

HİLE DENETİMİ: BENFORD YASASI'NIN BİLGİSAYAR DESTEKLİ KULLANIMINA YÖNELİK BİR HİZMET İŞLETMESİ ÖRNEĞİ*

Kıvanç ERTİKİN**

Muhasebe Bilim
Dünyası Dergisi
Eylül 2017; 19(3); 696-726

ÖZ

Benford Yasası kullanılarak yapılan sayısal analiz testleri modern teknolojinin imkânları ile birleştirilerek kullanıldığında, büyük ölçekli ve birbirleriyle ilişkili veri kümeleri içinde kasıtlı olarak saklı tutulan hileli işlemlerin ortaya çıkarılmasında büyük katkı sağlamaktadır. Ancak veri sayısının fazlalığı incelemelerin karmaşık bir yapıya dönüşmesine ve çok sayıda hesaplamanın yapılmasına sebep olmaktadır. Dolayısıyla işlemlerin tamamının denetlenebilmesi için bilgisayar yazılımlarının kullanılması zorunludur. Bu çalışmada öncelikle Benford Yasası'na dayalı sayısal analiz testleri hakkında bilgi verilmiş, çalışmanın uygulama bölümünde ise bir hizmet işletmesindeki e-adisyon sisteminden alınan bir yıllık satış verileri, Microsoft Excel ve MySQL veritabanı yazılımı yardımıyla analize tabi tutulmuştur. Analiz sonucunda Benford Yasası'ndan sapmalar tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hile Denetimi, Sayısal Analiz, Benford Yasası, Bilgisayar Destekli Denetim Teknikleri, BDDT

JEL Sınıflandırması: M15, M40,M41,M42,C88

FRAUD AUDITING: A SERVICES BUSINESS EXAMPLE FOR COMPUTER AIDED USE OF BENFORD'S LAW

ABSTRACT

Combined with the possibilities of the modern technology, digital analysis tests conducted by using Benford's Law make significant contributions to detecting fraudulent transactions that are intentionally stored in large-scale and interrelated data sets. However, vast quantity of data causes the analyses to shift to a complicated structure and a great number of calculations to be made. Therefore, it is indispensable to utilize computer software in order to be able to investigate all transactions. This study begins with the general information about the digital analysis tests based on the Benford's Law, and then, in the

* Makale gönderim tarihi: 09.03.2017; kabul tarihi: 03.07.2017.

** SMMM, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Muhasebe ve Denetim Tezli Yüksek Lisans Öğrencisi.

application section of the study, annual sales data obtained from e-check system of a services business was analyzed by means of Microsoft Excel and MySQL database. Deviations have been detected from Benford's law as a result of analysis.

Keywords: Fraud Auditing, Digital Analysis, Benford's Law, Computer Assisted Audit Techniques, CAATT

JEL Classification: M15,M40, M41, M42, C88

1. GİRİŞ

Denetim giderek artan ölçüde teknolojiye bağımlı hale gelmektedir. Son yıllarda bilgi teknolojilerinde yaşanan gelişmeler sonucu depolanan verilerin çok büyük boyutlara ulaşmaya başlaması ile birlikte, çalışanlar ya da yönetim tarafından yapılabilen hilelerin, günümüzdeki büyük hacimli işlemlerin arasından tespit edilebilmesi kolay olmamaktadır.

ACFE¹'nin 2012 yılında yayımladığı şok edici raporda hilelerin ortaya çıkışı % 43 oranında ihbarla meydana gelmekte ve bu ihbarların % 50 si çalışanlar tarafından yapılmaktadır. Yönetimin fark edebildiği hileler ise yalnızca %15 oranındadır. Kontrolün tamamen kendisinde olduğunu düşünen işletme sahibi aslında hiçbir şeyden haberdar değildir. Aynı şekilde şirketinin küçük bir işletme olduğunu ve risk altında bulunmadığını düşünen ve yüz kişinin altında çalışanı olan iş yerleri %32 oranıyla hilelerin en çok gerçekleştiği işletmeler olmuştur (Gagliardi 2014, 11).

Benford Yasası temelli sayısal analiz tekniğinin amacı, veriler arasında doğal kabul edilmeyecek sapmaları bulup ortaya çıkarmaktır. Benford Yasası kullanılarak yapılan sayısal analiz testleri, denetçilere on binlerce veri arasından hileli olanları kısa zamanda ve etkili bir şekilde tespit edebilme imkânı sunmaktadır. Analizi yapılacak veri sayısının fazla olması durumunda bilgisayar yazılımlarının kullanılması zaman ve maliyet avantajı sağlayacaktır. Denetimin kalitesini ve etkinliğini arttırabilmek için, denetim çalışmalarında kullanılan Bilgisayar Destekli Denetim Teknikleri (BDDT) sayesinde hem finansal tablolarla ilgili analizler yapılabilir hem de finansal olan ve olmayan veriler birbirleriyle karşılaştırılabilir. Denetim programlarının işlevlerini yerine getirebilmesi için önceden işletme bilgilerinin yer

¹ The Association of Certified Fraud Examiners (Sertifikalı Hile Araştırmacıları Birliği) ACFE'nin 1996 yılında yayımlanmış olduğu rapor, hile maliyetleri açısından yapılan ilk çalışmadır. Her iki yılda bir yenilenen raporda, ABD'de bulunan işletmelerde oluşan hileler, kötüye kullanımlar incelenmiş ve hile denetçilerinden elde edilen bilgiler kullanılmıştır.

aldığı bir veri tabanı oluşturulur ve bu veri tabanı denetim programlarına entegre edilerek, denetim işlemlerinin yapılması sağlanır.

2. HİLE İLE İLGİLİ KAVRAMLAR

2.1. Hile Kavramı

Muhasebe hilesi; belirli bir amaçla işletmenin işlem, kayıt ve belgelerinin tahrif edilmesidir. Muhasebe hatalarının bilgisizlik ve dikkatsizliğe dayanmasına karşın, muhasebe hileleri bilinçli olarak yani kasten yapılır. Muhasebe hataları daha çok kayıtlar üzerinde yapılırken, muhasebe hileleri ağırlıklı olarak belgeler üzerinde yapılır. Hilenin, belge ve kayıtlar üzerinde bilinçli olarak yapılması nedeniyle, muhasebe sistemi içinde, kendiliğinden ortaya çıkarılması beklenemez. Aksine, bilerek yapılması nedeniyle, tespit edilip ortaya çıkarılması son derece güç bir durumdur. Bunun nedeni, insan zekâsının sürekli olarak yeni yöntem ve usuller geliştirmesidir (MHUD 2004, 151).

SAS² No:82 de ise hile; olacakların farkında olarak finansal tabloların raporlanmasında veya finansal tablolarda yer alan varlıkların üzerinde bilgi ve belge saklanması ya da ilave edilmesi olarak tanımlanmıştır (SAS No:82 1996, 3).

2.2. Hile Denetimi

Hile denetimi temelde bağımsız denetimden amaç yönünden ayrılmaktadır. Bağımsız denetimin amacı; finansal tabloların genel kabul görmüş muhasebe ilke ve politikalarına uygunluğu hakkında bir görüş oluşturmaktır. Hile denetiminin amacı ise hile şüphesi olan işlemlerin ortaya çıkarılması ve soruşturulmasıdır. Hile denetiminde özellikle şüpheli işlemler araştırılır. Hesap seçiminde genellikle ya bir tahmin ya da bir ihbar vardır. Hile denetçisi kapsam dâhilindeki bütün işlemleri örnekleme hatalarını elimine ederek araştırır. Süreç; belge incelemesi, işletme dışı verilerin araştırılması ve mülakatlar şeklindedir (Pehlivanlı 2011, 9).

ACFE'nin son yıllarda yayımladığı raporlarda tespit edilen hilelerin %10-%12 'sinin finansal denetim sırasında ortaya çıktığı belirtilmiştir. Bunun nedenini de finansal denetimin odağının hile denetimine göre farklı olduğu ve yapılan testlerin de farklılaşması olarak göstermiştir (Pearson ve Singleton 2008, 547).

² SAS (Statement of Auditing Standards- Denetim Standartları Açıklaması) SAS 82: Bu Standart da; denetim elemanlarına hile incelemelerinde yol göstermek amacıyla hile riski göstergeleri yer almaktadır.

3. BENFORD YASA'SININ TARİHSEL GELİŞİMİ

Amerikalı astronom ve matematikçi Simon Newcomb, 1881 yılında American Journal of Mathematics'de yayımlanan makalesinde logaritma kitaplarında dikkatini çeken bir olgudan söz etmiştir. Newcomb'un gözlemlerine göre logaritma kitaplarının ilk sayfaları diğer sayfalara göre daha kirli, dolayısıyla daha fazla kullanılmaktaydı. Bilim adamları 1 ile başlayan sayılara 2'den daha fazla bakmışlar, 2 ile başlayan sayılara 3'den daha fazla bakmışlar ve bu süreç sonunda, en az 9 ile başlayan sayılara bakmışlardı. Newcomb, bu kısa argümanından sonra, sıfırdan farklı anlamlı bir rakamın, sayının ilk basamağında olma olasılığını aşağıdaki şekilde ifade etmiştir (Türkyener 2007, 111-112):

$$P(d) = \log_{10} \left(1 + \frac{1}{d}\right), \quad d = 1,2,3,4,5,6,7,8,9 \quad (1)$$

Makalenin yayımlandığı dönemde Newcomb'un teorisine rastlantının ötesinde değer verilmemiş ve unutulmuştur. Aradan geçen 57 sene sonra (1938 yılında) Fizikçi Frank Benford'un, The Proceedings of the American Philosophy Society'de "The Law of Anomalous Numbers" isimli makalesi yayımlanmıştır. Benford logaritma kitapları hakkında benzer bir gözlem yapmış ve aynı logaritmik kanunu ifade etmiştir. Benford'un yaptığı çalışma Newcomb'dan daha fazla tanınmıştır. Bunun nedeni ise Benford'un nehirlerin uzunlukları, nüfus, elementlerin atomik ağırlıkları gibi birçok farklı alandan 20.229 gözlem gibi çok kapsamlı bir araştırma yapmış olmasıdır. Bu nedenle yasa günümüzde Benford Yasası olarak bilinmektedir.

Tablo 1. Benford'un Gözlem Alanı

Baslık	İlk Basamak Rakam									Veri Sayısı
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nehirler, Yüzölçümü	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
Sabit değerler	41.3	14.4	4.8	8.6	10.6	5.8	1.0	2.9	10.6	104
Gazete tirajları	30.0	18.0	12.0	10.0	8.0	6.0	6.0	5.0	5.0	100
Sıcaklık	24.0	18.4	16.2	14.6	10.6	4.1	3.2	4.8	4.1	1389
Basınç	29.6	18.3	12.8	9.8	8.3	6.4	5.7	4.4	4.7	703

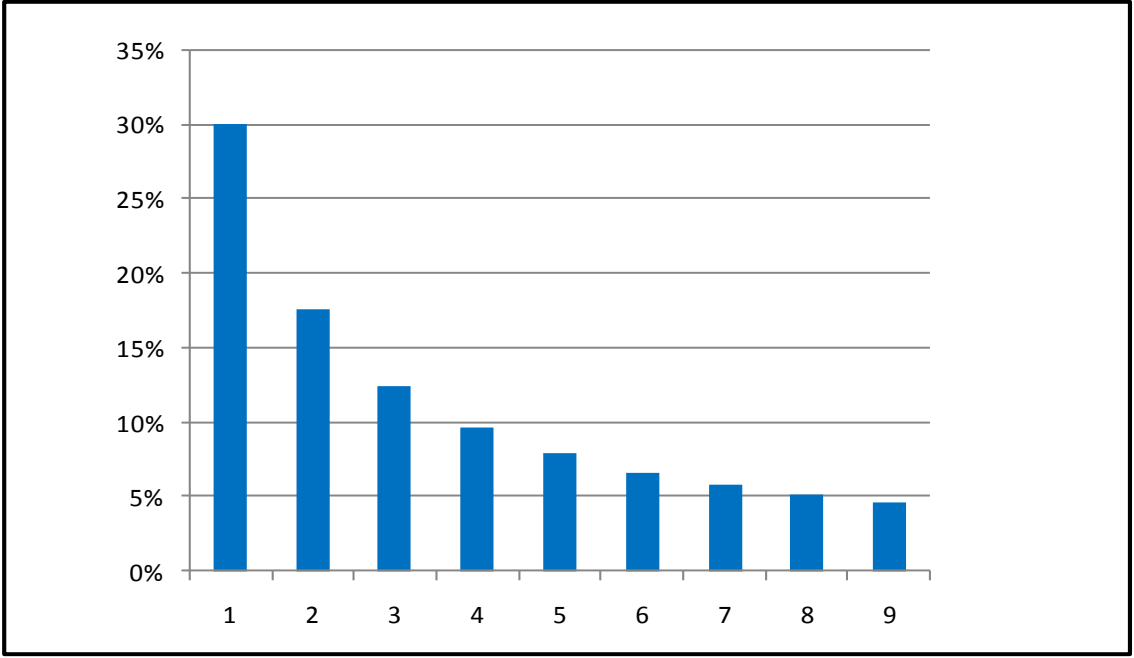
H.P. Lost	30.0	18.4	11.9	10.8	8.1	7.0	5.1	5.1	3.6	690
Mol. Kütle	26.7	25.2	15.4	10.8	6.7	5.1	4.1	2.8	3.2	1800
Drenaj	27.1	23.9	13.8	12.6	8.2	5.0	5.0	2.5	1.9	159
Atomik Ağırlık	47.2	18.7	5.5	4.4	6.6	4.4	3.3	4.4	5.5	91
$n \setminus Jn \sim$	25.7	20.3	9.7	6.8	6.6	6.8	7.2	8.0	8.9	5000
Dizayn	26.8	14.8	14.3	7.5	8.3	8.4	7.0	7.3	5.6	560
Reader's Digest	33.4	18.5	12.4	7.5	7.1	6.5	5.5	4.9	4.2	308
Maliyetler	32.4	18.8	10.1	10.1	9.8	5.5	4.7	5.5	3.1	741
X-Ray Voltajları	27.9	17.5	14.4	9.0	8.1	7.4	5.1	5.8	4.8	707
Amerikan Bezbol Ligi	32.7	17.6	12.6	9.8	7.4	6.4	4.9	5.6	3.0	1458
Kara cisimler	31.0	17.3	14.1	8.7	6.6	7.0	5.2	4.7	5.4	1165
Adresler	28.9	19.2	12.6	8.8	8.5	6.4	5.6	5.0	5.0	342
-1 -2 , n ,n ... n!	25.3	16.0	12.0	10.0	8.5	8.8	6.8	7.1	5.5	900
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	20.229
Muhtemel Hata \pm	0.8	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	-	-

Kaynak: <http://mathworld.wolfram.com/BenfordsLaw.html>(Erişim Tarihi: 10.12.2016).

Tablo 1' de görüldüğü üzere; Benford'un gözlem alanındaki toplam 20.229 verinin %30,6'sı 1 rakamı ile başlarken, %8,0'i 5 ile ve %4,7'si de 9 ile başlamıştır. Benford' un bulgularına göre homojen dağılım göstereceği düşünülen sayılar aslında logaritmik bir dağılım göstermektedir. 1 den 9 a kadar olan bir veri kümesinde ilk rakamın 1 olma olasılığı 1/9 değil % 30,1 dir. Aşağıda yer alan tabloda, Benford Yasası'na göre rakamların birinci basamakta ortaya çıkma sıklıkları diğer bir ifadeyle, frekansları görülmektedir.

Tablo 2. Benford Yasasına Göre Rakamların Çıkış Frekansları

İlk Rakam	1	2	3	4	5	6	7	8	9
İlgili Frekans	%30,1	%17,6	%12,5	%9,7	%7,9	%6,7	%5,8	%5,1	%4,6



Grafik 1. Bir Sayının İlk Basamağındaki Anlamlı Rakamın Ortaya Çıkış Frekansları

Benford Yasası, 1938’de ortaya çıkışından 1960’lara kadar birçok matematikçi, fizikçi ve amatörler tarafından ispatlanmaya çalışılmıştır. Rutgers Üniversitesi’nden matematikçi olan Roger Pinkham, genel bir Benford Yasası var ise, bu yasanın ölçekten bağımsız olması gerektiğini öne sürmüştür. Pinkham’ın yaptığı çalışmalar, Benford Yasa’sının ölçekten bağımsız olduğunu göstermiştir (Gönen ve Rasgen 2016, 97).

Benford Yasası’nın bu gelişim sürecine önemli bir katkıda Dr.Ted P.Hill tarafından yapılmıştır. 1996 yılında yasa üzerinde çalışmalara başlayan Hill, Georgia Teknoloji Enstitüsündeki matematik öğrencilerinden evlerine gittiklerinde bir demir bozuk parayı 200 kes havaya atarak sonuçları kaydetmelerini veya parayı havaya atmış gibi düşünüp 200 sonuç yazmalarını istemiştir. Ertesi gün ödevlere göz gezdirdiğinde 200 sonucu kafadan yazanların hayret verici bir şekilde birbirlerine çok yakın sonuçlar elde ettiğini görür. Hill gerçeği bir mülakatında şöyle ifade etmektedir: “sonuçları kafalarından yazan öğrencilerin birbirine çok yakın şekilde sonuç bulmalarını Benford Yasası’nın gerçeğe yakınlığı noktasında bize ipucu verdiğini düşünüyorum” (Elitaş ve diğerleri 2014, 50).

Pinkham’ın çalışmalarını devam ettiren, Hill, Benford Yasa’sının tabandan bağımsız olup olmadığını incelemiştir. Hill, 1996 yılında “ Statistical Science ” dergisinde yayımladığı

makalesi ile Benford Yasası'nın ölçekten bağımsız olduğu gibi tabandan da bağımsız olduğunu göstererek, yasayı matematiksel olarak ispatlamıştır (Hill 1996, 354).

Tablo 3. Bir Sayının Soldan İlk Dört Basamağındaki Rakamların Ortaya Çıkış Sıklığı

Rakam	Rakamın Yer Aldığı Basamak			
	İlk	İkinci	Üçüncü	Dördüncü
0	—	.11968	.10178	.10018
1	.30103	.11389	.10138	.10014
2	.17609	.10882	.10097	.10010
3	.12494	.10433	.10057	.10006
4	.09691	.10031	.10018	.10002
5	.07918	.09668	.09979	.09998
6	.06695	.09337	.09940	.09994
7	.05799	.09035	.09902	.09990
8	.05115	.08757	.09864	.09986
9	.04576	.08500	.09827	.09982

Kaynak: Nigrini (1996, 74).

Newcomb; üçüncü basamakta yer alan rakamlar için olasılığın her bir rakam için yaklaşık aynı olacağını, dördüncü ve takip eden basamaklar için farkın belirsiz olacağını belirtmektedir.

Yasanın logaritma fonksiyonları aşağıdaki gibidir (Nigrini 2012, 5):

Sayıların ilk basamağı için;

$$P(D_1=d_1)=\log\left(1+\left(\frac{1}{d_1}\right)\right);d_1\in\{1,2,3,\dots,9\} \quad (2)$$

Sayıların ikinci basamağı için;

$$P(D_2=d_2)=\sum_{d_1=1}^9\log\left(1+(d_1d_2)\right);d_2\in\{1,2,3,\dots,0\} \quad (3)$$

Sayıların İlk iki basamağı için;

$$P(D_1D_2=d_1d_2)=\log\left(1+\left(1+\frac{1}{d_1d_2}\right)\right);d_1d_2\in\{10,11,12,\dots,99\} \quad (4)$$

İki basamaklı kombinasyonlara göre Benford Yasası'nın beklenen sıklıklar tablosu hazırlanırsa Tablo 4'deki veriler elde edilir. Örneğin; Bir sayının birinci basamağındaki rakamın

2 ve ikinci basamağındaki rakamın 8 olma olasılığı Tablo 4’te rakamların kesiştiği yerden (0,0152) bulunabilmekte aynı zamanda aşağıdaki formül ile de hesaplanabilmektedir.

$$P(28) = \text{Log}10(1+1/28) = \text{Log}10(29/28)=0,01524 \quad (5)$$

Tablo 4. İlk İki Basamağa Göre Beklenen Sıklıklar

2.Basamak 1.Basamak	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Toplam
1	0,0414	0,0378	0,0348	0,0322	0,0300	0,0280	0,0263	0,0248	0,0235	0,0223	0,3010
2	0,0212	0,0202	0,0193	0,0185	0,0177	0,0170	0,0164	0,0158	0,0152	0,0147	0,1761
3	0,0142	0,0138	0,0134	0,0130	0,0126	0,0122	0,0119	0,0116	0,0113	0,0110	0,1249
4	0,0107	0,0105	0,0102	0,0100	0,0098	0,0095	0,0093	0,0091	0,0090	0,0088	0,0969
5	0,0086	0,0084	0,0083	0,0081	0,0080	0,0078	0,0077	0,0076	0,0074	0,0073	0,0792
6	0,0072	0,0071	0,0069	0,0068	0,0067	0,0066	0,0065	0,0064	0,0063	0,0062	0,0669
7	0,0062	0,0061	0,0060	0,0059	0,0058	0,0058	0,0057	0,0056	0,0055	0,0055	0,0580
8	0,0054	0,0053	0,0053	0,0052	0,0051	0,0051	0,0050	0,0050	0,0049	0,0049	0,0512
9	0,0048	0,0047	0,0047	0,0046	0,0046	0,0045	0,0045	0,0045	0,0044	0,0044	0,0458
Toplam	0,1197	0,1139	0,1088	0,1043	0,1003	0,0967	0,0934	0,0904	0,0876	0,0850	1,0000

4. RAKAMLARIN OLASILIK DAĞILIMININ ÖZELLİKLERİ

4.1. Ölçeğe Göre Değişmeme

Benford Yasası'nın ölçekten bağımsız olmasının anlamı; bir veri kümesinin hangi birimle ifade edilirse edilsin yasanın o birim için geçerliliğini korumasıdır. Benford Yasası'nda ölçek sabittir. Diğer bir ifadeyle, verideki sayılar sıfır hariç sabit bir sayı ile çarpıldığında uyum değişmemektedir. Analize tabi tutulacak verilerin para birimi diğer bir para birimine çevrilmesi analizi etkilemez.

4.2. Tabana Göre Değişmeme

Simon Newcomb, yazdığı makalede rakamların dağılım sıklıklarını incelerken sadece 10 tabanında bulunan sayılarla ilgilenmiştir. Oysaki Theodore Hill tarafından yapılan araştırmalar sonucunda Benford Yasası'nın tabandan bağımsız olduğu görülmüş, dolayısıyla 10 tabanı dışındaki başka bir sayı tabanı ile oluşturulan veri setleri Benford Yasası'na uygun şekilde dağılım oranı göstermiştir (Wojcik 2013, 3).

5. BENFORD YASASI İÇİN GEREKLİ ÖN KOŞULLAR

5.1. Analizde Kullanılan Veri Sayısının Önemi

Analize alınan verilerin sayısı ne kadar çoksa analiz sonuçları da o derece güvenilir olmaktadır. Yapılan çalışmalar 10.000 ve üzerinde veri içeren ana kütlelerdeki analiz sonuçlarının Benford Yasası'nda öngörülen dağılımlara çok yakın olduğunu ortaya koymuştur (Kocameşe ve Güçlü 2010, 32).

Benford Yasası'nın çok sayıda veri ile yapıldığında daha güvenilir sonuçlar vermesi sebebiyle ana kütlede örneklem yapılması uygun değildir. Analiz mümkün olduğunca çok veriyi kapsayacak şekilde yapılmalıdır (Durtschi ve diğerleri 2004, 23).

5.2. Verilerin Üst ya da Alt Limite Sahip Olmaması

İncelenecek olan veri kümesindeki sayılar için önceden bir üst veya alt limit belirlenmiş olması durumunda testler güvenilir sonuçlar vermeyecektir. Çünkü böyle bir durumda rakamların dağılımı üst ya da alt sınırların etkisi ile bozulmuş olur. Örneğin bir kargo firmasında kargo ücreti, taşınan malın ağırlığı ya da ölçülerine göre belirlenmektedir. Ancak bu kriterler dışında kalanların taşınması için minimum 4,99 TL gibi bir ücret olarak alt sınır belirlendiği ya da kıdem tazminatı tavanı gibi üst sınır belirlendiği hesaplar incelendiğinde dağılımdan aykırılık gösterecektir.

5.3. Verilerin Homojen Birimlerden Oluşması

Veri kümesindeki değerlerin birbirlerine yakın olmaması gerekir. Belirli bir yaş grubundaki çocukların boylarının ölçümlerine ilişkin bir küme üzerinde yapılacak analizde sayılar arasında çok fark olmayacağı için bu modelin önerdiği olasılıklar doğru olmayacaktır.

Bir Benford sayı setinde, ortalama değer her zaman medyandan büyüktür ve çarpıklık değeri daima pozitifdir. Ortalama oranı medyandan ne kadar büyükse veri seti o kadar Benford Yasası'na uygundur (Elitaş ve diğerleri 2014, 33).

5.4. Verilerin Kodlanmamış Olması

Veri kümesindeki değerlerin belirlenmiş sayılar olmaması gerekmektedir. Telefon numarası ya da posta kodu gibi belli bir şekilde kodlanmış olan verilerde bütün rakamların kullanılma

şansı eşit olmaktadır. Dolayısıyla yasa, loto ve piyango bileti gibi verilere de uygulanamaz, çünkü burada sayılar eşit şansa sahiptir.

Bir piyangoda, kavanoz veya benzeri bir şeyden toplar çekilir. Toplar gerçekte sayı değildir, sayı ile etiketlenmişlerdir. Fakat hayvan adları ile de etiketlenebilirlerdi. Temsil ettiği sayılar tekdüze dağılıma sahiptir, her sayının eşit şansı vardır ve Benford Yasası tekdüze dağılımlara uygulanmaz (Browne 1998, 5).

Benford Yasası'nın geçerli olabilmesi için gerekli bir diğer koşulda, verilerin insan düşüncesinden etkilenmemiş olmasıdır. Örneğin; 10 TL yerine 9,90 TL veya 9,99 TL gibi psikolojik eşiğe göre saptanan fiyatlar Benford olasılık dağılımını olumsuz etkileyecektir.

Tablo 5. Benford Yasası'nın Kullanılabileceği ve Kullanılmayacağı Durumlar

Benford Analizinin Kullanılabildiği Durumlar	Örnekler
Sayıların matematiksel kombinasyonlarından oluşmuş olan sayı grupları – iki dağılımdan gelen sonuçlar	Alıcılar Hesabı (Satılan mal sayısı*Fiyatı) Saticılar Hesabı (Alınan mal sayısı*Fiyat)
İşlemsel veri – Örnekleme ihtiyaç yok	İadeler, satışlar, giderler
Büyük veri gruplarında – Gözlem sayısı arttıkça olumlu	Tüm yılın işlemleri
Sayı grubunun ortalaması orta değerinden büyük ve çarpıklık pozitif olduğunda	Çoğu muhasebe veri grupları
Benford Analizinin Kullanışlı Olmadığı Durumlar	Örnekler
Atanmış numaralardan oluşan veri grubu	Çek numaraları, fatura numaraları, posta kodları
İnsan düşüncesinden etkilenen sayılarda	Psikolojik eşiğe göre belirlenen fiyatlar seti(\$1.99),ATM para çekişi ³
Şirkete özel rakamların olduğu büyük miktarlı hesaplar	Özellikle 100 dolarlık geri ödemelerin kaydı için açılmış hesap
Minimum veya maksimum değere sahip hesaplarda	Kayıt yapılabilmesi için bir miktarı geçmesi gereken varlıklar grubu
İşlemlerin kaydedilmediği durumda	Hırsızlıklar, Rüşvetler, Sözleşme manevrası

Kaynak: Durtschi ve diğerleri 2004, 24

Başta matematik olmak üzere istatistik, mühendislik ve denetim gibi birçok alanda Benford Yasası'ndan yararlanılmaktadır. Avustralya'da, gümrük beyannamelerinin Benford Yasası aracılığıyla analiz edilerek kaçakçılıkla mücadele amaçlanmaktadır. Ukrayna'da seçimlerdeki oy pusulası hilelerinin tespit edilmesinde Benford Yasası'ndan faydalanılmaktadır. İngiltere'de

³ ATM'lerden çekilen paralar gibi insan düşüncesinden etkilenmiş olan sayılar Benford dağılımı yerine tekdüze dağılımı takip etmektedirler.

ise çevreci bilim adamları, hükümetin açıkladığı sera gazı değerlerini Benford Yasası ile test etmektedir (Akkaş 2007, 197).

6. DENETİMDE BENFORD YASASI'NIN KULLANIMI

Denetim çalışmalarında kullanılan Benford Yasası bize doğal olarak meydana gelen sayıların belirli basamaklarında her bir rakam için rakamların rastlanma olasılıklarını (frekanslarını) veren bir matematik kuralıdır. Bu analizin temel noktası insanların rastgele davranamayacaklarına dayanır. İnsanlar bir hile yapmak amacıyla sayı ürettiklerinde alışkanlıklarının sonucu olarak birkaç numarayı tekrar ederler. Mali tabloları oluşturan muhasebe bilgileri içinde yer alan hileli işlemleri, istatistikî bir yöntem olan Benford Yasası ile tespit etmek mümkündür. Denetçiler rakamların beklenen ve gözlemlenen oransal dağılımlarını karşılaştırmak suretiyle inceledikleri veri kümesinin gerçeğe uygunluğu ile ilgili sonuçlar çıkartabilirler.

Benford Yasası'nın hileli rakamları bulmada kullanılması ilk defa Mark Nigrini tarafından yapılan araştırmalar sonucunda gündeme gelmiştir.

Nigrini, üzerinde bir yıl kadar çalıştığı bu yasayı 1992 yılında doktora tezi olarak sunar. Nigrini tezinde, Benford Yasası'nın benzetimine dayalı bir kullanım önermiş ve satışlardan giderlere kadar muhasebenin birçok alanındaki verilerin Benford Yasası'nı izlediğini ve bu alanlarda yasadan sapmaların standart istatistiksel testlerin kullanılmasıyla hızlı bir biçimde ortaya çıkarılabileceğini belirtmiştir. Daha sonra bu çalışmasını bir program haline getiren Nigrini, özellikle vergi kaçakçılığını önleyebilecek önlemler üzerinde durmuştur. Bu konuda kendisinden yardım isteyen Brooklyn Hileler Servisi'nde bir çalışma yapılmış ve bunun sonucunda New York'lu yedi şirkette muhasebe hileleri ortaya çıkarılmıştır (Elitaş ve diğerleri 2014, 76).

Benford Yasası ve sayısal analiz için en uygun muhasebe verileri; ticari alacaklar, ticari borçlar, satışlar, giderler vb. ile ilgili muhasebe hesaplarıdır. Bunların yanı sıra, veri kümesi bir yıl gibi geniş bir dönem alındığında, muhasebenin hemen hemen tüm hesapları Benford Yasası ve sayısal analiz ile test edilebilir (Akkaş 2007, 198).

7. SAYISAL ANALİZ TESTLERİ

7.1. İlk Basamak Testi

İlk basamak testi, bir veri kümesinde yer alan tutarların soldan ilk basamaklarının gösterdiği dağılımın belirlenerek beklenen dağılımla karşılaştırılması sürecidir. Olasılık 0,0045 ile 0,301 arasındadır. Bu testte; ilk basamak olarak sıfır dikkate alınmaz. Bu ön testlerden alınacak sonuçlar, verilerin Benford Yasası'na uygunluğunu belirleyecektir. Bu test veri tabanının genel bir görüntüsünü çizer ve bir giriş yaparak buna bağlı sonuçlar hakkındaki ihtimalleri verir.

İlk önemli basamak analiz testi ilk basamak testidir. Bu, uçak penceresinden şehrin görüntüsüne benzer. Yüksek düzey bir testtir ve çok açık olmadıkça olağandışı görünen hiçbir şey ayırt edilmeyecektir (Elitaş ve diğerleri 2014, 33).

7.2. İkinci Basamak Testi

İkinci basamak testi de genel bir test olup uygunluk testidir. Birinci basamak testleri gibi ikinci basamak testleri de, denetimde örnekleme için kullanılmazlar. Bu ön testlerden alınacak sonuçlar, verilerin Benford Yasası'na uygunluğunu belirleyecektir (Akkaş 2007, 199).

7.3. İlk İki Basamak Testi

Bu test önceki testlerin devamı niteliğindedir. Sayıların ilk iki hanesindeki rakamların dağılımlarının test edilmesi sayının soldan ilk iki basamağının bir arada rakam kombinasyonu olarak dağılımının incelenmesidir. Benford Yasası'ndan sapmaların ayrıntılı olarak belirlendiği özel bir testtir. Bu test, denetçinin örnek seçimi yapabileceği bir testtir. İlk basamak ve ikinci basamak testleriyle karşılaştırıldığında daha kapsamlıdır.

7.4. İlk Üç Basamak Testi

İlk üç basamak testi; ilk basamak ve ikinci basamak testlerine oranla daha kapsamlıdır. Bu test veri tabanındaki her sayının ilk üç rakamının varoluş sayılarını hesaplamaktadır. Bu toplamları tablo haline getirdikten sonra Benford Kanunu'nun beklenen değerleriyle karşılaştırılır. Bu test genelde veri tabanında 10.000 kayıttan daha fazla veri olması durumunda uygulanır ve bu analizlerde anormallikler üzerine odaklanılır (Yanık ve Samancı 2013, 343).

7.5. Tekrar Edilen Tutarların Tespit Edilmesi

Bu test; veri kümesindeki sık tekrar eden tutarları araştırır. İlk iki basamak testi sonuçları ile birlikte değerlendirilir. Örneğin ilk iki basamak testinde 24 sayısının gözlemlenen mutlak frekansı Benford kuramsal oranlarının çok üzerinde ise, tekrar edilen sayılar testinin sonuçlarına bakılır ve bu sonuçlardan 24 ile başlayan sayılar (2400 veya 24.500 gibi) ayrıntılı incelemeye alınır.

7.6. Tutar Yuvarlamalarının Tespit Edilmesi

Uydurma veya tahmini sayıları belirlemek için kullanılır. Anomali veya hataları bulması beklenmez.

Genellikle insanlar tahmin yaparken rakamları yuvarlamaktadırlar. Bundan dolayı yuvarlanan sayıların varlığı tahmin yapıldığının bir göstergesidir. Eğer İstanbul ile Ankara arası uzaklığı insanlara sorduğumuzda genellikle 450 veya 500 km olduğunu söylerler ama gerçek bu değildir (Elitaş ve diğerleri 2014, 38).

7.7. Son İki Basamak Testi

Tutarların son iki hanesindeki rakamların incelenmesinin amacı uydurma tutarların ve rakam yuvarlamalarının belirlenmesidir. Son iki basamağın dağılımının incelenmesi rakam yuvarlamalarının incelenmesine ek bir test olarak düşünülebilir. Yuvarlama ve son iki basamak testinin amacı, hile veya hatalı sayılardan ziyade, tahmin edilmiş veya türetilmiş sayıları ortaya çıkarmaktadır.

Benford Yasası'nın kullanımında diğer hile tespit yöntemlerinde olduğu gibi sınırlamalar bulunmaktadır. Bir hesaptan büyük bir tutarda yapılan bir hile geçirme büyük bir olasılıkla bu yasa tarafından ortaya çıkartılamayacaktır. Ancak düzenli bir şekilde yapılan ve tekrarlanan hileler mevcutsa bu tip hilelerin erken teşhis edilmesinde ve bu hilelere karşı önlem alınmasında Benford Yasası oldukça fayda sağlayacaktır.

Benford Yasası geniş, tasnif edilmemiş veritabanları araştırıldığında genellikle uygulanması kolay ve özellikle kullanışlı olmasına rağmen, bu açık ve basit, ekonomik teknik denetçilere ortaya çıkardıkları belirli çeşitteki hilelere sahip bulguları eşleştirmede imkân tanımaz. Sonuç olarak, ipuçları sadece potansiyel problemlerin sinyallerini verir. Bunlar ayrıntılı olarak gelişim ve sonuç hakkında bilgi vermez. Bundan dolayı, bir hile araştırmacısı sayısal analiz aracılığıyla şüpheli bir madde belirlediği zaman bu hileyi kimin işlediğini ve ne çeşit bir hile olduğunu

belirlemesi gerekir. Benford Yasası'nın çoğu uygulamasının arkasındaki ana fikir Benford Yasası'nın negatif doğallık testi sağlamasıdır. Diğer bir deyişle, bir veri setinin Benford Yasası'na uymaması doğallığı ifade etmez, fakat uyumsuzluk belli bir derecede şüphe uyandırır (Elitaş ve diğerleri 2014, 63).

8. UYGUNLUK KRİTERİ

Bu aşamada beklenen dağılımdan ne kadar bir sapmanın olduğunu ve mevcut sapmanın önemli kabul edilip edilmeyeceği hesaplanırken istatistiksel sınamalardan yararlanır. Benford Yasası'na dayalı analizlerde sonuçların değerlendirilmesinde kullanılan istatistik sınamalarını;

- Z- İstatistiği Testi
- Ki-Kare Testi
- Kolmogorov-Smirnoff Testi
- Ortalama Mutlak Sapma Yöntemi şeklinde sıralayabiliriz.

8.1. Z İstatistiği Testi

Z-istatistiği ki-kare sınavasından farklı olarak, belirli bir rakam veya rakam kombinasyonunun gözlemlenen rastlanma oranının Benford Yasası'na göre beklenen orandan sapma derecesini ölçmekte kullanılır. Z-istatistiğinin hesaplanması şu şekildedir (Gönen ve Rasgen 2016, 100).

$$Z = |AP - EP| - (1/2N) / \sqrt{EP(1 - EP)/N} \quad (6)$$

Formülde yer alan AP değeri veri setinde gözlemlenen oranı, EP ise Benford Yasası'na göre beklenen oranı ifade etmektedir. N ise gözlem sayısını temsil eder.

Formüle göre gerçek oran ile beklenen oran arasındaki fark büyüdükçe z-istatistikte büyür. Z-İstatistik aşırı güç problemi ile karşı karşıyadır. Yani, geniş veri setleri için önemsiz görünen farklar dahi z istatistik yönteminde istatistikî olarak anlamlı görünmektedir. Örneğin, 100.000 birimlik bir gözlemde beklenen değer %10 ve gerçek oranın %10,1 olduğunu varsayalım. Bu durumda Z- istatistik değeri 3,5 olacaktır ve bu değer anlamlı farklılığın olduğunu göstermektedir. Fakat gerçekte 10.000 birimlik (100.000*%10) bir beklentiye karşı 10.100 birimlik gerçek durum oluşmuştur. Gerçek hayatta bu miktardaki bir fark önemli değildir (Elitaş ve diğerleri 2014, 57).

8.2. Ki-Kare Testi

Ki-Kare dağılımı oldukça yaygın olarak ve birçok maksatla kullanılan bir dağılımdır. Çoğu araştırmada çeşitli kategorilere giren deneklerin, nesnelerin veya cevapların sayısı ile ilgilenilir. Meselâ, bir grup insan belli bir anketin sorularına verdikleri cevaplara göre sınıflandırılabilirler. Araştırmacı belli bir tip cevabın diğerlerine kıyasla daha sık ortaya çıkıp çıkmayacağını belirlemek isteyebilir. Bu gibi durumlarda ve özellikle de sayımla belirlenen kalitatif özelliklerle ilgili testlerde daha ziyade Ki-Kare testi kullanılır. Ki-Kare; aritmetik ortalaması sıfır ve varyansı bir olan normal bölünmeli bir ana kütlede her biri diğerinden bağımsız olarak seçilen n birimli bir örnekleme ait değerlerin karelerinin toplamı demektir (Bircan ve diğerleri 2003, 70-71).

Uygunluk testinde Ki-Kare istatistiği için formül aşağıdaki gibidir:

$$\text{Ki Kare} = \sum_{i=1}^K \frac{(\text{AC}-\text{EC})^2}{\text{EC}} \quad (7)$$

Formülde AC gerçek sayı değerlerini, EC ise beklenen sayı değerlerini ifade etmektedir.

Ki-Kare istatistiği de Z-İstatistiği gibi aşırı güç problemi ile karşı karşıyadır. Kısacası, veri seti büyüdüğünde hesaplanan Ki-Kare hemen hemen daima eşik değerinden yüksek olacak ve veri setinin uygun olmadığına dair bir sonuç ortaya koyacaktır. Bu problem 10.000 gözlemin üzerindeki veri setlerinde ortaya çıkar. Bu durumda çok önemsiz farklar dahi veri setinin Benford Yasası'nı takip etmediği sonucuna varmamızı sağlayabilir (Elitaş ve diğerleri 2014, 58).

8.3. Kolmogorov-Smirnoff Testi

Kolmogorov-Smirnoff Uygunluk testi, basamak testlerinde kümülatif değerleri dikkate almaktadır. K-S test hipotezi aşağıdaki biçimde kurulur.

$$H_0: F(x) = F_0(x)$$

Elde edilen test istatistiğinin belirli bir örneklem büyüklüğü ve seçilen anlamlılık düzeyindeki Kolmogorov-Smirnoff tablo değerinden büyük olması durumunda H_0 reddedilmekte ve dağılımın normal olmadığı sonucuna ulaşılmaktadır (Yenice ve Dölen 2013, 207). Kolmogorov-Smirnoff daha küçük farklara tolere etmektedir. Bundan dolayı geniş veri

setlerinin incelenmesinde bu test denetçiye doğru bir kullanım alanı sunmaz (Elitaş ve diğerleri 2014, 58).

8.4. Ortalama Mutlak Sapma (OMS)

Diğer üç uyum derecesi testinin tersine Ortalama Mutlak Sapma (OMS), veri setinin büyüklüğünden etkilenmez. Ayrıca ölçümü anlaşılması bakımından kolaydır. OMS denetim bağlamında en iyi uyum derecesi testi olarak görünmektedir. OMS üç bileşene sahiptir. İlk önce beklenen oran ile gerçekleşen oran arasındaki farklar hesaplanır. Farkların negatif veya pozitif olmaları önemli değildir. Çünkü tüm farkların mutlak değeri alınır ve daha sonra genel toplamı hesaplanır ve basamak sayısına bölünür (Elitaş ve diğerleri 2014, 59).

Aşağıdaki şekilde formülize edilmiştir.

$$OMS = \frac{\sum_{i=1}^K |AP-EP|}{K} \quad (8)$$

Formülde yer alan AP değeri veri setinde gözlemlenen oranı, EP ise Benford Yasası'na göre beklenen oranı ifade etmektedir. K ise basamak sayısını temsil eder.

9. UYGULAMA

Çalışmanın bu bölümünde teorik olarak anlatılan Benford Yasası kullanılarak hile denetimi uygulaması yapılmaktadır. Bu amaçla, ticari unvanı belirtilemeyeceği için, ABC olarak adlandırılan gıda sektöründe faaliyet gösteren bir hizmet işletmesinin bir yıllık e-adisyon verileri kullanılmıştır. Uygulamada test sorguları için MySQL Workbench yazılımı, tablo ve grafiklerin oluşturulması için ise Microsoft Excel birlikte kullanılmıştır.

Günümüzde Benford Yasası'nı temel alan dijital analiz araçları birçok popüler yazılım paketlerine (ACL, CaseWare 2002, IDEA gibi) dâhil edilmektedir. Çalışmamızda kullanılan MySQL yazılımı; Yapılandırılmış Sorgulama Dili (Structured Query Language) kavramının kısaltması olan SQL teknolojisini kullanan, Unix, OS/2 ve Windows platformları için ücretsiz ve açık kaynak kodlu bir veritabanı yönetim sistemidir. Birçok programlama dilini destekler ve birden fazla kullanıcı ile birlikte kullanılabilir. Günümüzde kullanılan birçok muhasebe ve denetim programları SQL tabanlıdır.

9.1. Uygulamanın Amaç ve Kapsamı

Bu uygulamanın amacı Benford Yasası'nın bilgisayar yazılımları ile hileli işlemlerin tespit edilmesindeki etkisinin araştırılmasıdır. Bu amaçla uygulamada ilk olarak işletme verilerine

sayısal analiz testlerinden birinci basamak testi, ikinci basamak testi ve ilk iki basamak testi yapılmış ve işletme verilerinden elde edilen gözlemlenen mutlak frekanslar ile Benford Yasası olasılıkları arasındaki farkların karşılaştırılması adına uygunluk testi ile değerlendirilmiştir.

9.2. Sayısal Analiz Testleri

ABC firmasının e-adisyon sisteminden 01.01.2016-31.12.2016 tarihleri arasında 164.785 müşteriye, 38.689 adet adisyon ile yapılan satış verisi Excel formatında alınmış ve MySQL yazılımı veritabanına yüklenmiştir. Veri tabanının ana başlıkları ve toplamları Tablo 6'da gösterilmiştir. Yapılan indirim ve ikramlar için yetkili onayı gerektiğinden brüt tutarlar veri olarak alınmıştır.

Tablo 6. ABC Firmasının Bir Yıllık Adisyon Veri Tabanı Özeti

Tutar	İndirim	İkram	Net_Tutar	Nakit	Kredi_Kartı	Diğer	Cari
6.179.317,75	173.346,76	139.716,50	5.866.254,49	1.888.057,00	3.743.293,25	31.627,50	203.276,74

Verilerin; ortalaması 144,62, medyan ise 115,50 olarak bulunmuştur. Benford sayı setinde, ortalama değer her zaman medyandan büyüktür ve ortalama medyandan ne kadar büyükse veri seti o kadar Benford Yasası'na uygundur. Şekil 1 de yapılan sorgular sonucu veri tabanının bütünü görülmektedir.

MySQL Workbench

Local instance MySQL55

File Edit View Query Database Server Tools Scripting Help

e_adisyon*

```

1 select adisyon_no,tarih,tutar,indirim,ikram,net_tutar,nakit,kredi_karti,diger,cari from e_adisyon union all
2 select
3 (adisyon_no),(tarih),sum(tutar),sum(indirim),sum(ikram),sum(net_tutar),sum(nakit),sum(kredi_karti),sum(diger),sum(cari)
4 from e_adisyon;

```

Result Set Filter: Export: Wrap Cell Content:

adisyon_no	tarih	tutar	indirim	ikram	net_tutar	nakit	kredi_karti	diger	cari
238220	2016-12-31	166.5	0	0	166.5	166.5	0	0	0
238222	2016-12-31	175	0	0	175	175	0	0	0
238274	2016-12-31	180	0	0	180	0	180	0	0
238219	2016-12-31	183	0	0	183	183	0	0	0
238250	2016-12-31	189	0	0	189	0	189	0	0
238275	2016-12-31	195	0	0	195	0	195	0	0
238243	2016-12-31	204.5	0	0	204.5	0	204.5	0	0
238240	2016-12-31	213.5	0	0	213.5	213.5	0	0	0
238266	2016-12-31	225	0	0	225	0	225	0	0
238273	2016-12-31	240	0	0	240	0	240	0	0
238257	2016-12-31	241	11	0	230	0	230	0	0
238272	2016-12-31	285	0	0	285	285	0	0	0
238217	2016-12-31	355	0	0	355	0	355	0	0
238278	2016-12-31	360	0	0	360	0	360	0	0
202815	2016-01-01	6179317.75	173346.75999450684	139716.5	5866254.489990234	1888057	3743293.25	31627.5	203276.73999023438

e_adisyon 18

Output

Action Output

Time	Action	Message	Duration / Fetch
31 12:45:06	select adisyon_no,tarih,tutar,indirim,ikram,net_tutar,nakit,kredi_karti,diger,cari from e_adisyon union all sel...	34875 row(s) returned	0.218 sec / 0.094 sec
32 12:47:21	select adisyon_no,tarih,tutar,indirim,ikram,net_tutar,nakit,kredi_karti,diger,cari from e_adisyon union all ...	38690 row(s) returned	0.141 sec / 0.125 sec

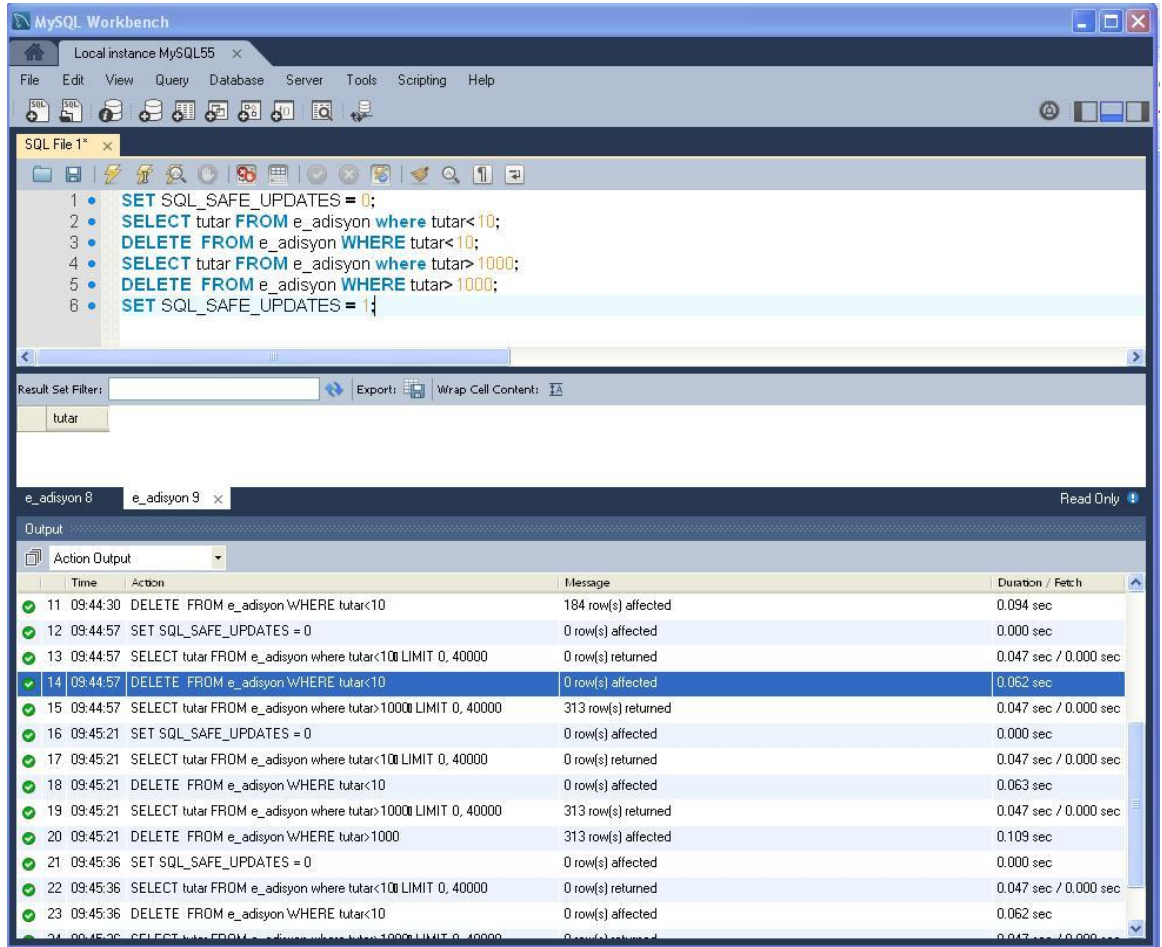
Şekil 1. Veri Tabanının Yazılımdaki Görünümü

Tablo 7. Veri Tabanının Katmanlara Ayrılması

Gruplar	Veri Sayısı	Toplamı	Oran
0-10 TL arası	184	1.096,25	0,47%
10-100 TL arası	15.630	1.119.602,00	40,40%
100-1000 TL arası	22.562	4.403.547,00	58,32%
1000 TL ve üzeri	313	655.072,50	0,81%
Toplam	38.689	6.179.317,75	100,00%

Toplam içindeki oranı çok düşük olduğundan, sayısal analiz öncesinde Şekil 2 de gösterilen kodlar kullanılarak 10 TL'nin altındaki 184 adet adisyon ve 1.000 TL'nin üstündeki 313 adet

adisyon test kümesinden ayrılmıştır. Test kümesinden ayrılan bu değerlerin ayrı olarak incelenmesine de gerek duyulmamıştır. Dolayısıyla, ABC firmasının sayısal analiz testleri toplam tutarı 5.523.149,00 TL olan 38.192 adet veri üzerinden yapılmıştır.



Şekil 2. Veri Tabanının Testlere Hazırlanması

Veri tabanında ilk basamak testi için Şekil 3'te gösterilen sorgular sonucunda elde edilen değerler ile Tablo 8 oluşturulmuştur.

Tablo 8. Birinci Basamak Testi Sonuçları

Birinci Basamak	Gözlemlenen Mutlak Frekans	Oran Olarak Gözlemlenen Frekans	Benford Kuramsal Olasılığı	Fark	Mutlak Fark
1	16.348	0,4280	0,3010	0,1270	0,1270
2	4.742	0,1242	0,1761	-0,0519	0,0519
3	2.514	0,0658	0,1249	-0,0591	0,0591
4	1.491	0,0390	0,0969	-0,0579	0,0579
5	657	0,0172	0,0792	-0,0620	0,0620
6	1.389	0,0364	0,0670	-0,0306	0,0306
7	5.142	0,1346	0,0580	0,0766	0,0766
8	3.711	0,0972	0,0512	0,0460	0,0460
9	2.198	0,0576	0,0458	0,0118	0,0118
Toplam	38.192	1,0000	1,0000		0,5229

2017/3
715

The screenshot shows the MySQL Workbench interface. The SQL editor contains a query that counts the number of transactions for each first digit (1-9) and compares it with the Benford's Law expected frequency. The results are displayed in a table below the query.

```

1 select count(tutar) as 'Birinci Basamak' from e_adisyon where tutar like '1%' union
2 select count(tutar) from e_adisyon where tutar like '2%' union
3 select count(tutar) from e_adisyon where tutar like '3%' union
4 select count(tutar) from e_adisyon where tutar like '4%' union
5 select count(tutar) from e_adisyon where tutar like '5%' union
6 select count(tutar) from e_adisyon where tutar like '6%' union
7 select count(tutar) from e_adisyon where tutar like '7%' union
8 select count(tutar) from e_adisyon where tutar like '8%' union
9 select count(tutar) from e_adisyon where tutar like '9%';

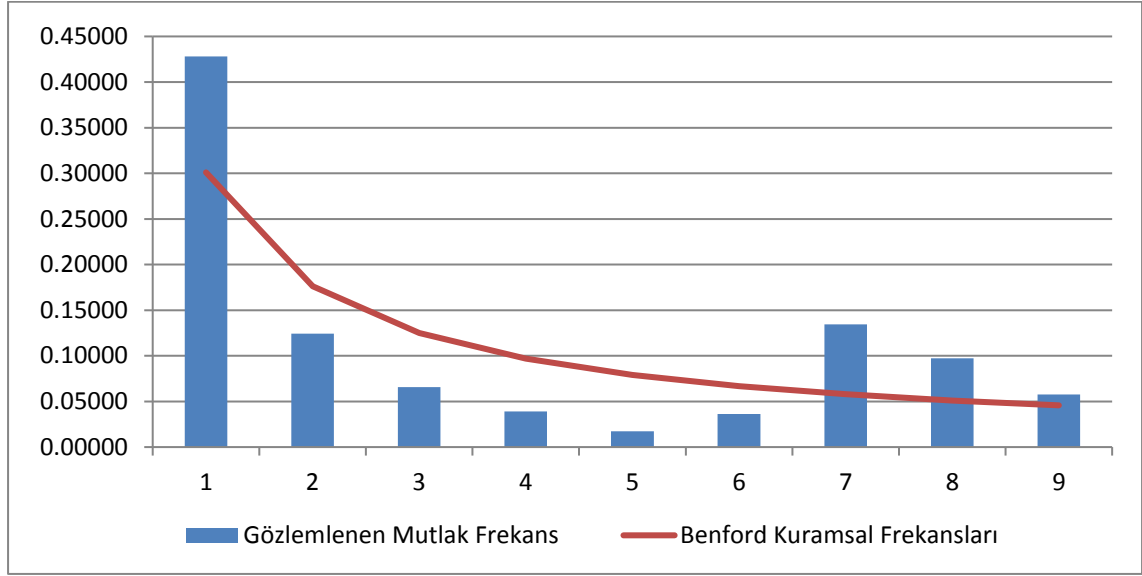
```

Birinci Basamak	Count
1	16348
2	4742
3	2514
4	1491
5	657
6	1389
7	5142
8	3711
9	2198

The output window shows the execution of the query, with each row returning 9 rows of data, indicating that the query was executed successfully for each digit.

Şekil 3. İlk Basamak Testi Sorgu Kodları

Şekil 3'te kullanılan sorgu kodları sonucu ilk basamağın dağılımı aşağıda Grafik 2'de verilmiştir. Benford Yasası'na göre beklenen oranlar çizgi grafikte gözlemlenen oranlar ise çubuk grafik ile gösterilmiştir.



Grafik 2. Birinci Basamak Gözlem Oranlarının Benford Yasası ile Karşılaştırılması

Grafik 2 ve Tablo 8'den görüleceği üzere ilk basamak testine göre 1, 7 ve 8 rakamlarının sıklık oranları yasanın oldukça üzerinde bir dağılım göstermektedir. Gözlemlenen mutlak frekanslar ile Benford Yasası olasılıkları arasındaki farkın rassal kabul edilip edilmeyeceğine istatistiksel testler uygulanarak karar verilebilir. Ortalama Mutlak Sapma testine göre, gözlemlenen oran beklenen orandan yüzde 5,8 (0,5229/9) oranında sapma göstermiştir. Ortalama mutlak sapma yönteminin belirleyici bir alt ya da üst limiti bulunmamaktadır. Diğer uyumluluk testleri, bu büyüklükteki veritabanlarında aşırı güç problemi yaşayacağından kullanılması yanlış sonuçlar elde edilmesine sebep olmaktadır.

The screenshot displays the MySQL Workbench interface. The query window contains the following SQL code:

```

1 select count(tutar) as 'ikinci Basamak' from e_adisyon where tutar like '_0%' union
2 select count(tutar) from e_adisyon where tutar like '_1%' union
3 select count(tutar) from e_adisyon where tutar like '_2%' union
4 select count(tutar) from e_adisyon where tutar like '_3%' union
5 select count(tutar) from e_adisyon where tutar like '_4%' union
6 select count(tutar) from e_adisyon where tutar like '_5%' union
7 select count(tutar) from e_adisyon where tutar like '_6%' union
8 select count(tutar) from e_adisyon where tutar like '_7%' union
9 select count(tutar) from e_adisyon where tutar like '_8%' union
10 select count(tutar) from e_adisyon where tutar like '_9%'

```

The Results window shows the following data:

ikinci Basamak
4438
4736
4465
3647
4314
4299
3195
3301
2854
2943

The Output window shows the following log entries:

Time	Action	Message	Duration / Fetch
80 11:14:57	select count(tutar) as 'ikinci Basamak' from e_adisyon where tutar like '_0%' union	select c... 10 row(s) returned	0.516 sec / 0.000 sec
81 11:15:51	select count(tutar) as 'ikinci Basamak' from e_adisyon where tutar like '_0%' union	select c... 10 row(s) returned	0.516 sec / 0.000 sec
82 11:15:53	select count(tutar) as 'ikinci Basamak' from e_adisyon where tutar like '_0%' union	select c... 10 row(s) returned	0.500 sec / 0.000 sec
83 11:15:55	select count(tutar) as 'ikinci Basamak' from e_adisyon where tutar like '_0%' union	select c... 10 row(s) returned	0.515 sec / 0.000 sec

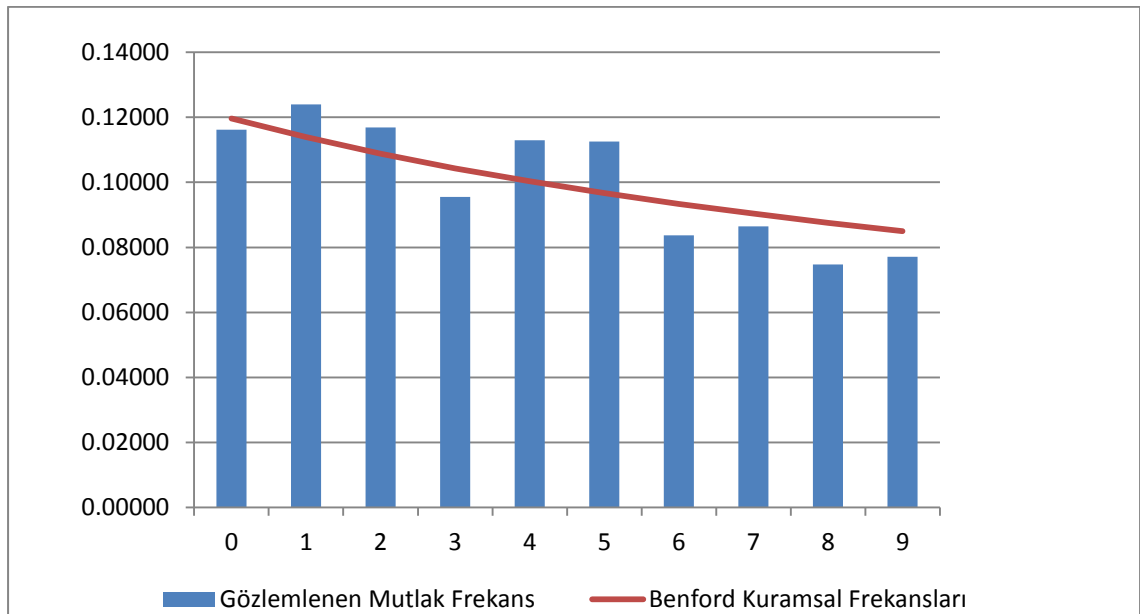
Şekil 4. İkinci Basamak Testi Sorgu Kodları

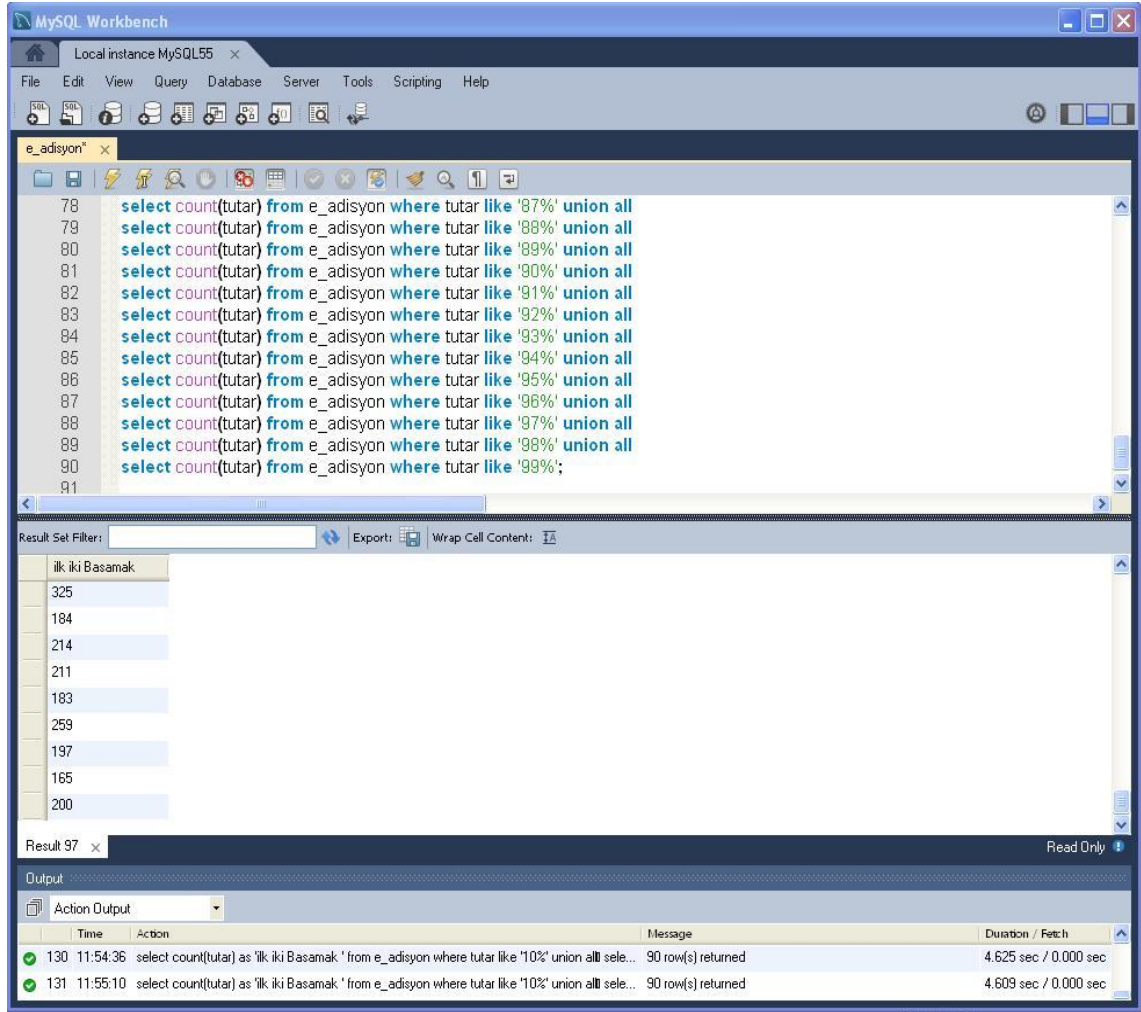
Veri tabanında ikinci basamak testi için Şekil 4’te gösterilen sorgular sonucunda elde edilen değerler ile aşağıdaki Tablo 9 oluşturulmuştur.

Tablo 9. İkinci Basamak Testi Sonuçları

İkinci Basamak	Gözlemlenen Mutlak Frekans	Oran Olarak Gözlemlenen Frekans	Benford Kuramsal Olasılığı	Fark	Mutlak Fark
0	4438	0,1162	0,1197	-0,0035	0,0035
1	4736	0,1240	0,1139	0,0101	0,0101
2	4465	0,1169	0,1088	0,0081	0,0081
3	3647	0,0955	0,1043	-0,0088	0,0088
4	4314	0,1130	0,1003	0,0126	0,0126
5	4299	0,1126	0,0967	0,0159	0,0159
6	3195	0,0837	0,0934	-0,0097	0,0097
7	3301	0,0864	0,0904	-0,0039	0,0039
8	2854	0,0747	0,0876	-0,0128	0,0128
9	2943	0,0771	0,0850	-0,0079	0,0079
Toplam	38.192	1,0000	1,0000		0,0933

İkinci rakamların dağılımında anormallik gösteren 1, 2, 4 ve 5 rakamlarıdır. Ortalama mutlak sapma testine göre, gözlemlenen oran beklenen orandan binde 9 (0,0933/10) oranında sapma göstermiştir. 38.192 adetlik bir veri kümesinde bu oran önemsenmeyecek düzeydedir. Ancak anormal derecede fazla kullanıldığı göze çarpan rakam kombinasyonlarıyla başlayan tutarların en çok risk taşıyan işlemlere ait olduğu düşünülebilir.

**Grafik 3. İkinci Basamak Gözlem Oranlarının Benford Yasası ile Karşılaştırılması**

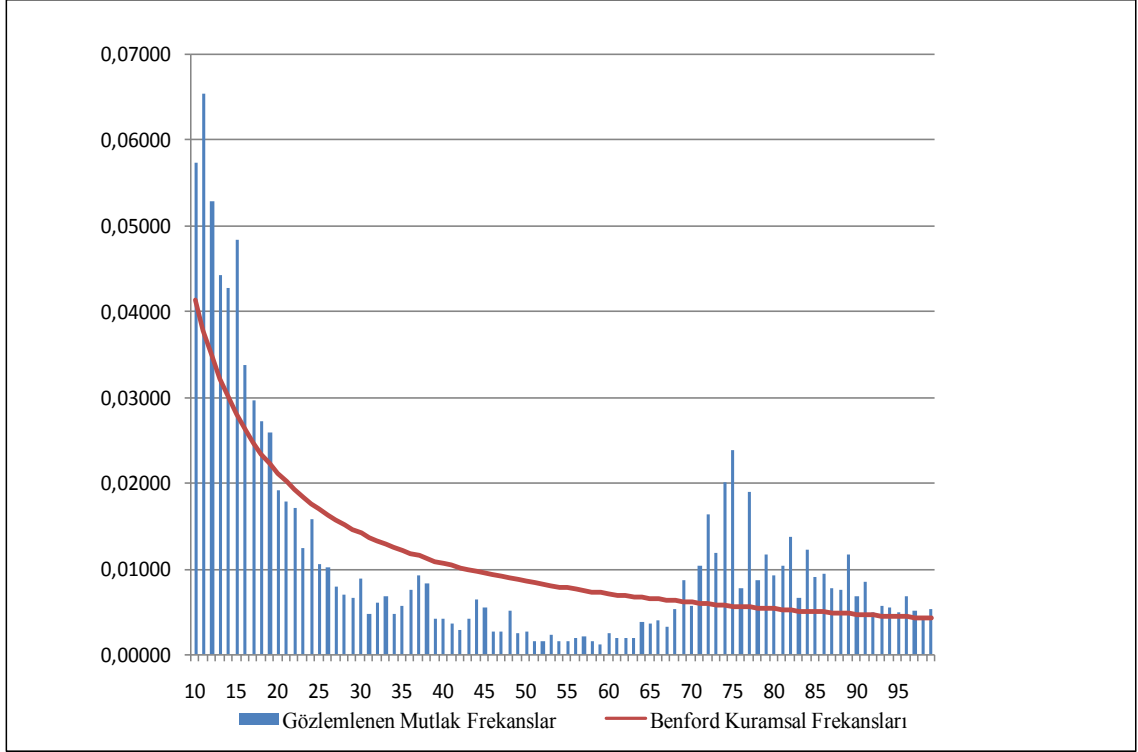


Şekil 5. İlk İki Basamak Testi Sorgu Kodları

Şekil 5'te gösterilen sorgular sonucu ilk iki basamağın dağılımı aşağıda Grafik 4'te verilmiştir. Benford Yasası'na göre beklenen oranlar çizgi grafikte gözlemlenen oranlar ise çubuk grafik ile gösterilmiştir.

İlk basamak testi sonuçlarında dağılımdan en fazla farklılık gösteren 1, 7 ve 8 rakamları ve ikinci basamak testi sonucunda tespit edilen 1, 2, 4 ve 5 rakamları olmuştur. Grafik 4'te yer alan oranlar incelendiğinde bazı rakam çiftlerinin Benford Yasası'na göre anormal sayılacak düzeyde fazla sayıda kullanıldığı göze çarpmaktadır. En çok sapma gösteren rakam çiftleri 11, 12, 14, 15, 74 ve 75 olarak tespit edilmiştir. İlk iki basamak testi OMS ye göre binde 5 oranında sapma

göstermiştir. Sahip olduğumuz veri tabanında veri sayısı 10.000 adet verinin üzerinde olduğundan diğer uygunluk testleri aşırı güç problemi yaşamasından dolayı uygulanması mümkün olmamıştır.



Grafik 4. İlk İki Basamak Grafiği

Veritabanı üzerinde yapılan analiz, üst sınır, alt sınır ve beklenen değerlerin veritabanı üzerindeki sonuçlarını kapsamaktadır. Grafik 4'te görülen ilk iki basamak test raporunda, sapma oranı ilk basamak ve ikinci basamak testine göre daha düşük seviyede bulunmaktadır. Binde 5'lik bir sapma oranı gözlem verilerinin Benford Yasası'na uyumluluğunun kabul edilebilir düzeyde olduğunu göstermekte olsa da denetçinin veritabanında büyük bir hilenin meydana gelmediğini yorumlayabilmesi için, tecrübe ve denetim yetenekleri doğrultusunda, sapmaların yüksek olduğu rakam gruplarının şüphe uyandıran bölümlerini denetim hedefi olarak belirlemesi yerinde olur.

9.3. İkinci Uygulama

Veri tabanının bütününe yapılan sayısal analiz testleri sonucunda dağılımdan farklılık gösteren rakamların tespit edilmesi üzerine incelemenin derinleştirilmesine karar verilmiştir. Firmanın satışları %60 oranında kredi kartı ile gerçekleşmektedir. Denetim çalışmalarında kredi kartı ile yapılan satışlar ile bankalardan alınan dökümler arasında mutabakat sağlandığından hile yapılma ihtimali çok düşük olan kredi kartı ile satışı yapılan 23.944 adetlik adisyonlar veri olarak alınmış ve testte tabi tutulmuştur.

2017/3
721

The screenshot shows the MySQL Workbench interface with the following SQL queries in the editor:

```

1 • SELECT * FROM e_adisyon;
2 • SET SQL_SAFE_UPDATES=0;
3 • DELETE FROM e_adisyon WHERE kredi_karti<10;
4 • SELECT SUM(kredi_karti) FROM e_adisyon union
5 • SELECT count(kredi_karti) FROM e_adisyon;
6
7

```

The results pane shows the output of the queries:

SUM(kredi_karti)
3743167.25
23927

The Output pane shows the execution log:

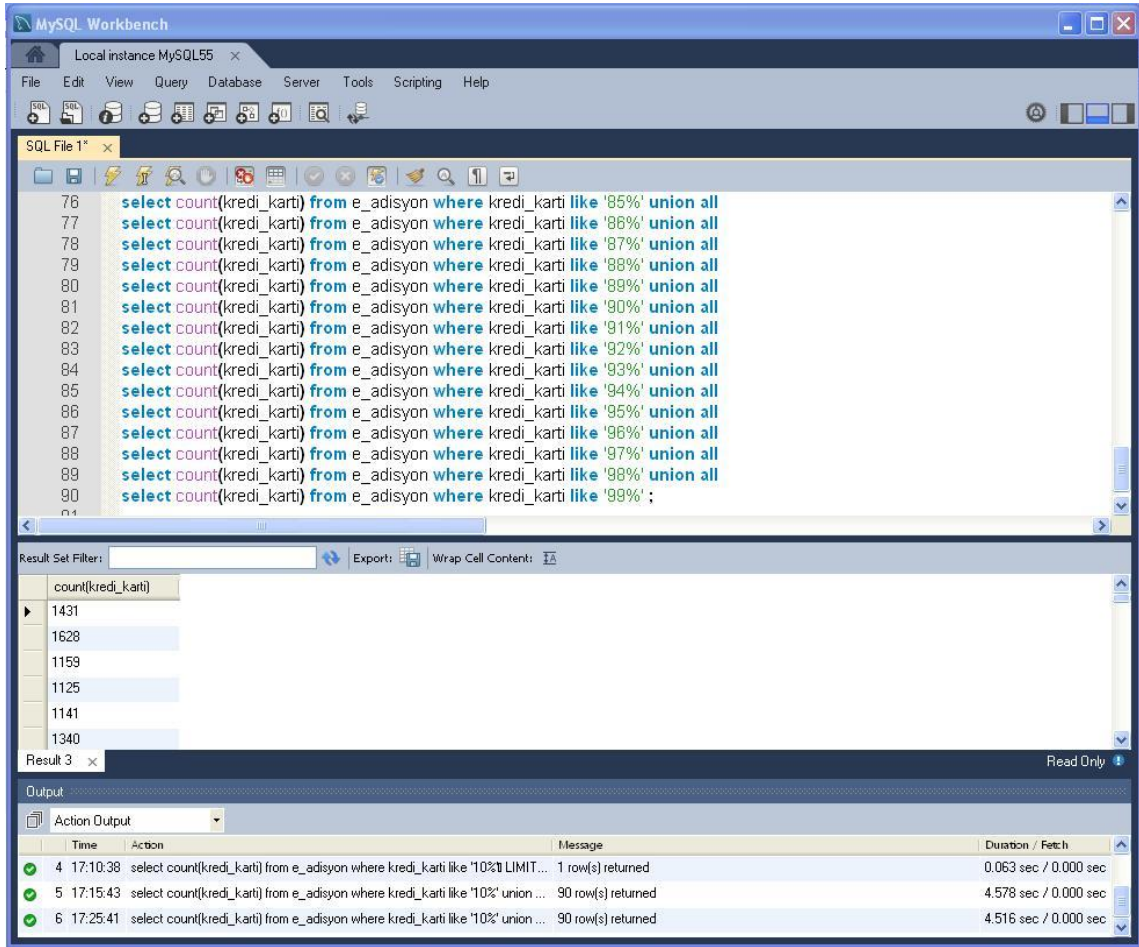
Time	Action	Message	Duration / Fetch
15 11:46:46	DELETE FROM e_adisyon WHERE kredi_karti<10	14762 row(s) affected	0.203 sec
16 11:47:18	SELECT * FROM e_adisyon LIMIT 0, 40000	23927 row(s) returned	0.000 sec / 0.093 sec
17 11:47:19	SET SQL_SAFE_UPDATES=0	0 row(s) affected	0.000 sec
18 11:47:19	DELETE FROM e_adisyon WHERE kredi_karti<10	0 row(s) affected	0.047 sec
19 11:47:19	SELECT SUM(kredi_karti) FROM e_adisyon union SELECT count(kredi...	2 row(s) returned	0.047 sec / 0.000 sec

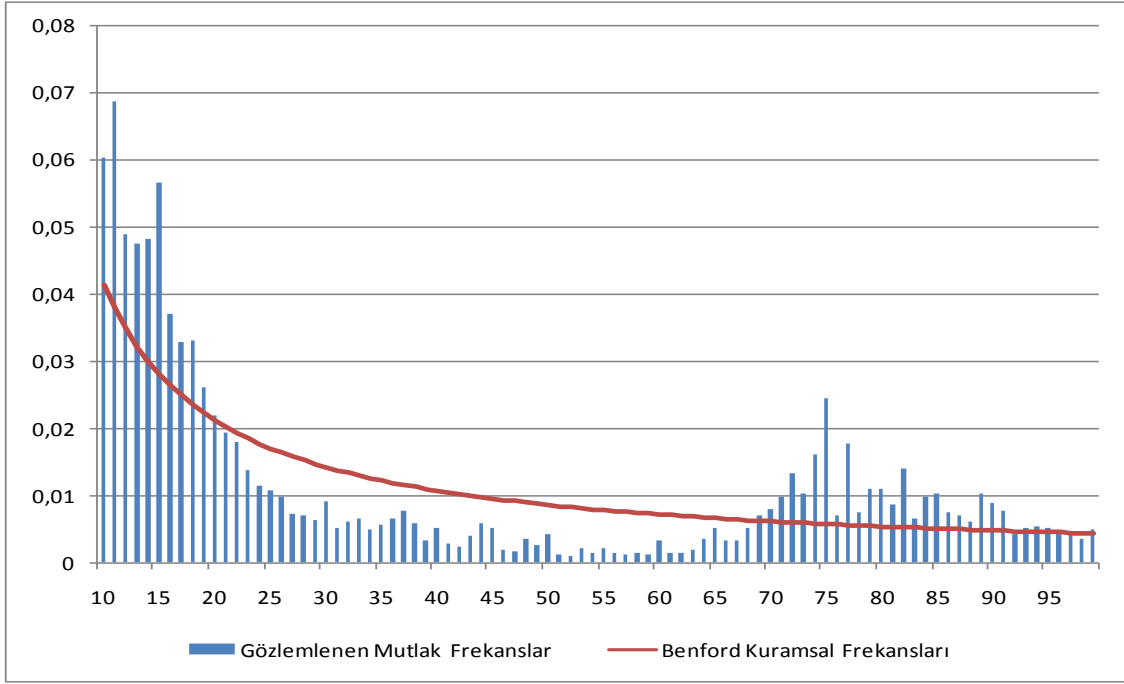
Şekil 6. Testi Yapılacak Veri Tabanının Hazırlanması

Tablo 10. Kredi Kartı ile Yapılan Satışlar Veri Tabanının Katmanlaştırılması

Gruplar	Veri Sayısı	Toplamı	Oran
0-10 TL arası	17	126,00	0,07%
10-100 TL arası	8.597	627.477,25	35,90%
100-1000 TL arası	15.204	2.868.730,00	63,50%
1000 TL ve üzeri	126	246.960,00	0,53%
Toplam	23.944	3.743.293,25	100,00%

0-10 TL arası toplamda 126 TL olan 17 adet veri test kümesinden çıkarılmıştır. Sayısal Analiz testleri toplamda 3.743.167,25 TL'lik 23.927 adet veri üzerinden yapılacaktır.

**Şekil 7. Kredi Kartlı Satışların İlk İki Basamak Sorgu Kodları**



Grafik 5. Kredi Kartlı Satışların İlk İki Basamak Testi Sonuçları

23.927 adetlik kredi kartı ile satışı yapılan adisyonların oluşturduğu veri tabanı için Şekil 7'de gösterilen sorgu kodları kullanılarak ilk iki basamak testi yapılmış ve Grafik 5 oluşturulmuştur. İlk iki basamak testi sonuçları için ortalama mutlak sapma testi sonucu onbinde 6 oranında sapma tespit edilmiştir.

10. BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

İşletmede e-adisyon sistemi üzerinden alınan bir yıllık veri üzerinde yapılan sayısal analiz testleri ile, ilk basamak testi sonucunda 1, 7 ve 8 rakamlarının, ikinci basamak testi sonucunda ise 1, 2, 4 ve 5 rakamlarının beklenen Benford dağılımından sapma gösterdiği tespit edilmiştir. Daha detaylı bir test olan ilk iki basamak testi sonucunda, 11, 12, 14, 15, 74 ve 75 rakam çiftlerinin sıklık oranlarının yasanın oldukça üzerinde bir dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Bunun üzerine inceleme derinleştirilmiş, satışların dağılımı analiz edilmiş ve satışların yüzde 60'lık kısmının kredi kartı ile gerçekleştirildiği tespit edilmiştir. Firmanın muhasebe kayıtlarındaki hazır değerler hesabı banka dökümleri ile karşılaştırılmış ve bir uyumsuzluk tespit edilmemiş dolayısı ile kredi kartı ile yapılan satış verilerinin doğruluğu kabul edilmiştir. İkinci uygulamada, kredi kartı ile yapılan satışlar veri olarak alınarak teste tabi tutulmuş, ilk iki

basamak testi sonucunda tespit edilen sapmaların ana testin ilk iki basamak test sonucuna benzer karakteristik yapıda olduğu görülmüştür.

Tüm yıl boyunca hizmet verilen müşteri sayısı 164.785 kişidir. Kişi sayısının adisyon sayısına oranı ile (164.785/38.689) adisyon başına ortalama 4 kişiye hizmet verildiği ve toplam satışın kişi sayısına bölünmesi ile de (6.179.317,75/164.785) kişi başı ortalama satış 37,49 TL olarak hesaplanmıştır. Adisyonlar incelendiğinde genelde 2,3ve 4 kişi ağırlıklı olarak adisyon başı hizmet verildiği bu nedenle adisyonlardan 75 TL (2 kişi) , 112,5 TL(3 kişi) ve 150 TL (4 kişi) hesap tutarlarının ağırlıklı olması ilk iki basamak testindeki 11,15 ve 75 rakamlarının dağılımdan sapmasını açıklamaktadır.

11. SONUÇ

Benford Yasası temelli sayısal analiz tekniğinin amacı, veriler arasında doğal kabul edilmeyecek sapmaları bulup ortaya çıkarmaktır. Benford Yasası kullanılarak yapılan sayısal analizler, ortaya çıkartıcı özelliklerinden dolayı, hile olasılığını belirlemede zaman ve maliyet avantajı sağlayan faydalı bir araç olabilmektedir. Benford Yasası'nın yardımı ile yapay olarak oluşturulan sayı serileri bulunabilmektedir. Sorgulanabilir finansal araçlar oluşturarak ya da müşteri cari hesapları kullanılarak yapılan normal olmayan satışlar, satın almalar, muhasebe verilerine hayali olarak yapılan girişler gibi işletme verilerinin içinde fark edilmesi güç olan suiistimaller bu hile bulma sistemi sayesinde bulunabilir. Ancak Benford Yasası tek başına bir denetim aracı olarak kullanılmaktan çok hile içerme ihtimali olan kalemleri ve işlemleri ortaya koyarak denetçiyi doğru noktalara yönlendiren bir tekniktir. Benford Yasası; denetimin özellikle planlama aşamasında denetlenecek işlemlerle ilgili denetçiye yol gösterir. Denetçinin Benford Yasası yöntemini kullanmaya karar vermesi tüm verilerin analizinde bu yöntemi kullanılacağı anlamına gelmemelidir. Günümüzde verilerin elektronik ortamda saklanması sonucunu doğuran e-fatura ve e-defter gibi uygulamaların yaygınlaşması ile elektronik ortamda saklanan veri sayısının fazlalığı incelemelerin karmaşık bir yapıya dönüşmesine ve çok sayıda hesaplamanın yapılmasına sebep olmaktadır. Dolayısıyla işlemlerin tamamının denetlenebilmesi için bilgisayar yazılımlarının kullanılması zorunlu hale gelmiştir. Denetimde bilgisayarların kullanılması denetçinin, mesleki bilgi ve tecrübesinin yanı sıra bilgi sistemleri ile ilgili temel bilgi sahibi olması zorunluluğunu da doğurmuştur. Denetçilerin sürekli değişen bilgi

teknolojileri konusunda yeterli bilgi ve tecrübeye sahip olmaları ve sürecin zorunlu hale getirdiği teknik kapasiteyi edinmeleri gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Akkaş, M. E. 2007. “Denetimde Benford Kanunu’nun Uygulanması”, Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 9.
- Auditing Standards Board 1996. “Ethics Interpretations”, SAS No:82, <http://www.aicpa.org/research/standards/auditattest/downloadabledocuments/au-00316.pdf> , (Erişim Tarihi: 20.05.2017).
- Bircan, H, Karagöz Y. ve Kasapoğlu Y, 2003. “Ki-Kare Ve Kolmogorov Smirnov Uygunluk Testlerinin Simülasyon İle Elde Edilen Veriler Üzerinde Karşılaştırılması” Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 1.
- Browne, M. W. 1998. ‘Following Benford’s Law, or Looking out for No.1’, New York Times, <http://www.nytimes.com/1998/08/04/science/following-benford-s-law-or-looking-out-for-no-1.html> (Erişim Tarihi: 23.11.2016).
- Durtschi C., W. Hillson ve C. Pacini. 2004. “The Effective Use of Benford's Law to Assist in Detecting Fraud in Accounting Data”, Journal of Forensic Accounting, 5.
- Erdoğan M., C. Elitaş, M. Erkan, O. Aydemir. 2014. Muhasebe Hilelerinin Denetiminde Benford Yasası, Gazi Kitabevi, Ankara.
- Gagliardi, C. 2014. “The Reality of Fraud Risk.”, The CPA Journal, 4 (11).
- Gönen, S. ve Rasgen, M. 2016. “Hile Denetiminde Benford Yasası: Borsa İstanbul Örneği” Yalova Üniversitesi Uluslararası Ticaret, Finans ve Lojistik Dergisi, 1.
- Hickman, M. J. ve S. K. Rice. 2010. “Digital Analysis of Crime Statistics: Does Crime Conform to Benford's Law?”, Journal of Quantitative Criminology, 26.
- Hill, T. 1996. ‘A Statistical Derivation of the Significant-Digit Law’, Statistical Science, 10.
- Kocameşe, M. ve F.C. Güçlü. 2010. ‘Muhasebe Hilelerinin Ortaya Çıkarılmasında Benford Kanunu ve Rakamsal Analiz Yönetiminin Kullanımı’, İç Denetim Dergisi, 26.
- MHUD 2004. Denetim ilke ve Esasları, Maliye Hesap Uzmanları Derneği Yayını, 3.Baskı, Acar Matbaası, İstanbul.
- Nigrini, M. J. 1996. “A Taxpayer Compliance Application of Benford's Law”, The Journal of the American Taxation Association, 18.
- Nigrini, M. J. 2012. Benford’s Law, John Wiley&Sons Inc, New Jersey.
- Pearson, T. A. ve T. W. Singleton. 2008. “Fraud and Forensic Accounting in the Digital Environment”, Issues in Accounting Education, 23 (4).
- Pehlivanlı, D. 2011. Hile Denetimi Metodoloji ve Raporlama, Vaka İncelemeleri, Beta Yayıncılık, İstanbul.

- Pinkham, R. 1961. “ On the Distribution of the First Significant Digits”, *Annals of Mathematical Statistic*, 32.
- Türkyener, C. M. 2007. “Benford Yasası ve Mali Denetimde Kullanımı”, *Sayıştay Dergisi*, 64.
- Weisstein, E., W. 2006. "Benford's Law",<http://mathworld.wolfram.com/BenfordsLaw.html> (Erişim Tarihi: 10.12.2016).
- Wojcik, M. R. 2013. Noted on Scale-Invariance and Base-Invariance For Benford's Law,<https://arxiv.org/pdf/1307.3620.pdf> , (Erişim Tarihi: 06.02.2017).
- Yanık, R ve T.H. Samancı. 2013. “ Benford Kanunu ve Muhasebe Verilerinde Uygulanmasına Ait Kamu Sektöründe Bir Uygulama” Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 17.
- Yenice, S. ve T. Dölen, 2013. “İMKB'de İşlem Gören Firmaların Kurumsal Yönetim İlkelerine Uyumunun Firma Değeri Üzerindeki Etkisi”, *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 9.