir. Şekil üzerinde, birinci grup için mavi bar kırmızı bardan daha yüksek konumda bulunmaktadır. Yedinci grupta ise o boyutta bir farklılık söz konusu değildir.

Sonuç

Söz konusu bu çalışmada, ekonomi ve finans yazınında yaygın olarak kullanılan ve bir denetim tekniği olan Benford yasası ile Borsa İstanbul da işlem gören bankaların 2013 yılı Birinci Çeyrek Konsolide Bilanço verilerinin uygunluğu test edilmiş ve konsolide banka bilançoları veri setinin çoğunlukla Benford yasasının “ilk rakamlarının dağılımı” ile uyumlu bir eğilim gösterdiği, buna karşılık bazı verilerin ise Benford yasası ile uyumsuzluk gösterdiği saptanmıştır.

Yararlanılan Kaynaklar

- AKKAŞ, Engin, M. (2007), “Denetimde Benford Kanunu’nun Uygulanması”, **Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 9 (1), ss. 191-206.
- AKKURT, Mustafa (1999), **Bilgisayar (Excel) Destekli Uygulamalı İstatistik**, İstanbul, Birsen Yayınevi.
- DURTSCHI, Cindy, William HILLISON and Carl PACINI (2004), “The Effective Use of Benford’s Law to Assist in Detecting a Fraud in Accounting Data”, **Journal of Forensic Accounting**, Vol. V, pp.17-33.
- ELİTAŐ, Cemal (2002), “Muhasebe Denetiminde Benford Kanunu”, **Vergi Sorunları Dergisi**, 25(170), ss.142-152.
- ERDOĞAN, Melih (2001), “Muhasebe Hilelerinin Ortaya ıkarılmasında Benford Yasası”, **Muhasebe ve Denetime Bakıő Dergisi**, (1), ss.1-8.
- FEWSTER, R.M (2009), “Simple Explanation of Benford’s Law”, **The American Statistician**, 63(1), pp.26-32.
- GONZALES, Jesus, Gonzales and Gonzalo PASTOR (2009),”Benford’s Law and Macroeconomic Data Quality, **IMF, WP**: 10, pp.1-20.
- GUJARATI, Damodar (1999), **Temel Ekonometri**, (ev.)mit Őenesen ve Gülay Őenesen, Literatür Yayınları, İstanbul.
- KOCAMEŐE, Mustafa (2006), “Benford Kanunu ve Vergi Denetiminde kullanılabilirliğinin İncelenmesi”, **Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü** Yayınlanmamıő Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- NIGRINI, Mark J. (1999), “I’ve Got Your Numbers”, **Journal Of Accountancy**, 187(5), pp.79-83.
- ZER, Gökhan ve Burak BABACAN (2013), “Benford’s Law and Digital Analysis: Application on Turkish Banking Sector”, **Business and Economics Reserch Journal**, Vol.4(1), pp.29-41.
- RAUCH, Bernhard, Max GOTTSCHKE, Gernot BRAHLER and Stefan ENGEL (2011), “Fact and Fiction in EU-Governmental Economic Data”, **German Economic Review**, 12(3), pp.243-255.
- TÜRKYENER, Mustafa (2010), “Benford yasaőı ve Mali Denetimde Kullanımı”, **Sayıőtay Dergisi**, 64(1), ss.111-122.

