El Tipi Faturalandırma Bilgisayarları için Hatalı Giriş Önleme Yazılımı Algoritması

R. Haluk KUL
Beykent Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, İstanbul
hkul@beykent.edu.tr

Özet: Bilgisayar destekli faturalandırma ile yerinde sayaç okuma ve faturalandırma işlemlerinin yapıldığı avuçiçi bilgisayarlarda nadiren de olsa sayaç okuma ve veri girişi sürecinde personel hata yapabilmektedir. Eğer sayaç değeri okunan abonenin genel kullanım tarzı konusundaki önceden edinilen istatistiksel veriler kullanılırsa belli bir güvenirlik aralığında olması gereken harcama miktarı tahmin edilebilir. Faturalandırma personelinin yanlış okuma veya basamakların yerini değiştirme gibi yapılabilecek hatalar algılanıp uyarı sinyali gönderilebilir. Bu çalışmada uyarı sistemi için abonenin mevcut ortalama aylık tüketim değerleri ve bu değerlerin standart sapma değerine göre 1 Sigma (%65)ve 2 Sigma(%95) aralığında tüketim değerleri sorgulanmış ve buna göre güvenirlik aralığı dışında kalan değer girildiğinde uyarı sinyali veren bir algoritma önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hata Uyarı Sistemi,Sayaç Okuma Hataları, Ortalama, Standart Sapma, Normal Dağılım

It is seldomly possible to have reading and writing errors for the staff performing the in site counter reading and billing by the Personal Digital Assistance Computer systems. If some statistical information about the consumer is used it is possible to forecast the conmsumption amount with a reliability range. By this way it is possible to recognize false reading or decimal change errors that made by the counter readers and a warning signal can be sent.

In this study, different type of consumers' consumptions are analyzed and these consumption values are compared with a range of 1 Sigma (%68) and 2 Sigma (%95). If the input data about consumption amount is out of the range, the alghoritm proposed creates a warning signal to the staff.

Keywords: Error Warning Systems, Counter Reading Errors, Average, Standard Deviation, Normal Distribution

Academic Informatics Congress Instruction For Authors

The abstract should contain the essence of the paper. It should not exceed 250 words. Up to five and at least three keywords should be provided for information retrieval purposes.

Keywords: Warning Systems, ,Counter Reading Errors, Average, Standard Deviation, Normal Distribution

1. Giriş

Günlük yaşantımızda ister evimizde, isterse üretim yaptığımız birimlerde elektrik , su, doğalgaz gibi ürünleri kullanmaktayız. Tüketilen ürün miktarını belirlemek için kullanılan sayaçlar da belirli zaman aralıklarında dağıtım kuruluşuna ait görevliler tarafından okunmakta ve iki okuma işlemi arasında harcanan miktara göre faturalandırma işlemi sayaç mekanında gerçekleştirilmektedir [1].

Sayaç okuma ile ilgili görevlendirilen personel gün içinde yoğun bir çalışma temposu içinde çalışmakta ve insan doğasının içinde bulunan miktarlarda hatalı okuma veya hatalı giriş yapma gibi durumlarla karşı karşıya kalmaktadır. Bu gibi hatalı faturalandırma işlemlerinde ise çoğunlukla faturalandırılmış fazla miktar aboneden tahsil edilmekte, daha sonraki tahsilat dönemlerinde ödeme emri oluşturulmayarak hata telafi edilmektedir.

Tahsilatı yapılan ürünlere ait abonelerin tüketim rejimleri konusunda aslında çeşitli tahmin ve hatalı girişleri önleme usülleri geliştirilebilir. Bunlardan bir tanesi Zaman Serisi Analizi olabileceği gibi bir tanesi de tüketim miktarının normal dağılım gösterdiği varsayımı ile Ortalama ve Standart sapma değerlerini kullanarak belirli güvenirlik aralığında tahminlerde bulunmak ve bu güvenlik aralığı dışında kalan değerler için uyarı sinyali vermek ve görevliyi yeniden okuma ve veri girişi yapmaya yönlendirmek şeklinde olabilir.

Bu çalışmada İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ne ait Şebeke Suyu harcamalarının Ev, İşyeri, Hastane, Fabrika ve imalathane sınıflandırmalarına göre çözümlemesi yapılmış ve Normal Dağılım çerçevesinde güvenirlik Aralığı yaklaşımının tutarlılığı sorgulanmıştır. Sorgulamanın doğruluğu ölçüsünde de hatalı veri okuma / girişlerini önleyecek bir algoritma geliştirilmiştir.

2. Model

Doğada değişkenlik içeren ve olasılık kuramı içinde incelenebilen bir çok olguda Normal Dağılım'ın geçerli olduğu gözlenmektedir.

Normal dağılım, sürekli bir fonksiyon için tanımlanmış olsa da sonlu sayıda tekrar eden ölçümler için de kullanılabilir bazı özelliklere sahiptir. Normal dağılımı tanımlamadan önce kısaca ortalama ve standart sapma ifadelerinin verilmesi gerekmektedir. Ölçüm sayısı *n* olan bir olguda i'ninci ölçülen değer x_i olmak üzere $\bar{x}$ Ortalama'yı ve s Standart Sapma'yı belirtmektedir. Ortalama ve standart sapma ifadesi aşağıda sunulmaktadır [2].

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x}{n} \qquad (1)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \qquad (2)$$

Normal dağılım gösteren bir fonksiyonda ortalama, ortanca ve mod değerleri aynı olmaktadır. Standart sapma ne kadar küçük ise ölçülen değerlerin ortalama civarına yakın olduğu anlaşılmaktadır.

İdeal normal dağılım gösteren fonksiyonlar için ortalamanın solunda ve sağındaki standart sapma değerleri arasında oluşan değerlerin toplam değerlere oranı kesin olarak bilinebilmektedir [3]. Bu konudaki oranlar Tablo 1'de sunulmaktadır. Bazı endüstri içinde uygulamalarda 6 Sigma (s) düzenlemeleri ile sıfır hatayı amaçlayan uygulamalarda milyonda 2 hataya izin veren üretim süreçleri gerçekleştirilmiştir [4].

s	**Olasılık (%)**
1	68.27
2	95.45
3	99.73
4	99.9937
5	99.999943
6	99.9999998

Tablo 1. Standart Sapmaya Göre Değer Kümesi içinde Olma Olasılık Değerleri [3]

Çalışmanın konusu olan sayaç okuma sürecinde ele alınan tüketicilerin tüketim miktarlarının öncelikle normal dağılım varsayımına uyumluluğu incelenecektir. Eğer normal dağılım varsayımına uygunluk tespit edilirse

veri girişinin belirli bir güvenirlik sınırında tahmin edilen değer aralığı içinde olmaması durumunda veri okuma ve faturalama işlemini yapan personel için doğrulama yapılmasını öneren bir uyarı sinyalinin etkinleştirilmesi sağlanacaktır.

Çalışma için incelemek üzere İstanbul Büyükşehir belediyesi'ne ait dağıtım sorumluluğunda olan şebeke suyu harcama miktarları

- ev
- işyeri
- fabrika
- imalathane
- hastane

şeklinde sınıflandırılmış yaklaşık 20'şer örnek kullanıcı için 15 ila 40 periyotluk bir aralıkta çözümlenmiştir [5].

Çözümleme sırasında sırası ile her kullanıcı için

- ortalama ($\bar{x}$)
- standart sapma (s)
- minimum değer (x_{min})
- maksimum değer (x_{maks})
- $1s$ alt sınırı ($\bar{x} - s$)
- $1s$ üst sınırı ($\bar{x} + s$)
- $2s$ alt sınırı ($\bar{x} - 2s$)
- $2s$ üst sınırı ($\bar{x} + 2s$)
- Menzil tutarlılığı ($x_{maks} - x_{min}/s$)
- Dağılım tutarlılığı ($s / \bar{x}$)

değerleri oluşturulmuştur.

Daha sonrasında da $1s$ aralığı

$$\bar{x} - 1s < x < \bar{x} + 1s \qquad (3)$$

ve $2s$ aralığı da

$$\bar{x} - 2s < x < \bar{x} + 2s \qquad (4)$$

şeklinde tanımlanmıştır.

Ardından her ölçüm değerinin aralıkların içinde olup olmadığı sorgulanmıştır Toplam ölçüm

içinde aralıkta olan ölçüm sayısının oranı $1s$

aralığı için %68 civarında $2s$ aralığı için ise %95 civarında olması beklenmektedir. Sorgulama bir hesaplama tablosu için

$$=\text{EĞER}(x_i < \bar{x} - s\ ;"";\text{EĞER}(x_i > \bar{x} + s\ ;"";1)) \qquad (5)$$

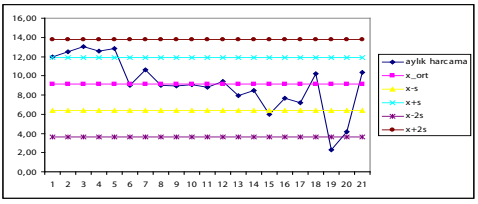
tarzında bir komut ile gerçekleştirilebilir.

3. Çözümleme Sonuçları

1.1 Ev Kullanıcıları

Çözümleme için öncelikli olarak ev kullanıcılarının durumu 19 ayrı abone için incelenmiştir. İncelemede en az 15 en fazla 21 periyot için abonelerin durumu ele alınmıştır. Şekil 1'de örnek bir ev kullanıcısının zamana göre tüketim miktarı görülmektedir. Aynı grafikte

ayrıca ortalama ve $1s$ ve $2s$ için değer aralıkları da gösterilmektedir..



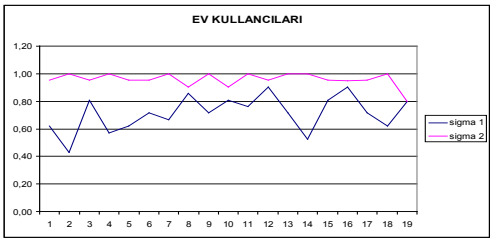
Şekil 1. *Bir ev kullanıcısı için kullanım grafiği ve değer aralıkları ($1s$ için %62, $2s$ için %95 doğruluk)*

İncelenen 19 abone için 1S ve 2S değer aralığı (menzil) içinde bulunma yüzdeleri ise Tablo 2'de sunulmaktadır.

Sıra	sigma 1	sigma 2
1	0,62	0,95
2	0,43	1,00
3	0,81	0,95
4	0,57	1,00
5	0,62	0,95
6	0,71	0,95
7	0,67	1,00
8	0,86	0,90
9	0,71	1,00
10	0,81	0,90
11	0,76	1,00
12	0,90	0,95
13	0,71	1,00
14	0,52	1,00
15	0,81	0,95
16	0,90	0,95
17	0,71	0,95
18	0,62	1,00
19	0,80	0,80

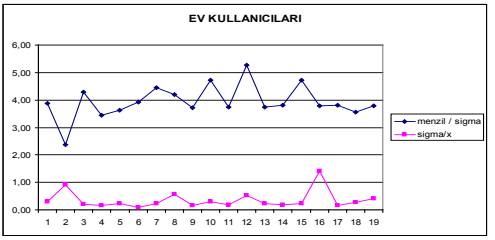
Tablo 2. Ev Kullanıcıları için 1S ve 2S değer aralığı içinde bulunma yüzdeleri

Tablo 2'de sunulan verile Şekil 2'de grafik olarak verilmektedir.



Şekil 2. *Ev Kullanıcıları için 1S ve 2S değer aralığı içinde bulunma yüzdeleri*

Ev kullanıcılarının tüketimlerinin dağılımında anormallik olup olmadığı konusunda incelenebilecek diğer parametreler ise Menzil tutarlılığı ($x_{maks} - x_{min}$/S , ve Dağılım Tutarlılığı (S /$\bar{x}$) olarak saptanmıştır. Şekil 3, incelenen ev kullanıcıları için bu değerlerin değişimlerini göstermektedir.

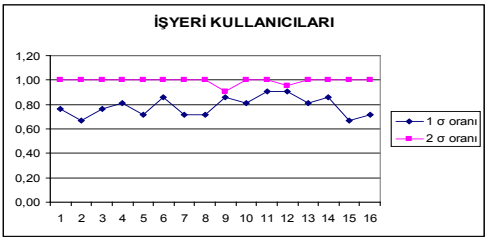


Şekil 3. *Ev Kullanıcıları için Menzil Tutarlılığı ($x_{maks} - x_{min}$/S ve Dağılım Tutarlılığı (S /$\bar{x}$) değerleri*

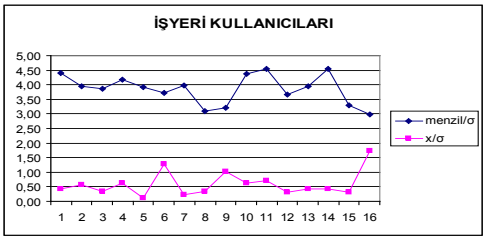
Şekil 2 ve Şekil 3 incelendiğinde tüketim miktarlarının normal dağılıma genel olarak uyduğu, ancak menzil tutarlığının 4.0 – 5.0 aralığı dışına çıkınca küçük sapmalar meydana getirdiği, aynı sapmaların Dağılım tutarlılığı için büyük değerlere ulaştıkça yeniden ortaya çıktığı gözlenmiştir.

1.2 İşyerleri

İşyerleri için yapılan çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Şekil 4'te dağılımların değer aralıklarındaki yüzdeleri, Şekil 5'te da Menzil tutarlılığı ($x_{maks} - x_{min}$/S), ve Dağılım Tutarlılığı (S /$\bar{x}$) değerleri gösterilmektedir.



Şekil 4. *İşyeri Kullanıcıları için 1S ve 2S değer aralığı içinde bulunma yüzdeleri*



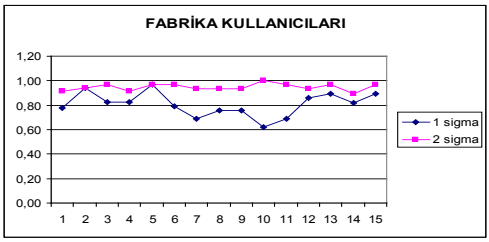
Şekil 5. *İşyeri Kullanıcıları için Menzil Tutarlılığı* ($x_{maks} - x_{min}/\sigma$ *ve Dağılım Tutarlılığı* ($\sigma / \bar{x}$) *değerleri*

İşyerlerinde de ev kullanıcılarına benzer özellikte bir tüketim olduğu gözlenmektedir.

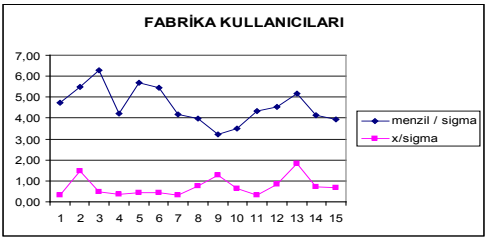
1.3 Fabrikalar

Fabrikalar bu araştırmada vardiyalı çalışmanın getirdiği süreklilik nedeniyle ev ve işyerlerinden faklı sonuçların beklendiği bir kullanıcı sınıfı olarak ele alınmıştır. Analiz sonuçlarına bakıldığında gerçekten de tüketimdeki sürekliliğin Menzil Tutarlılığı'nı ve Dağılım Tutarlılığını artırdığı sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Şekil 6'da dağılımların değer aralıklarındaki yüzdeleri, Şekil 7'de de Menzil tutarlılığı ($x_{maks} - x_{min}/\sigma$), ve Dağılım Tutarlılığı ($\sigma / \bar{x}$) değerleri gösterilmektedir.



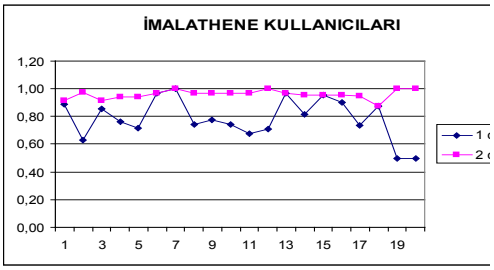
Şekil 6. *Fabrika Kullanıcıları için* 1σ *ve* 2σ *değer aralığı içinde bulunma yüzdeleri*



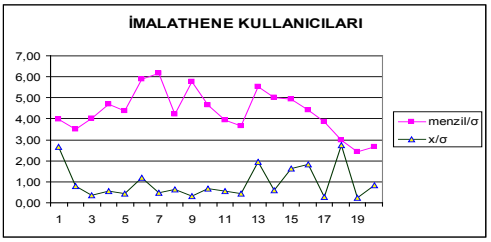
Şekil 7. *Fabrika Kullanıcıları için Menzil Tutarlılığı* ($x_{maks} - x_{min}/\sigma$ *ve Dağılım Tutarlılığı* ($\sigma / \bar{x}$) *değerleri*

1.4 İmalathaneler

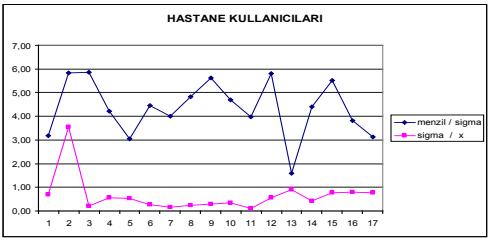
İmalathanelerde üretimin ve dolayısı ile ürüt tüketiminin çok olmaması nedeniyle ev kullanıcılar kadar olmasa da Menzil Tutarlılığı'nda ve Dağılım Tutarlılığı'nda bir düzensizlik ortaya çıkmıştır. Ancak yine de incelenen 19 kullanıcıdan 17'sinde kuram'a uygun yüzdeler elde edilmiştir. Sapma görülen 18. ve 19. kullanıcılarda gerçekten Menzil Tutarlılığı ve Dağılım Tutarlılığı sorunları olduğu göze çarpmıştır. İmalathaneler için Değer Aralığında Bulunma Yüzdeleri Şekil 8'de, Menzil Tutarlılığı ve Dağılım Tutarlılığı Değerleri de Şekil 9'da sunulmaktadır.



Şekil 8. *İmalathane Kullanıcıları için* 1σ *ve* 2σ *değer aralığı içinde bulunma yüzdeleri*



Şekil 9. *İmalathane Kullanıcıları için Menzil Tutarlılığı ($x_{maks} - x_{min}/S$ ve Dağılım Tutarlılığı ($S/\bar{x}$) değerleri*

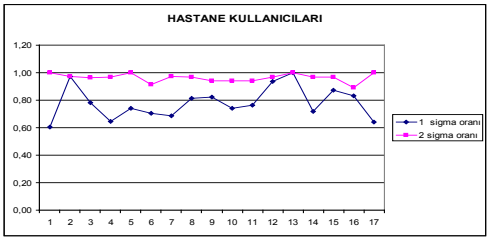


Şekil 11. *Hastane Kullanıcıları için için Menzil Tutarlılığı ($x_{maks} - x_{min}/S$ ve Dağılım Tutarlılığı ($S/\bar{x}$) değerleri*

1.5 Hastaneler

Hastane kullanıcıları'nda tüketim miktarları fabrika kullanıcıları ile aynı büyüklük mertebesine ulaşabilmektedir. Bu benzerlik kendini Menzil Tutarlılığı ve Dağılım Tutarlılığı'nda da kendini göstermektedir.

Hastane kullanıcıları için de normal dağılım varsayımının geçerliliği Şekil 10'da gözlenmektedir. Hastaneler için Menzil Tutarlılığı ve Dağılım Tutarlılığı Değerleri de Şekil 11'de sunulmaktadır.



Şekil 10. *Hastane Kullanıcıları için $1S$ ve $2S$ değer aralığı içinde bulunma yüzdeleri*

3.6 Kullanıcı Türlerine Göre Yaklaşımlar

Önerilen algoritmanın kullanıcıların tüketim rejimini tahmin etme konusunda başlangıç için yeterli olabileceği düşünülmektedir. Ancak, yazlık evlerdeki kullanım ve şimdiden öngörülmemiş durumların da göz önüne alınması için Menzil Tutarlılığı ve Dağılım Tutarlılığı parametrelerini de göz önüne alan, hatta zaman serisine göre mevsimsel veya dönemsel (Ramazan ayı gibi) durumları da inceleyen bir model geliştirilebilir. Ayrıca kuruluşlar kendi kullanıcılarının özelliklerine göre standart sapma düzeylerini 1 ve 2 dışında bir başka sayı ile düzenleyebilirler. Algoritmada bu sayı *k* ile simgelenmiştir. Başlangıç için *k=2* alınması önerilmektedir.

4. Algoritma

Algoritma veritabanın bulunduğu bilgisayarda ve faturalamanın yapıldığı bilgisayarda olmak üzere iki ayrı modülden oluşmaktadır.

Modül 1.

Veritabanı kısmında her kullanıcıya ilişkin

- ortalama ($\bar{x}$)
- standart sapma (s)
- minimum değer (x_{min})
- maksimum değer (x_{maks})
- alt sınırı ($\bar{x} - ks$)
- üst sınırı ($\bar{x} + ks$)
- Menzil tutarlılığı ($x_{maks} - x_{min}/s$
- Dağılım tutarlılığı ($s / \bar{x}$)

değerleri hesaplanır.

Modül 2.

Sayaç okuma ve faturalama yapılan aygıtta oluşturulmuş bir politika çerçevesinde saptanan standart sapma değeri s 'ya göre her kullancılar için hesaplanan alt sınır x_{min} ve üst sınır x_{max} değeri faturalama döneminde güncellenerek yüklenir.

Tüketim miktarı x olmak üzere

$x < x_{\min}$ veya $x > x_{\max}$ durumunda aygıt yeniden okuma ve veri girişi konusunda personeli uyarır.

5. Sonuç ve Öneriler

Büyükşehirlerdeki şebeke suyu tüketim miktarlarının çeşitli kullanıcı türleri için normal dağılıma uyduğu gözlenmiştir. Normal dağılıma uyum için Menzil Tutarlılığı ve Dağılım Tutarlılığı aralıklarına göre daha ayrıntılı bir araştırma yapılmasının uygun olduğu gözlenmiştir.

Hatalı faturalamanın önüne geçmek için faturalama aygıtlarında belirtilen algoritmaya uygun bir yazılım tadilatı ile bu tür hataların önüne geçilebileceği düşünülmektedir.

Teşekkür

Yazar, araştırmada çözümlemesi yapılan verinin elde edilmesi konusundaki işbirliği nedeniyle İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ne, İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi'ne ve sayın Salih ÇAKIROĞLU'na teşekkürü bir borç bilmektedir.

Kaynaklar

[1] İGDAŞ, Faturalandırma Nasıl Yapılır? http://www.igdas.com.tr/Content_View.aspx?MI=2&CMI=133&MCI=37

[2] Taylor III B. W., Introduction to Management Science, Prentice Hall, 2001

[3] Schwalbe K., "Information Technology Project Management", Course Technology, 2001

[4] David L. Goetsch, Stanley B. Davis; Quality Management, Pearson Prentice Hall, 2006

[5] R. H. KUL, Akademik Bilişim 2008 Çanakkale, Bildiri Özetleri http://ozgur.beykent.edu.tr/~hkul/ab08/