

MUHASEBE DENETİMİNDE BENFORD KANUNU TEMELLİ DİJİTAL ANALİZ

Ali ALAGÖZ*

Mustafa AY**

ÖZET

Muhasebe denetiminde zaman faktörünü olumlu yönde etkileyen ve aynı zamanda incelenmeye konu olacak şüpheli verileri tespit etmede önemli bir araç olan Dijital Analiz'in ortaya çıkışı Benford Kanunu'na dayanmaktadır.

Bu çalışmada, ülkemizde henüz çok kısıtlı bir şekilde uygulama alanı bulan Dijital Analiz'in tanıtımı ve bu alandaki uygulamalara rehberlik eden Benford Kanunu'nun açıklanması ile ülkemizden bir uygulamaya yer verilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Muhasebe Denetimi, Benford Kanunu, Dijital Analiz

GİRİŞ

İnsanlar uygarlık tarihi boyunca yaşadıkları zaman dilimlerini, o çağın özelliği olan gelişmelerle birlikte anmışlardır. 19. yüzyılın sonlarındaki değişime damgasını vuran "Sanayi Devrimi" kavramı, 21. yüzyılın başında olduğumuz şu dönemde yerini artık "Enformasyon (Bilgi) Toplumu" adı verilen yepyeni bir döneme bırakmaktadır.

Bu dönemle birlikte dünyanın, hızlı bir değişim ve gelişim sürecine girdiği görülmektedir. İnsanoğlunun yaratıcı zekası, bilimsel ve teknolojik gelişim sürecinde sınır tanımamaktadır.

Bilişim teknolojilerindeki gelişmelerin bir sonucu olarak, ticari faaliyetlerin yerine getirilmesinde kapsamlı ve köklü değişiklikler olmuştur. Buna bağlı olarak bu gelişime denetim gözlüğünden bakıldığında muhasebe denetimin; kağıtlar üzerindeki analiz ortamından çıkıp, daha modern bir denetim aracı olan Dijital Analize doğru yöneldiği görülmektedir.

Dijital Analiz, muhasebe verilerindeki hileli sayıların tespitinde denetçiyi hedefe doğru yönelten önemli bir sistemdir. Konu ilk olarak Prof Dr. Melih Erdoğan tarafından 2001 yılında "Muhasebe Hilelerinin Ortaya Çıkarılmasında Benford Yasası" adıyla Türk muhasebe literatürüne girmiştir¹. Fakat ülkemizde henüz yoğun bir şekilde kullanım alanı bulamamış olan bu analizin tanıtılmaya ihtiyacı olduğu kanısındayız.

* Yrd. Doç. Dr., Selçuk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

** Arş. Gör., Selçuk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

¹ Melih Erdoğan, **Muhasebe Hilelerinin Ortaya Çıkarılmasında Benford Yasası**, Muhasebe ve Denetime Bakış, Yıl:1 (3), Ankara: Ocak 2001, s.1-8.

Bu bağlamda, çalışmada Dijital Analize rehber olan Benford Kanunu'nun tarihsel gelişimi, tanımı, ayrıca bu kanunun işleyişinin ülkemizden bir örnekle açıklanması ve son olarak da muhasebe denetiminde Dijital Analiz kavramı üzerinde durulacaktır.

1. BENFORD KANUNUNUN TARİHSEL GELİŞİMİ

Benford Kanunu'nun temeli astronomiyle ilgili önemli teorileri olan ünlü bir astronom ve fizikçi olan Simon Newcomb(1835-1909) tarafından atılmıştır. Newcomb 1881 yılında kanun hakkında ilk yayını yapmıştır². Newcomb' un aya gidiş fikrine önderlik eden dünyanın dönme hızı değişim oranı hakkında da önemli araştırmaları bulunmaktadır³. Newcomb matematikçi olmamasına rağmen bir fizikçi olarak Benford Kanunu'ndaki sayı sistemini sezgisel olarak fark etmiştir. 1881'de American Journal of Mathematics'de iki sayfalık bir yayın yapmış ve o günden sonra da konu diğer bilim adamları tarafından geliştirilmiştir.

Newcomb'un gözlemlerine göre logaritmik tablonun ilk sayfalarında, küçük rakamlarla başlayan sayıların sondaki rakamlardan daha büyük logaritmalara sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca vatandaşı olan bilim adamlarının daha çok 1 rakamıyla başlayan sayıları kullandıklarını gözlemlemiştir. Burada ortaya çıkan tuhaflik "Neden sayılardaki rakamlar düzenli bir dağılıma sahip değildir?" sorusunu ortaya çıkarmıştır. Bununla birlikte o bilim adamlarının kullandığı rakamların ne tam rasgele, ne de tam olarak belirlenmiş olduğunu düşünmüştür. Newcomb'a göre bu rakamlar; genelde bazı hesaplamalar ve işlemler sonucunda elde edilen fiziksel sabitlerdi. Bu yüzden Newcomb bu rakamları Benford'un daha sonra kuraldışı rakamlar olarak tanımlayacağı doğal sayılar olarak adlandırmıştır⁴. Sayıların meydana gelmesi ile ilgili kural aşağıdaki logaritmik denklemde verilmiştir. Bu sentez ilk rakam analiziyle ilgilidir;

$$P(D_1=d_1) = \log(1+1/d_1); \quad d_1 \in (1,2, \dots, 9) \quad (1)$$

Newcomb'un yaptığı araştırmada tam bir açıklık yoktur, buna rağmen araştırma sezgisel bir yaklaşım olarak incelenmiş ve çerçevesi çizilmiştir⁵.

Ayrıca aşağıda D_2 ikinci rakam ve D_1D_2 ilk iki rakam frekanslarının Benford Kanunu formülleri verilmiştir.

² Simon Newcomb, **Note on the frequency of use of the different digits in natural numbers**, American Journal of Mathematics, Vol: 4, USA: 1881, s.39-40.

³ Adrien Jamain, **Benford's Law**, Working Papers, Imperial College of London Department of Mathematics, London: April-September 2001, s.4.

⁴ Bruce Busta, Richard Sundheim, **Tax Return Numbers Tend to Obey Benford's Law**, Center For Business Research, W93-106-94, 22 April 1992, s.2.

⁵ Bruce G. Dubinsky, **Math Formula Fights Fraud**, Legal Times, Vol: XXIV, No: 9, Week of February 26, 2001, s.21., <http://www.business.fortunecity.com/discount/29/benford.htm> (12,01,2003)

$$P(D_2=d_2)= \sum_{d_1=1}^9 \log(1 + (1/d_1d_2)); \quad d_2 \in \{0, 1, \dots, 9\} \quad (2)$$

$$P(D_1D_2=d_1d_2)= \text{Log}(1+(1/ d_1d_2)); \quad d_1d_2 \in \{10, 11, \dots, 99\} \quad (3)$$

Burada P parantez içerisindeki gözlemlenen olayların olasılığını ve log ise 10 tabanındaki logaritmayı belirtir.

İlk rakam, sayıdaki en soldaki rakamdır. Örneğin, 125.249 sayısında ilk rakam 1'dir. 125.249 sayısının ilk iki rakamı ise 12'dir. İlk rakamlar için beklenen frekanslar 1'de %30,103 iken 9'a doğru gittikçe azalarak %4,576'ya düşer. İlk iki rakam için beklenen değer eğrisi 10 için %4,139 gibi yüksek iken 99 için %0,436'ya doğru azalarak çizilir. Newcomb, bu formülü açık bir şekilde yazmamıştır, bununla birlikte ilk rakam, ikinci rakam, üçüncü rakam, dördüncü rakam analizinin olasılığı aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo-1.1

Benford Kanununa Göre Rakamların Ortaya Çıkış Frekansları

Rakam	Birinci Rakam	İkinci Rakam	Üçüncü Rakam	Dördüncü Rakam
0	-	0.11968	0.10178	0.10018
1	0.30103	0.11389	0.10138	0.10014
2	0.17609	0.10882	0.10097	0.10010
3	0.12494	0.10433	0.10057	0.10006
4	0.09691	0.10031	0.10018	0.10002
5	0.07918	0.09668	0.09979	0.09998
6	0.06695	0.09337	0.09940	0.09994
7	0.05799	0.09035	0.09902	0.09990
8	0.05115	0.08757	0.09864	0.09986
9	0.04576	0.08500	0.09827	0.09982
Toplam	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000

Kaynak: <http://www.business.fortunecity.com/discount/29/benford.htm> (19,01,2003)

Tablo-1.1'de görüldüğü gibi ikinci rakam analizinin dağılımının ilk rakam analizinin dağılımından birbirine daha yakın oranlar olduğu görülmektedir. Üçüncü rakam frekanslarında ise ihtimaller birbirine çok daha yakındır. Bu bağlamda Benford Kanununun işleyişinde; soldan başlandığında ilk rakamın 1 olma frekansı çok yüksektir, 2'den 9'a doğru frekanslar azalır, rakamların sağa doğru gidildikçe daha az frekans farkları olduğu görülmektedir.

Newcomb'un buluşu olayın matematiksel alt yapısının oluşmasını sağlamıştır. Bununla birlikte geçtiğimiz yüzyılın son yarısında General Electric'de meydana gelen bir olay bu keşfin yeniden keşfine sebep olmuştur. (Newcomb gibi Benford'da diğerlerinden daha fazla yıpranmış logaritma tablolarının yer aldığı sayfalar bulmuştur. Daha sonra bu tabloları kullanarak o ünlü deneyini yapmıştır⁶. Benford 20.229 örneklem seçmiş ve deneyini bu örneklem uzayında uygulamıştır. Bu verilerden ilki 342 adet American Men of Science dergisinin okuyucu adreslerinden oluşmaktaydı. Benford farklı veri tabanlarındaki frekanslara ilk rakam analizini uygulamış ve bu veri tabanlarının ortalamasını almıştır⁷. Bu işlemlerden elde edilmiş sonuçlar Tablo-1.2'de özetlenmiştir.

Tablo-1.2
Frank Benford'un Deneyinden Bazı Sonuçlar

Gözlem Alanı	Birinci Rakam									Örneklem
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nehir Uzunlukları	31.0	16.4	10.7	11.3	7.2	8.6	5.5	4.2	5.1	335
Nüfus	33.9	20.4	14.2	8.1	7.2	6.2	4.1	3.7	2.2	3259
Gazete Tirajları	30.0	18.0	12.0	10.0	8.0	6.0	6.0	5.0	5.0	100
Hava Durumu	24.0	18.4	16.2	14.6	10.6	4.1	3.2	4.8	4.1	1389
Hava Basıncı	29.6	18.3	12.8	9.8	8.3	6.4	5.7	4.4	4.7	703
Maliyetler	32.4	18.8	10.1	10.1	9.8	5.5	4.7	5.5	3.1	741
Adres	28.9	19.2	12.6	8.8	8.5	6.4	5.6	5.0	5.0	342
Ölüm Oranı	27.0	18.6	15.7	9.4	6.7	6.5	7.2	4.8	4.1	418
Ortalama	30.6	18.5	12.4	9.4	8.0	6.4	5.1	4.9	4.7	
Olası Hata Payları	± 0.8	± 0.4	± 0.4	± 0.3	± 0.2	± 0.2	± 0.2	± 0.3		

Kaynak: <http://www.mathworld.wolfram.com/Benford'sLaw.html>, (20,01,2003)

Benford'un deneyindeki frekansların ortalaması; rasgele seçilen gazete tirajları, cadde adresleri ve fiziksel ölçümler gibi örneklemelerden oluşmuş ve logaritma kanunları ortalamalara uygulandığında birbirine yakın sonuçlar elde edildiği görülmüştür⁸.

Önemli bir teoremden Pinkham tarafından 1961'de geliştirilir ve daha sonra "Derece Varyansı" olarak da adlandırılan bu teorem bir dijital dağılım kanunudur⁹. Bu araştırmanın

⁶ Frank Benford, **The law of anomalous numbers**, Proceedings of the American Philosophical Society, Vol: 78, USA: 1938, s.551-572.

⁷ Malcolm W. Browne, **Following Benford's Law, or Looking Out for No.1**, New York Times, Tuesday, August 4, USA: 1998.

⁸ Mark J. Nigrini, **Continuous Auditing**, Ernst & Young Center for Auditing Research and Advanced Technology, Kansas: August 30 2000, s.2., <http://lark.cc.ukans.edu/~srivasta/html/nigrini.html> (20,01,2003)

uygulandığı rakamlar ise dünya üzerindeki adaların yüzölçümleri, nehirlerin uzunlukları ve bunların mil veya kilometre cinsinden ifadeleridir. Pinkham bu sayıların Benford Kanunu'na tamamen uyduğunu ve birbirini tamamladığını göstermiştir. Ayrıca teoremden farklı ülkelerde farklı miktarlarda paralara Benford Kanunu'nun neden uygulandığını da açıklanmıştır. Amerika'daki işletmelerin pazar paylarını, Wall Street Journal yayınladıktan sonra bu listeninde Benford Kanunu'na uygun olduğu görülmüştür. Pinkham bize Benford Kanunu'nun, rakam frekansları çarpımları sonucundaki varyanslar olduğunu göstermiştir¹⁰. Daha sonra Raimi 1976'da literatürün mükemmel bir kronolojisini hazırlamıştır¹¹.

1980'lerin sonunda konu ile ilgili birkaç makale yayınlanmıştır. Bunlardan bir tanesi 1988 yılında Carslaw, Benford Kanunu'nun finansal durum ve ulaşılmak istenen finansal durumlar da nasıl kullanılması gerektiği hakkındaki sistemi oluşturmuştur. Carslaw'dan bugüne Benford Kanunu muhasebe sistemlerindeki düzensizlik ve hileleri bulmak amacıyla yöneticiler ve denetçiler tarafından kullanılmaktadır¹². 1990'ların başında Benford Kanunu'nda önemli yenilikler olmuştur. Bu yenilikler muhasebe hata ve hilelerinin kontrolünde en önemli gelişme olarak ifade edilmektedir. Konu ile ilgili anahtar çalışma Mark Nigrini'nin tezidir¹³. Benford Kanunu ilk olarak New York Brooklyn Hileler Servisi'nde Nigrini tarafından uygulanmıştır. Daha sonra da Nigrini'nin geliştirdiği bilgisayar programı kullanılarak 7 şirkette daha uygulamalar yapılmış ve başarıyla sonuçlandıktan sonra uygulamaların sonuçları 10 Temmuz 1995'te Wall Street Journal'da bir makale olarak yayınlanmıştır. Benford Kanunu kullanılmaya başladıktan sonra ve özellikle de Big Five diye adlandırılan Amerika'nın ünlü şirketlerine uygulanıp, muhasebe çevresinde duyulmaya başladıktan sonra bazı bilgisayarlılar tarafından program daha da geliştirilerek Dijital Analiz adıyla yeni ve gelişmiş bir program yazılmış ve diğer rakam testlerine de uygulanmıştır¹⁴. Bu konuyla ilgili ayrıntılı bilgi üçüncü bölümde verilecektir.

1990'lardaki en önemli Benford Kanunu'na ilişkin katkı ve makaleler, Theodore Hill tarafından yapılmıştır. Hill, çatıyı oluşturarak konunun uluslararası standartlara kavuşmasını sağlamak için çalışmalar yapmıştır¹⁵. Daha önceleri Benford Kanunu'na ilişkin işler mistik,

⁹ R. Pinkham, **On the Distribution of First Significant Digits**, Annals of Mathematical Statistics, Vol: 32, 1961, s.1223-1230.

¹⁰ Philip D. Drake, Mark J. Nigrini, **Computer Assisted Analytical Procedures Using Benford's Law**, Journal of Accounting Education, Vol: 18, USA: 2000, s.132.

¹¹ R. Raimi, **The first Digit Problem**, American Mathematical Monthly, Vol: 83, August-September, 1976, s.521-538.

¹² <http://www.usfca.edu/fac-staff/huxleys/Benford.html> (29,01,2003)

¹³ Mark J. Nigrini, **The Detection of Income Tax, Evasion Through an Analysis of Digital Distributions**, Ph.D. dissertation, University of Cincinnati, Cincinnati, Ohio: 1992.

¹⁴ <http://www.theiia.org/itaudit/index.cfm?fuseaction=forum&fid=95> (20,01,2003)

¹⁵ <http://www.math.gatech.edu/~hill/publications/cv.dir/1st-dig.pdf> (29,01,2003)

gizemli sebeplerle açıklanmaya çalışılmış ve yazarların çoğu bu konuda hipotezler ileri sürerek, bu hipotezlerin ispatı ile ilgili çalışmalar yapmışlardır. Daha doğal ve kimse için sürpriz olmayan bir yaklaşım 1995’de Hill tarafından yapılmış ve farklı dağılımlardan bir bileşimle veri tabanı oluşturmuştur. Aslında bu yaklaşım Benford’un deneyimdeki 20 farklı dağılımdan oluşan veri tabanı ile ilişkilidir. Daha sonra konuyla ilgili çalışma yapan yazarların çoğu konunun tamamı üzerinde çalışmıştır¹⁶.

Benford Kanunu ile ilgili yapılan bir başka çalışmada; bir kiracının bir adreste kaldığı aylar, satın alma elemanının aynı tedarikçi ile çalıştığı yıllar, internet kullanıcılarının bir web sitesini ziyaret ettiği dakikalar, bir savaşın süresi, siyasi bir partinin iktidarda kalma süresinin Benford Kanunu’na uygunluğu belirtilmiş ayrıca stratejik karar vermelerde Benford Kanununun kullanılması gerekliliğinden bahsedilmiştir¹⁷.

Muhasebe alanında Benford Kanunları¹⁸; envanter hesaplamaları, günlük satışlar, tazminatlar ve ödemeler gibi birçok muhasebe işleminde kullanılmaktadır. Finansa ise Ley¹⁹; Dow-Jones Industrial Average Index (DJIA) ve Standarts and Poors Index’deki (S&P) günlük oluşan rakamların Benford Kanunu’na uygunluğunu ispatlamıştır.

Konunun tarihsel akışı içerisinde önemli sorunlardan birisi de hangi verilerin Benford Kanunu ile açıklanabileceği tartışmasıdır. Bu tartışma; aşağıda özetlenen Benford Kanununa uygulanacak verilerin taşınması gereken özellikleri ortaya çıkarmıştır²⁰;

- **Veri tabanı benzer olayların boyutlarını tanımlamalıdır.** Bu olaylar şehir ve ilçe nüfusları, göllerin yüzölçümleri, nehirlerin uzunlukları, dağların yükseklikleridir. İşletmeler açısından örnekleri ise New York Borsası’nda işlem gören şirketlerin pazar payları, gelirleri, envanter çalışmaları veya Londra Borsası’ndaki şirketlerin günlük satış tutarları olabilir.
- **Veri tabanı belirlenmiş sayılardan oluşmamalıdır.** Belirlenmiş numaralar kelimelerin yerine verilmiş numaralar olarak tanımlanmaktadır. Örneğin, sosyal güvenlik numaraları, banka hesap numaraları, arabaların ruhsat numaraları ve telefon numaraları bunlardan bazılarıdır. Bu numaralar birbirini takip eden numaralardır ve bu

¹⁶ <http://www.business.fortunecity.com/discount/29/benford.htm> (12,01,2003)

¹⁷ Dean Brooks, **War, Politics & Customer Loyalty: Forecasting Using Benford’s Law**, Frequencies The Journal of Size Law Applications, Vol: No: 1, Denman St.: Aug 2001, s.1.

¹⁸ Mark J. Nigrini, L. J. Mittermaier, **The Use of Benford’s Law as an Aid in Analytical Procedures**, Auditing: A Journal of Practice & Theory, Vol: 16 (2), USA: 1997, s.52-67.

¹⁹ E. Ley, **On the Peculiar Distribution of the U.S. Stock Indexes Digits**, The American Statistician, Vol: 50 (4), USA: 1996, s.311-313.

²⁰ Mark J. Nigrini, **An Assesment of the Change in the Incidence of Earnings Management After the Enron/Andersen Episode**, Working Paper, USA: August 20 2002, s.6., Nigrini, **Continuous Auditing**, s.3., http://www.acctnt.bus.utk.edu/audit/itaudit/Benford_sLaw.ppt (29,01,2003), http://www.acl.com/pdfs/GAP_Excerpt_Benford_s_Law.pdf (29,01,2003)

numaraların ilk rakamları ve son rakamları bir şey ifade etmez. Örneğin telefon numarası 9 ile başlayan bir telefon numarası, 3 ile başlayan bir başka telefon numarasından daha hızlı, daha pahalı, daha büyük veya daha farklı değildir. Loto numaraları da belirlenen numaraların başka bir örneğini oluşturabilir. Loto yöneticileri toplarda 201,202, ...,249 gibi sayılar seçerler ve bunlarında ilk rakamları 2'dir.

- **Veri tabanı büyük kalemlerden ziyade küçük kalemlerden oluşmalıdır.** Bu verilerin rastsal rakamlardan oluşmasını sağlar. Örneğin, şehirlerden çok ilçelerin nüfusları, General Electric veya Intel gibi büyük şirketlerden ziyade şirketlerin bilgileri, büyük göllerin yüzölçümlerinden çok küçük göllerin incelenmesidir.
- **Veri tabanı küçük verilerden büyük verilere doğru kurulmalıdır.**
- **Veri tabanı maksimum ve minimum değerlerden oluşmamalıdır.**

2. BENFORD KANUNU'NUN BİR UYGULAMAYLA AÇIKLANMASI

Bilim adamları tarafından farklı veri tabanlarında çeşitli rakamların Benford Kanunu'na uygunluğu yukarıdaki bölümde anlatılmıştır. Bu bölümde ise İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda işlem gören 227 şirketin 2002 yılına ait Amerikan Doları bazında aylık alış-satış tutarlarının Benford Kanunu'na uygunluğu test edilecektir. Veri tabanını 3 ile 8 hane arasında değişen 4560 adet veri oluşturmaktadır (Tablo-2.1). Veri tabanı oluştururken 1 ve 2 haneli rakamlar minimum değer taşıdığından dolayı analiz dışı tutulmuştur. Analizde beklenen değer (Benford Kanunundaki frekanslar) ve oluşan değerler karşılaştırılmıştır ve anlamlı farklar bulunamamıştır (Tablo-2.2). Ayrıca ilk rakam, ikinci rakam ve son rakam testi yapılmış ve grafiklerde gösterilmiştir. Bu testlerde anlamlı farklara rastlanılmamış fakat son rakam testindeki ufak farkların son rakamda verilerin yuvarlanmasından kaynaklandığı görülmüştür (Grafik-2.1, Grafik-2.2, Grafik-2.3).

Tablo-2.1.

İMKB 2002 AYLIK ALIM SATIM TUTARLARININ ORANI

3 haneli rakamların oranı	=	13.6404 %
4 haneli rakamların oranı	=	25.8553 %
5 haneli rakamların oranı	=	24.7588 %
6 haneli rakamların oranı	=	17.0833 %
7 haneli rakamların oranı	=	11.4474 %
8 haneli rakamların oranı	=	7.2149 %

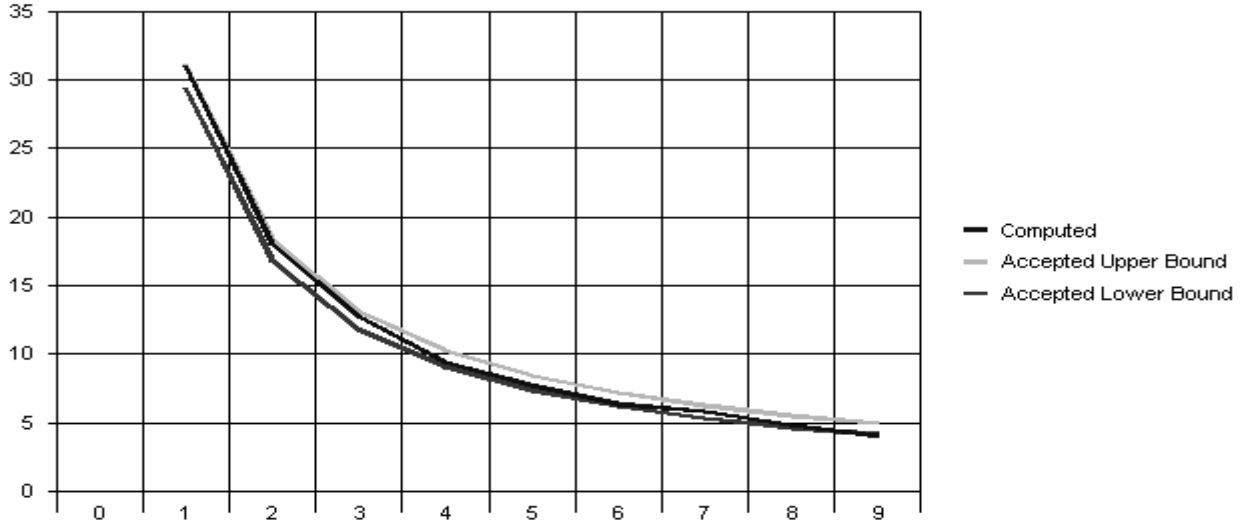
Toplam (%)100.0001

Toplam Benford verileri 4560 rakamdan meydana gelmiştir.

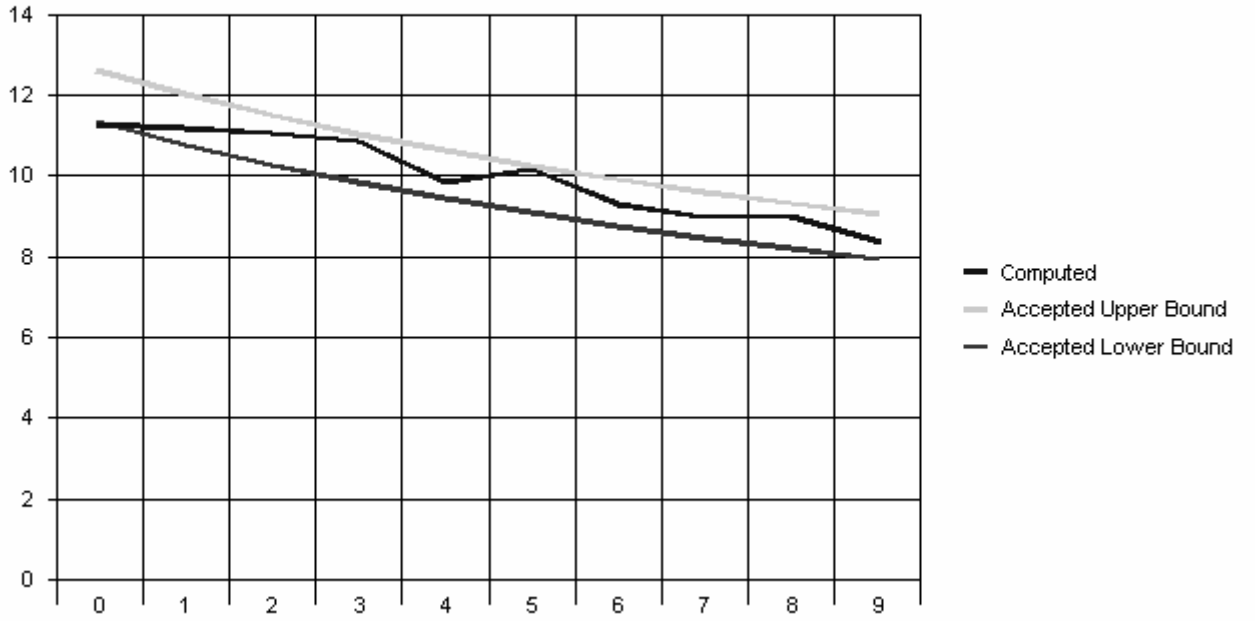
Tablo-2.2

İMKB 2002 AYLIK ALIM SATIM TUTARLARININ ANALİZİ

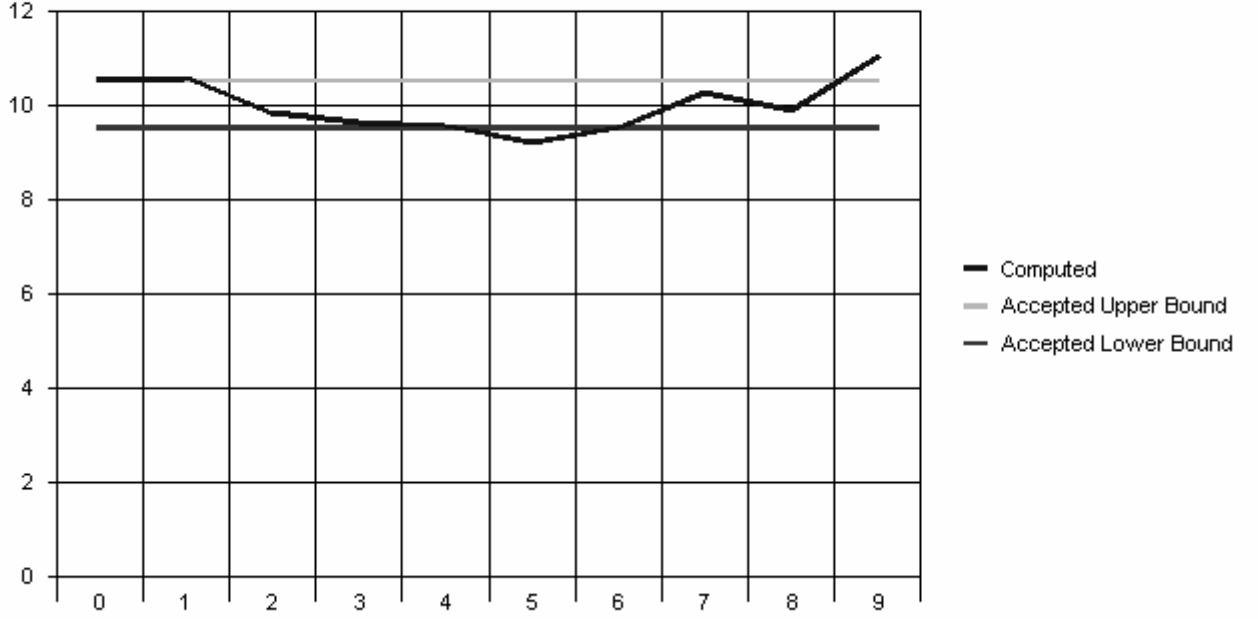
Rakamlar	ilk hesaplama %	ilk beklenen %	ikinci hesaplama %	ikinci beklenen %	son hesaplama %	son beklenen %
00.000	00.000	00.000	11.272	11.968	10.504	10.000
01.000	30.855	30.103	11.184	11.389	10.57	10.000
02.000	18.026	17.609	11.053	10.882	09.825	10.000
03.000	12.763	12.494	10.855	10.433	09.627	10.000
04.000	09.408	09.691	09.846	10.031	09.561	10.000
05.000	07.785	07.918	10.154	09.667	09.211	10.000
06.000	06.404	06.695	09.298	09.337	09.518	10.000
07.000	05.855	05.799	08.969	09.035	10.263	10.000
08.000	04.825	05.115	08.991	08.757	09.890	10.000
09.000	04.079	04.576	08.377	08.499	11.031	10.000



Grafik-2.1 İMKB 2002 Aylık Alım Satım Tutarlarının İlk Rakam Analizi



Grafik-2.2 İMKB 2002 Aylık Alım Satım Tutarlarının İkinci Rakam Analizi



Grafik-2.3 İMKB 2002 Aylık Alım Satım Tutarlarının Son Rakam Analizi

Computed: Hesaplanan Rakamlar **Accepted Upper Bound:** Kabul Edilebilir Üst Sınır **Accepted Lower Bound:** Kabul Edilebilir Alt Sınır

Tablo ve grafiklerden de anlaşıldığı gibi, İMKB'nin 2002 yılına ait Amerikan Doları bazında aylık alış ve satış tutarlarından oluşan veri tabanının Benford Kanununa tam olarak uyumlu olduğu görülmektedir.

3. MUHASEBE DENETİMİNDE DİJİTAL ANALİZ

Muhasebe denetiminde Dijital Analizin uygulanmasının alt yapısını AICPA tarafından yayınlanan 56 Nolu Uluslararası Denetim Standardı oluşturmuştur²¹. Bu standartta analitik inceleme prosedürleri tanımlanarak, bu çalışmalarda Dijital Analizin nasıl kullanılacağını açıklamaktadır²². Son zamanlarda masa üstü ve diz üstü bilgisayarların yardımıyla analitik prosedürlerde, Dijital Analizin kullanımının fizibilite çalışmaları kolaylaşmıştır.

Dijital Analiz ilk olarak Mark Nigrini ve Mittermaier tarafından tanıtılmış ve rakam kombinasyonlarını, anormal rakam tekrarlamalarını bulmak için sayı şablonları ve rakam analizleri tanımlamışlardır²³. Dijital analiz kullanılırken veri tabanı oluşumundaki rakam şablonları genelde Benford kanunlarına benzemektedir. Nigrini ve Mittermaier bir petrol şirketinin muhasebe verilerinde altı rakamlı tabanlardan oluşan testler üzerinde çalışmalar

²¹ Drake, Nigrini, s.129.

²² Nigrini, Mittermaier, s.52.

²³ Nigrini, **Continuous Auditing**, s.2.,

yaparak muhasebe denetimi literatürüne Dijital Analiz kavramını kazandırmışlardır. Onların tezleri muhasebe verilerinin Benford kanunlarına uyumlu olması ve uyumsuzluk söz konusu ise bu verilerdeki düzensizliği işaret etmesine yöneliktir²⁴.

Dijital Analiz tanım olarak; sayı şablonlarının ve sayı listelerindeki rakam şablonlarının test edildiği analitik bir işlem olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca Dijital Analiz; denetçilerin ve sayıların doğruluğunu arayan diğer insanların silah depolarına yeni girmiş modern bir silah olarak da tanımlanmıştır²⁵.

Dijital Analiz düzensizliklerin, kanunsuzlukların ve hilelerin tespitinde kullanılmaktadır. İhtimaller, hayali müşteriler, hayali hizmetler ve de aynı uygulamalarda meydana gelen tekrarlamaları içeren hilelerin çerçevesinin çizilmesini içermektedir²⁶.

Muhasebe denetiminde Dijital Analiz uygulamaları iç ve dış denetime uygulanabilmektedir. İç denetimde Dijital Analiz örnek olarak; hayali mal ve hizmetler ve hayali satıcılara ödenen bedeller ile hileli işgören tazminatlarını tanımlamakta kullanılabilir. Amaç tuhaf rakam şablonları veya aşırı tekrarlamayı içeren şüpheli ilişkilerin odaklarının vurgulanmasıdır. Örneklemeler; satıcılar, personele yapılan iç ödemeler, yöneticiler ve maliyet merkezleri olabilir. Denetimin dikkati kanuni sebepler ve hilekarlıktan kaynaklanan anormallikler üzerine odaklanmaktadır²⁷. Dijital Analiz ayrıca yöneticilerin satın almadaki ihlalleri ve satın alınan mal miktarlarının nasıl dağıtıldığını da tanımlamakta ve incelemektedir (Örneğin 20 milyarlık bir satın alma işlemi 5 milyarlık 4 eşit parçaya dağıtılmıştır). Çek miktarlarındaki anormal tekrarlar, önemli satın alma işlemlerini ifade etmektedir (Örneğin bir tedarikçiden 200 özdeş alım yapıp, 200 farklı fatura ve 200 farklı tedarik çeki ödemek gibi). Denetimler aynı satıcıya yapılan ödemeler ve aynı tedarikçiden alınan mallara ödenen miktarlar üzerinde durmalıdır. Dijital Analiz uydurma rakamlarla oluşturulan satış rakamlarını ve vergi ödemelerini fark edebilmelidir²⁸.

Dış denetimler açısından bakıldığında, Dijital Analizin; denetim için örneklem seçmede, hayali envanterler ve uydurma muhasebe kayıtlarını kontrol etmede kullanıldığı söylenebilir. Dijital Analiz yöneticilerin satın alma limitlerinin kontrolleri ve denetimcilere verilen rakamların boyutlarını incelemektedir. Ayrıca banka denetimleri Dijital Analizi, entrika ve hilekarlık tespitleri yapmak için kullanmaktadır.

²⁴ Nigrini, Mittermaier, s.53.

²⁵ <http://www.usfca.edu/fac-staff/huxleys/Benford.html> (29,01,2003)

²⁶ <http://www.lark.cc.ukans.edu/~srivasta/html/nigrini.html> (29,01,2003)

²⁷ <http://www.lark.cc.ukans.edu/~srivasta/html/nigrini.html> (29,01,2003)

²⁸ <http://www.lark.cc.ukans.edu/~srivasta/html/nigrini.html> (29,01,2003)

Şirket verileri üzerinde Dijital Analiz testleri uygularken üzerinde durulması gereken pek çok nokta vardır²⁹. Bu noktalardan ilki verilerin aylık, haftalık, yıllık gibi belirli periyotlarda olması gerekliliğidir. Denetimciler, defteri kebir kayıtlarıyla, elde bulunan bütün verileri tutturmalıdır. İkincisi verilerin işletmedeki bireyler tarafından tanımlanmasıdır. Eğer veriler iki yada daha fazla bölümden elde edilmiş ise anormal rakamlar ve sayı tekrarları tespit edildikten sonra veriler birleştirilmelidirler. Üçüncü olarak veriler mümkün olduğunca kesin ve açık bir şekilde analiz edilmelidir. Son olarak Dijital Analizde kullanılacak sayılardan 10\$'dan az pozitif sayıların, sıfırların ve negatif sayıların silinmesi gerekmektedir çünkü, bu küçük sayılara analitik prosedürler uygulandığında önemsiz sonuçlar elde edilebilir.

Dijital Analizin uygulanma prosedürü aşağıdaki akış diyagramında daha açık bir şekilde ifade edilmiştir.

²⁹ Drake, Nigrini, s.132-133.

Tablo-3.1

DİJİTAL ANALİZ İÇİN KARAR DESTEK AKIŞ DİYAGRAMI

Müşteri verileri raporlama dönemine mi aittir ?	
Evet ↓	
Gözlemlenen miktarlar ile defteri kebir kayıtları birbiriyle uyumlumudur?	Hayır ⇒ Eğer veri tabanı Defteri Kebir kayıtlarıyla uyumlu değilse herhangi bir analiz yöntemi kullanmak gereksizdir.
Evet ↓	
Veriler farklı iş bölümlerine ait mi ve henüz toplanmamış düzensiz sayılardan mı oluşmaktadır?	Hayır ⇒ Anormal tekrarlar toplamı azaltacağı için, yürütmelerde profesyonel yorumlar kullan.
Evet ↓	
Analiz edilmesi gereken sayılar fenomenin miktarını temsil ediyor mu?	Hayır ⇒ Benford Kanunu beklenen frekanslar için geçerli olmayabilir.
Evet ↓	
Sayılar maksimum veya minimum değerlere göre mi düzenlenmiştir?	Evet ⇒ Benford Kanunu beklenen frekanslar için geçerli olmayabilir.
Hayır ↓	
10\$'dan küçük tüm sayılar veri grubundan silinmişmidir?	Hayır ⇒ Dijital analiz hala düzenlenebilir fakat önemsiz miktarlar ortalamadan sapmaya neden olabilir.
Evet ↓	
Ortalama mutlak sapma Benford yasasına uyumu birkaç hatalı sayıya rağmen gösterir mi?	Hayır ⇒ Ortalama mutlak sapmanın nedenlerini belirleyerek ilk iki rakam grafiğindeki sapmaları inceleyin
Evet ↓	
Veriler diğer analitik prosedürler için uygunluk testlerini geçmiştir.	

Kaynak: Philip D. Drake, Mark J. Nigrini, **Computer Assised Analytical Procedures Using Benford's Law**, Journal of Accounting Education, Vol: 18, USA: 2000, s.136.

Bu bağlamda Dijital Analizin uygulanmasıyla ilgili Arizona Eyaletindeki Wayne James Nelson'un davası konuyu daha açıklayıcı hale getirecektir³⁰. James Nelson Arizona Eyaleti muhasebe servisinde çalışıyordu. Davada James Nelson, eyaleti 2 milyon dolar dolandırmakla suçlanmıştır. Davalının kendi çıkarları için sahte satıcılara çek yazdığı mahkemede kanıtlanmıştır. Suç eyalete yapılan denetim sırasında ortaya çıkmıştır. Denetim sırasında Dijital Analiz uygulanmış ve aşağıdaki hususları belirlemiştir;

- Küçük miktarlarla başlayıp, düzenli bir şekilde artan paraları zimmetine geçirme,
- Kesilen çekler 100.000\$'ın altındaydı, çünkü 100.000\$'ın üstü için yönetim onayı gerekiyordu,
- Çeklerin %90'ındaki miktarlar 7,8,9 rakamlarıyla başlıyordu.
- Çeklerdeki miktarlar tesadüf seçilmiş görüntüsü veriyordu (tekrar yok, yuvarlama yok ve miktarların hepsi sent içermekteydi).

Yukarıdaki örnekten de anlaşıldığı gibi ABD'de birçok denetim uygulamalarında Dijital Analiz uygulanmakta ve Benford Kanunundaki oranlardan sapmalar bir hilenin işareti olarak algılanmaktadır. Bu yargıya ulaşabilmek için Dijital Analizde uygulanacak testleri bilmek gerekmektedir. Bu bağlamda muhasebe denetiminde, Dijital Analiz uygulamalarında kullanılan testler aşağıda ifade edilmiştir³¹,

İlk Rakam Testi : (1,2,...9) olasılık 0,0045 ile 0,301 arasındadır. İlk rakam testi; veri tabanındaki sayıların her birinin ilk rakamları tablo haline getirdikten sonra, onları Benford Kanununun beklenen değerleriyle karşılaştırılır. Bu test veri tabanının genel bir görüntüsünü çizer ve bir giriş yaparak buna bağlı sonuçlar hakkındaki ihtimalleri verir. Ayrıca bu testte sıfır ilk rakam olamaz.

İkinci Rakam Testi: (0,1,2,...9) olasılık 0,085 ile 0,119 arasındadır. İkinci rakam testi; veri tabanındaki rakamların her birinin ikinci rakamlarının varoluş sayılarını hesaplar. Hesaplanan bu toplamları tablo haline getirdikten sonra onları Benford Kanununun beklenen değerleriyle karşılaştırılır. Bu test ilk rakam analizi gibi veri tabanının genel bir görüntüsünü çizer. Ek olarak ikinci rakam testinin kullanımının incelenmesi daha açık denetim hedefleri bulmayı kolaylaştırmaktadır.

İlk İki Rakam Testi : (10,11,...99) olasılık 0,004 ile 0,041 arasındadır. İlk iki rakam testi; ilk rakam ve ikinci rakam testleriyle karşılaştırıldığında daha kapsamlıdır. Bu test veri

³⁰ http://www.acctnt.bus.utk.edu/audit/itaudit/Benford_sLaw.ppt (29,01,2003)

³¹ http://www.insidefraud.com/pdf/Detecting_fraud_3_99.pdf (29,01,2003),

<http://www.lark.cc.ukans.edu/~srivasta/html/nigrini.html> (29,01,2003),

<http://www.totalaudit.com/defination.html#firsttwo> (29,01,2003),

<http://www.aicpa.org/pubs/jofa/may1999/nigrini.htm> (29,01,2003), Nigrini, Mittermaier, s.57.

tabanındaki her sayının ilk iki rakamının varoluş frekansını hesaplar. Bu toplamlar tablo haline getirildikten sonra Benford Kanununda ki beklenen değerlerle karşılaştırılır. Bu test genelde veri tabanının 10.000 den daha az veriye sahip olduğu zamanlarda kullanılır. İlk iki rakam testi grafikteki pozitif farklılıkların düzenli bir hale getirilmesinde kullanılmaktadır ve anormalliklerin üzerine odaklanır.

İlk Üç Rakam Testi: İlk üç rakam testi; ilk iki rakam testi gibidir, öyle ki ilk rakam ve ikinci rakam testlerine oranla daha kapsamlıdır. Bu test veri tabanındaki her sayının ilk üç rakamının varoluş sayılarını hesaplar. Bu toplamları tablo haline getirdikten sonra Benford Kanununun beklenen değerleriyle karşılaştırılır. Bu test genelde veri tabanının 10.000 kayıttan daha fazla elemanı olması durumunda uygulanır ve bu analizlerde anormallikler üzerine odaklanır.

Son İki Rakam Testi: (00,01,02,...99) olasılıklar 0,01 ve 4 denetim örneklerindeki hedeflenen ilişkilerdir. Son iki rakam testleri veri tabanındaki sayıların son iki rakamlarının varoluş sayılarını hesaplar. Bu sayılar aynı frekanslara sahip rakamlar gibi matematiksel kurallarla karşılaştırılmazlar. Bu yüzden bütün son iki rakam sayıları, 0,01'lik bir beklenen değere sahiptir. Bu test yuvarlanan rakamlar testiyle işbirliği içerisindedir ve fazla satış yapan satıcıların tanımlanmasına yardımcı olur.

Yuvarlanan Rakamlar Testi: Yuvarlanan rakamlar testi; 10, 25, 50, 100 ve 1000'in katları olan sayıların hesaplanmasında kullanılır. Bu test satıcıların tanımlanmasında, tahmini gereksiz miktarlardaki faturalar ve ödemelerde kullanılır.

Tekrarlanan Rakamlar Testi : Tekrarlanan rakamlar testi; veri tabanındaki tekrarlanan dolar miktarlarını araştırır. Bu testin önemi muhasebe ödemelerindeki önemsiz tekrarlamalara dikkat çekmesidir. Bu yapılan muhasebe ödemelerinin azalmasına yardım edebilir. Ek olarak aynı, aynı, farklı ve aynı, aynı, aynı testlerinde kullanılan ödemelerin anormalliklerinin tanımlanmasına yardımcı olur.

Aynı, Aynı, Farklı: Aynı, aynı, farklı; veri tabanındaki birbirine çok yakın olan kayıtların bulunmasında kullanılır. Bu doğru satıcılara yapılan ödemelerle, yanlış satıcılara yapılan ödemelerin tanımlanmasına yardımcı olur. Aynı, aynı, farklı; aynı fatura miktarları, ikinci aynı dolar miktarları, farklı ise satıcı sayıları olarak ifade edilmektedir.

Aynı, Aynı, Aynı: Aynı, aynı, aynı; veri tabanındaki aynı kayıtların bulunmasında kullanılır. Bu aynı satıcılara yapılan tekrarlı ödemelerdeki kanunsuzluk ve hataların bulunmasında kullanılır. Aynı, aynı, aynı testinde aynı fatura miktarları, ikinci aynı dolar miktarları ve son aynı ise satıcı sayıları olarak ifade edilmektedir.

SONUÇ

Nehirlerin uzunluğundan göllerin yüzölçümlerine, gazete tirajlarından, ilçe nüfuslarına, işletmelerin muhasebe kayıtlarından, menkul kıymetler borsalarının verilerine, savaşların sürelerinden, bir partinin iktidarda kalma süresine kadar oluşturulan bütün bu veri tabanlarının Benford Kanunu'na ilginç bir şekilde nasıl uyum sağladığı görülmüştür.

Ayrıca muhasebe denetiminde Dijital Analizin denetçinin zaman ve maliyet tasarrufu sağlaması açısından bir devrim niteliğinde olduğu söylenebilir. İlerleyen teknolojiye uyumlu olarak gelişen denetim programları sayesinde denetçiler bir çok bulguya bilgisayarlar sayesinde erişmeye başlamışlardır. Dijital Analizin muhasebedeki hileli kayıtların bulunmasında bir radar sistemi gibi hareket ettiği araştırmada vurgulanmıştır. Bu nedenle Dijital Analizin başlı başına bir denetim işlevini tek başına yerine getiremeyeceği, fakat denetim sürecinde hedefi tespit eden önemli bir araç olduğu söylenebilir.

KAYNAKÇA

Adrien Jamain, **Benford's Law**, Working Papers, Imperial College of London Department of Mathematics, London: April-September 2001.

Bruce Busta, Richard Sundheim, **Tax Return Numbers Tend to Obey Benford's Law**, Center For Business Research, W93-106-94, 22 April 1992.

Bruce G. Dubinsky, **Math Formula Fights Fraud**, Legal Times, Vol: XXIV, No: 9, Week of February 26, 2001.

Dean Brooks, **War, Politics & Customer Loyalty: Forecasting Using Benford's Law**, Frequencies The Journal of Size Law Applications, Vol: No: 1, Denman St.: Aug 2001.

E. Ley, **On the Peculiar Distribution of the U.S. Stock Indexes Digits**, The American Statistician, Vol: 50 (4), USA: 1996.

Frank Benford, **The law of anomalous numbers**, Proceedings of the American Philosophical Society, Vol: 78, USA: 1938.

Malcolm W. Browne, **Following Benford's Law, or Looking Out for No.1**, New York Times, Tuesday, August 4, USA: 1998.

Mark J. Nigrini, **An Assesment of the Change in the Incidence of Earnings Management After the Enron/Andersen Episode**, Working Paper, USA: August 20 2002.

Mark J. Nigrini, **Continuous Auditing**, Ernst & Young Center for Auditing Research and Advanced Technology, Kansas: August 30 2000.

Mark J. Nigrini, L. J. Mittermaier, **The Use of Benford's Law as an Aid in Analytical Procedures**, Auditing: A Journal of Practice & Theory, Vol: 16 (2), USA: 1997.

Mark J. Nigrini, **The Detection of Income Tax, Evasion Through an Analysis of Digital Distributions**, Ph.D. dissertation, University of Cincinnati, Cincinnati, Ohio: 1992.

Melih Erdoğan, **Muhasebe Hilelerinin Ortaya Çıkarılmasında Benford Yasası**, Muhasebe ve Denetime Bakış, Yıl:1 (3), Ankara: Ocak 2001.

Philip D. Drake, Mark J. Nigrini, **Computer Assisted Analytical Procedures Using Benford's Law**, Journal of Accounting Education, Vol: 18, USA: 2000.

R. Pinkham, **On the Distribution of First Significant Digits**, Annals of Mathematical Statistics, Vol: 32, 1961.

R. Raimi, **The first Digit Problem**, American Mathematical Monthly, Vol: 83, August-September, 1976.

Simon Newcomb, **Note on the frequency of use of the different digits in natural numbers**, American Journal of Mathematics, Vol: 4, USA: 1881.

http://www.acctnt.bus.utk.edu/audit/itaudit/Benford_sLaw.ppt (29,01,2003)

http://www.acl.com/pdfs/GAP_Excerpt_Benfords_Law.pdf (29,01,2003)

<http://www.aicpa.org/pubs/jofa/may1999/nigrini.htm> (29,01,2003)

<http://www.business.fortunecity.com/discount/29/benford.htm> (12,01,2003)

http://www.insidefraud.com/pdf/Detecting_fraud_3_99.pdf (29,01,2003)

<http://www.lark.cc.ukans.edu/~srivasta/html/nigrini.html>, (20,01,2003)

<http://www.math.gatech.edu/~hill/publications/cv.dir/1st-dig.pdf> (29,01,2003)

<http://www.mathworld.wolfram.com/BenfordsLaw.html>, (20,01,2003)

<http://www.theiia.org/itaudit/index.cfm?fuseaction=forum&fid=95> (20,01,2003)

<http://www.totalaudit.com/defination.html#firsttwo> (29,01,2003)

<http://www.usfca.edu/fac-staff/huxleys/Benford.html> (29,01,2003)