

## Gürültü Seviyesi Ölçümlerinde Akıllı Telefon Uygulamaları

Ümmükülsüm ÖZEL AKDEMİR<sup>\*1</sup>, Andaç AKDEMİR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Giresun Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Giresun

<sup>2</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Samsun

Geliş tarihi: 24.07.2019

Kabul tarihi: 20.12.2019

### Öz

Gürültü kirliliğinin insan sağlığı için son derece önemli olması ve her geçen gün trafik kaynaklı gürültü kirliliğinin artması şehirlerde gürültü kirliliğinin ölçülmesini ve gürültü haritalarının oluşturulmasını zorunlu kılmıştır. Gürültü kirliliği ölçümlerinde kullanılan gürültü cihazlarının maliyetleri dikkate alındığında, daha fazla ölçüm noktasında veri alabilmek ve ölçüm maliyetlerini düşürebilmek için, son yıllarda akıllı telefonlarda kullanılan gürültü ölçüm yazılımları kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada, laboratuvar ortamında gürültü ölçüm cihazı ile farklı telefon ve yazılımların gürültü ölçüm hassasiyetleri araştırılmıştır. Çalışmada Android ve iOS işletim sistemleri ve farklı model telefonlar kullanılmıştır. Gürültü ölçümlerinde Noise Meter ve Sound Meter Pro yazılımlarının performansları değerlendirilmiştir. Telefonlardaki mikrofon sistemlerine ve Android ve iOS sistemlerine bağlı olarak yazılımların trafik gürültüsü ölçümleri, sürekli ölçüm cihazı sonuçları ile değişiklik göstermektedir. Yazılımların hassasiyetlerinin geliştirilmesi ile sürekli ölçüm cihazlarının verdiği sonuçlara ulaşılabileceği, daha fazla noktada düşük maliyetle hassas ve doğru ölçüm yapılabilceği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Gürültü, Android, iOS, Sound meter pro, Noise meter

### Smart Phone Applications in Noise Level Measurements

#### Abstract

The fact that noise pollution is extremely important for human health and the noise pollution caused by traffic in every passing day increases the noise pollution in cities and the creation of noise maps. Considering the cost of noise equipment used in noise pollution measurements, noise measurement software used in smart phones has been used in recent years in order to receive data at more measurement points and to reduce measurement costs. In this study, noise measurement sensitivities of different telephones and software were investigated with laboratory noise measurement device. In the study, Android and iOS operating systems and different model phones were used. Noise Meter and Sound Meter Pro Software performances were evaluated for noise measurements. Depending on the microphone systems in the phones and the Android and iOS systems, the traffic noise measurements of the software vary with the results of the continuous measurement device. By improving the sensitivity of the software, it is thought that the results of the continuous measurement devices can be reached, and accurate and accurate measurement can be made at low cost with more points.

**Keywords:** Noise, Android, iOS, Sound meter pro, Noise meter

---

\*Sorumlu yazar (Corresponding author): Ümmükülsüm ÖZEL AKDEMİR, [ummukulsum.akdemir@giresun.edu.tr](mailto:ummukulsum.akdemir@giresun.edu.tr)

## 1. GİRİŞ

Gürültü problemi insanın sağlığını, verimliliğini ve davranışları ile birlikte hayvanların da alışkanlıklarını etkileyen kentlerin temel problemlerinden biridir.

Son 50 yılda, Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre; bir kişi gündüz 55 dBA'nın, gece 50 dBA'nın ve iç ortamda da 40 dBA'nın üzerinde gürültüye maruz kalmaktadır [2]. Avrupa Çevre Koruma Ajansının araştırmalarına göre trafik kaynaklı olan insanlar gürültü kirliliğine çok fazla maruz kalmaktadırlar [4]. Bu nedenle Avrupa Birliği'nin 2002/49/EC direktifine göre nüfusu 100000'in üzerindeki şehirlerin gürültü haritası oluşturması gerektiği bildirilmiştir. Ancak gürültü haritaları hazırlamaya yönelik gürültü kirliliği ölçümleri pahalı ve komple sistemlerdir [1]. Bu nedenle gürültü ölçümlerinde ekonomik çözümler üretmek son derece önemlidir. Hatta gürültü ölçümlerinde mobil yazılımların kullanıldığı birçok resmi kuruluştaki bulunmaktadır [7]. Google playstore da Android yazılımı olarak yaklaşık 250 yazılım gürültü seviyesi ölçümü yapmaktadır [1].

Eşdeğer sürekli ses düzeyi verilen bir zaman aralığında, ses ile aynı enerjiye sahip sabit düzeydeki ses düzeyi olarak tanımlanır. Bu ses düzeyi A ağırlıklı ses basıncının rms değerinin düzeyidir ve Eşitlik 1'deki şekilde hesaplanır [5];

$$L_{eq}=10.\log \left[ \frac{1}{T} \cdot \int_0^T \frac{P^2(t)}{P^2(0)} dt \right] \quad (1)$$

Burada;

T: Ölçüm süresi,

P(t): Ölçülen sesin A ağırlıklı ses basıncı (SLP),

P(0): Referans ses basıncı,

$L_{eq}$ : A ağırlıklı ses düzeyini verir ve dBA ile ölçülür.

Kapalı ortamlarda durağan dalgalar ortaya çıkar. Bu dalgalar oda duvarlarının yapı malzemesine ve bu malzemelerin ses yalıtım katsayısına göre değişir. Eğer bu ortamlar çok küçük ise ve yalıtım malzemesi ile ses dalgalarının kapalı mekan içinde devamlı yankılanması söz konusu ise oda içindeki ölçümlerde yansıyan ses dalgalarını da ölçümlerde

dikkate almak gerekir. Trafik kaynaklı gürültüler hareketli nokta kaynaklar olup, alıcıya yaklaşım uzaklaşmasına göre ses frekansında ani değişimlere neden olurlar. Bu değişim doppler eşik kayması olarak ifade edilir ve ses düzeyini etkiler [6].

Çeşitli araştırmacılar akıllı telefonlar ile gürültü seviyesi ölçümü konusunda çalışmalar yapmıştır. Üç farklı Samsung akıllı telefonun NoiseExplorer android yazılımı ile kalibrasyon testleri yapılan bir çalışmada 0,7 dB hassasiyetle %99,7'lik bir benzerlik belirlenmiştir. Telefonlar arasında hata payının en fazla 12 dB olduğu bulunmuştur [10]. Fransa'da gürültü kirliliği haritası çıkarılması için yapılan saha çalışmasında NoiseCapture yazılımı Android telefonlarda başarılı şekilde uygulanmış ve gürültü haritası oluşturulmuştur [11]. Arazi çalışmalarında Class 1 sınıfı RION NL52 gürültü ölçüm cihazı ile HTC ve Samsung android telefonlarda Cart-Asur Noise Tube gürültü ölçüm yazılımı sonuçları karşılaştırıldığında  $r \geq 0.90$  gibi güçlü bir korelasyonla cihaz ile yazılım arasındaki ortalama karesel hata 3 db(A) nın altında ölçülmüştür [1]. Bu çalışmaların dışında trafik kaynaklı gürültü kirliliğine ait gürültü haritalarının hazırlanmasında birçok yazılımın kullanıldığı çalışmalar da mevcuttur [9,12].

Ülkemizde Gümrük ve Ticaret Bakanlığı'nın hazırladığı en son israf raporuna göre %83,8 oranında akıllı telefon kullanımı söz konusudur [8]. Bu kadar yüksek bir oranla akıllı telefonlarda gürültü ölçüm yazılımlarının kullanımı ileriye dönük olarak gürültü kirliliği haritalarının çıkarılmasına olumlu katkı sağlayacaktır.

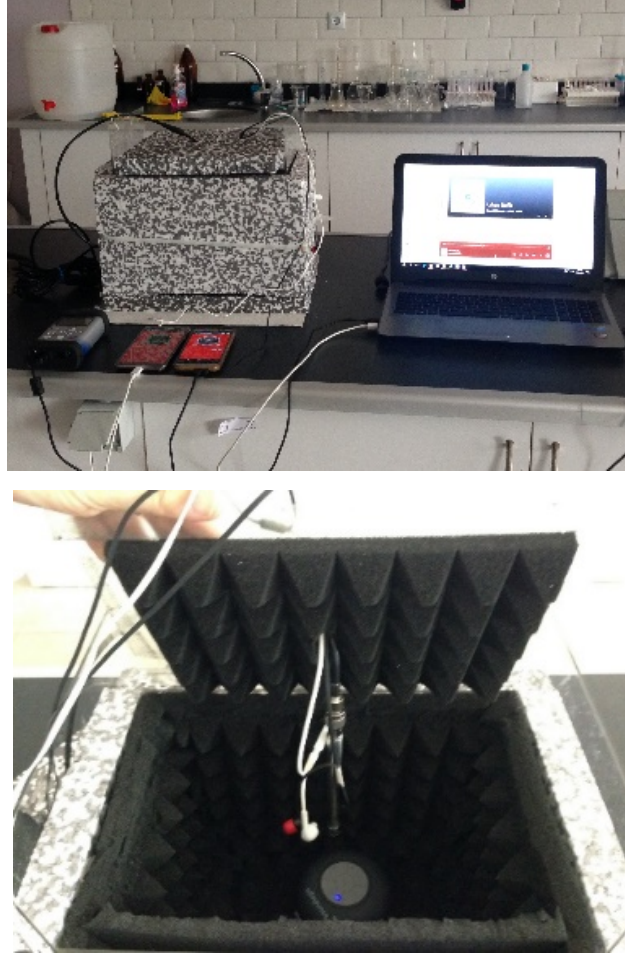
## 2. MATERYAL VE METOT

Deneyler esnasında kullanılan gürültü ölçüm cihazı; Polonya menşeli Svantek marka Svan 955'dir. Cihaz ISO 1996-1 standartlarına uygun A frekans ağırlığında Tip 1 ölçüm cihazıdır. Cihaz her ölçümde SV 35A akustik kalibratör ile 94 dBA için 1 kHz frekansta kalibre edilmiştir.

Deneyler laboratuvar ortamında hazırlanan deney düzeneğinde yapılmaktadır. Düzenek

297 mm x 210 mm x 210 mm (LxWxH) boyutlarında 2 mm kalınlığında pleksiglass malzemedan tasarlanmıştır. Ölçüm hücresinin dış duvarı 3 cm kalınlığında strafor ses yalıtım

malzemesi ile kaplanmıştır. İç duvarı 3 cm kalınlığında yüzey yapısı piramit formuna dönüştürülmüş akustik yanmaz sünger ile kaplanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Gürültü ölçüm hücresi ve deney düzeneği

Gürültü ölçümleri ölçüm hücresinin üst kısmından hücre içine gürültü cihazı ölçüm probu ve akıllı telefon kulaklıkları yerleştirilerek yapılmıştır. Hücre içerisine yerleştirilen bluetooth hoparlör yardımıyla ölçüm hücresine 5 dakika'lık trafik gürültüsü kaydı verilmiştir.

Gürültü ölçümü için Sound Meter Pro v2.5.3 ve Noise Meter v3.8.7 yazılımları kullanılmıştır. Sound Meter Pro Smart Tools Co. Firması

tarafından geliştirilmiş bir yazılımdır. Bu yazılım Amerikan Odyoloji Akademisi tarafından desteklenen  $\pm 2,5$  dBA lık hassasiyetle kalibre edilmiş bir android yazılımıdır [2]. Noise Meter ücretsiz olarak kullanılan bir yazılım olup geliştiricisi JINASYs dir [3]. Her iki cihaz debisel cinsinde Leq değerini vermektedir. Yazılımların kullanılmasında Samsung Galaxy Note 4, HTC M10 ve Iphone 6S akıllı telefonlar kullanılmıştır.

Telefonların kulaklıklarına ait bilgiler Çizelge 1’de verilmiştir.

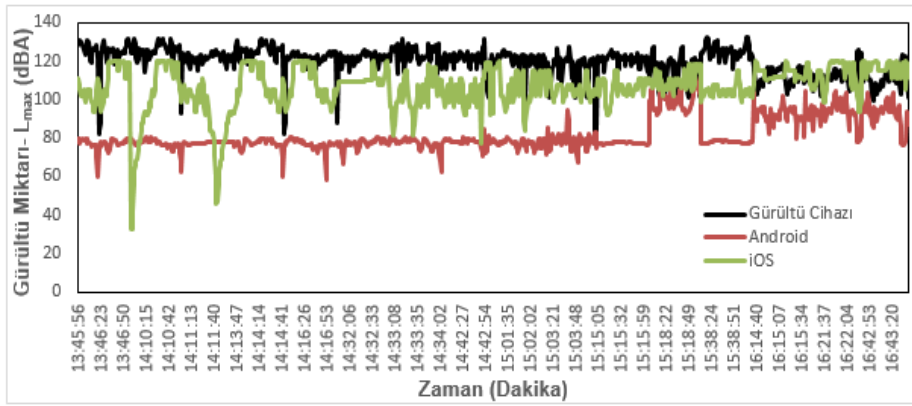
Çizelge 1. Akıllı telefon kulaklık özellikleri

Ölçümlerde Kullanılan Telefonlar	Frekans Aralığı (Hz)	Hassasiyet (dBA)
Samsun Galaxy Note 4	8-25000	123
Iphone 6S	20-20000	103
HTC M10	20-20000	101

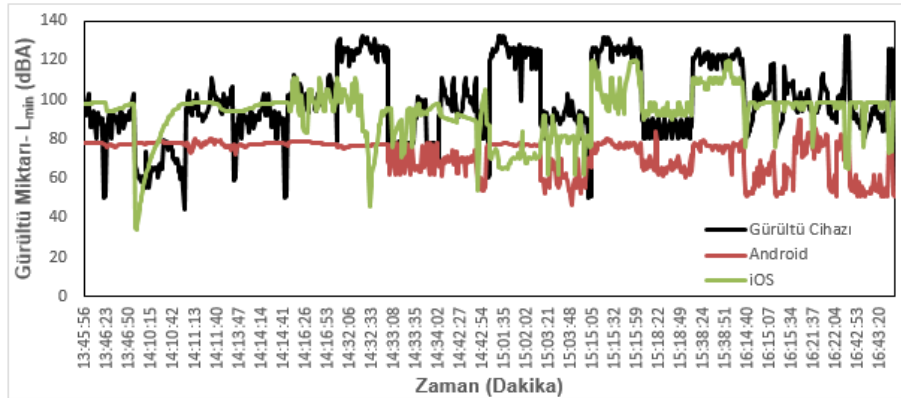
Ölçümler 5 dakikalık olarak aynı anda telefon ve gürültü cihazı ile yapılmıştır. Ölçüm hassasiyetini yakalamak için deneyler 40 kez tekrar edilmiştir. Ölçümlerde maksimum, minimum ve pik ölçüm sonuçları kaydedilmiştir.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Ölçüm hassasiyetini yakalamak için 40 kez tekrar edilen deneylerin maksimum, minimum ve pik ölçüm sonuçları kaydedilmiştir. Bağlı nem ve sıcaklık ölçümü de yapılmış ancak sonuçlarında değişiklik olmadığı fark edilmiştir.



Şekil 2. Maksimum gürültü ölçüm seviyelerinin karşılaştırılması



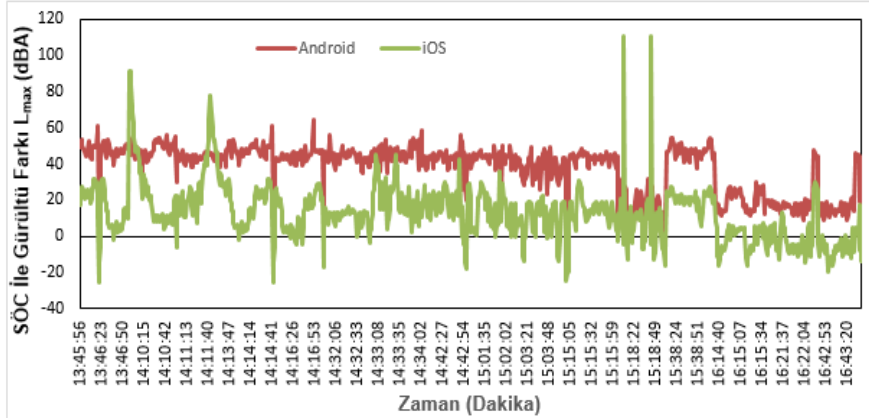
Şekil 3. Minimum gürültü ölçüm seviyelerinin karşılaştırılması

Şekil 2 ve 3’de gürültü ölçüm cihazı ile hem maksimum hem de minimum ölçümlerde iOS (Apple) işletim sistemli iPhone 6S telefonu sonuçlarının daha tutarlı olduğu görülmektedir.

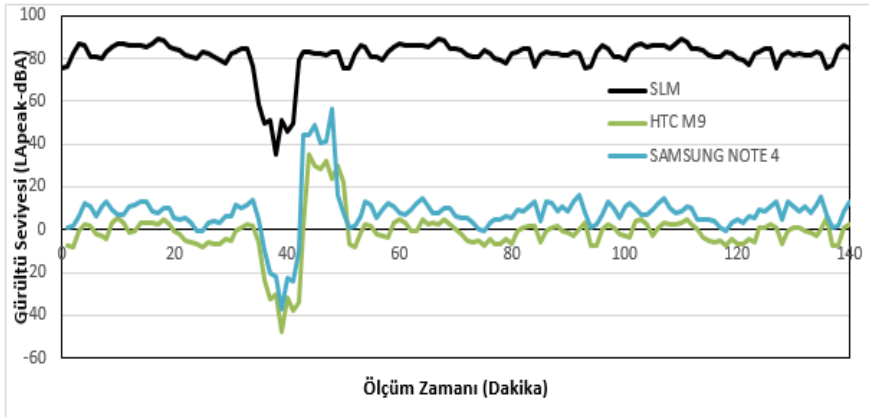
Bunda önemli etkilerden biri apple telefonlardaki ses özelliklerinin android telefonlara göre daha gelişmiş olmasıdır. Kullanılan mikrofon ve ses sistemi ölçüm farklılıklarını belirleyen bir

unsurdur. Şekil 4’de sürekli ölçüm sistemlerine göre Android ve iOS işletim sistemleri arasındaki ölçüm farkı da incelenmiş ve iPhone 6S telefonun gürültü seviyelerinin sürekli ölçüm sistemine daha yakın olduğu görülmüştür. Şekil 5’de görüldüğü

gibi android telefon ölçümlerinde maksimum gürültü ölçüm farkı 48,9 dBA, iOS işletim sisteminde maksimum gürültü ölçüm farkı 17,5 dBA olarak belirlenmiştir.



Şekil 4. Maksimum gürültü ölçüm seviyelerinin gürültü ölçüm cihazı sonuçları arasındaki fark



Şekil 5. Maksimum gürültü ölçüm seviyelerinin karşılaştırılması

Gürültü ölçüm değerleri ortalamasının sürekli ölçüm cihazı, iOS ve Android cihazlar için farklı olup olmadığı Çizelge 2’de Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) ile gerçekleştirilmiştir. P değerinin 0,0001’den küçük olmasından dolayı değişkenler arasında yüksek derece önem vardır.

Ancak Çizelge 2’ye göre  $0,000 < P(0,05)$  olduğundan ortalamalar arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Hangi cihazların

ortalamaları arasında farklılık olduğunu görmek için Tukey Testi yapılmıştır.

**Çizelge 2.** Ölçüm cihazı (SLM) ile akıllı telefonların varyans analizi karşılaştırmaları (ANOVA)

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-değeri	P-değeri
Faktör	2	7360	3680,18	56,72	0,000
Hata	420	27249	64,88		
Toplam	422	34609			

Gürültü ölçüm cihazı ile yazılım ölçümlerinin karşılaştırıldığı gruplar arasında hangisinin daha önemli olduğunu belirlemek için yapılan Tukey testleri Çizelge 3, Çizelge 4 ve Şekil 6'da gösterilmiştir. Android sistemlerin karşılaştırıldığı durumda Galaxy Note 4 telefonunun gürültü ölçüm cihazına daha yakın ölçüm sonuçları verdiği

ve anlamlı bir grup oluşturduğu ancak HTC M10 telefonunda bu durumun söz konusu olmadığı anlaşılmıştır. Tukey testinde belirlendiği şekilde gürültü ölçüm cihazı (SLM) ile HTC M10 akıllı telefon arasında olup, Samsung Note 4 ile ilgili değildir.

**Çizelge 3.** Çoklu ikili Tukey karşılaştırması kullanılarak yapılan farklılıklar ortalamaları

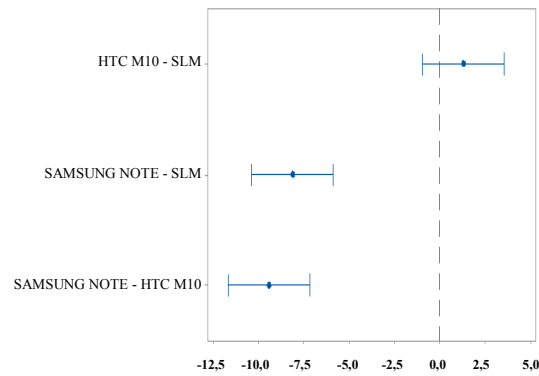
Cihaz	Yazılım	Ölçüm Sayısı (N)	Ortalama (dBA)	Standart Sapma	Gruplama
Svan 955	-	141	81,193	8,232	A
Galaxy Note 4 (Android)	Sound Meter Pro v2.5.3	141	82,489	7,044	A
HTC M10 (Android)	Sound Meter Pro v2.5.3	141	73,064	8,789	B

**Çizelge 4.** Çoklu ikili Tukey karşılaştırması kullanılarak yapılan farklılıklar ortalamaları

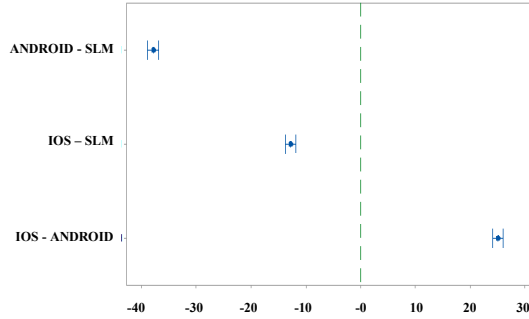
Cihaz	Yazılım	Ölçüm Sayısı (N)	Ortalama (dBA)	Standart Sapma	Gruplama
Svan 955	-	992	119,443	7,484	A
Android (HTCM10)	Sound Meter Pro v2.5.3	992	81,645	8,297	B
İos (Iphone 6S)	Sound Meter Pro v2.5.3	990	106,665	11,234	C

Şekil 7'de çoklu ikili gruplar arasındaki farklılıkların ortalamaları Tukey testi ile değerlendirildiğinde, gürültü ölçüm cihazı (SLM) ile HTC M10 akıllı telefonla Sound Level Meter yazılımının ölçüm sonuçları arasında önemli farklılıklar yoktur. Ancak Samsung Note 4 ile yapılan ölçüm sonuçlarında gürültü ölçüm cihazı (SLM) karşılaştırmaları arasında önemli bir fark olduğu görülmektedir.

Yapılan bazı çalışmalarda yeni telefonların zamanla mikrofon sistemlerinin bozulmasına bağlı olarak, eski telefonlara göre daha hassas sonuçlar verdiği ancak sonuçların daha kararsız olduğu görülmüştür [9].



**Şekil 6.** Ölçüm sonuçlarının ortalamalarına göre yapılan Tukey Testi sonuçları



Şekil 7. Ölçüm sonuçlarının ortalamalarına göre yapılan Tukey Testi sonuçları

#### 4. SONUÇLAR

Taşıt gürültüsünün hesaplanmasında hareket halinde olmalarından dolayı sadece ses gücü belirlemek yeterli değildir. Taşıt türleri, taşıt hızları, taşıt sayıları, alıcı ortama olan uzaklıklar, yol malzemesinin türü gibi birçok faktör ölçümlerde etkilidir.

Gürültü ölçümlerinde önemli parametrelerden biri mikrofon olduğu için, iOS sistemleri ile Android sistemlerinin ses özellikleri farkı ölçümleri etkilemektedir. iOS platformunda Android sistemlerine göre daha gelişmiş ses özellikleri bulunmaktadır. Bu durum iPhone telefonun ölçüm verimliliğini HTC ve Samsung'a göre daha yüksek olduğunu deneylerde de göstermiştir.

Android telefonların kendi arasında karşılaştırmalarında HTC telefonun Samsung telefona göre gürültü ölçüm cihazına daha yakın sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Telefonlarının yaşının da ölçümlerde önemli bir kısıt olduğu düşünülmektedir. Android cihazlarda donanım özelliklerindeki değişiklikler ölçümlerdeki değişimin en önemli kısıtlarından biridir.

Bu nedenle özellikle ses özelliklerinin değişken olmasından dolayı daha fazla telefon modeli ile test yapılması gerekir. Gelecekte yazılım dünyasındaki gelişmeler ile birçok yazılımın daha hassas şekilde yüksek maliyetli gürültü ölçüm cihazlarının yerini alması beklenmektedir.

#### 4. KAYNAKLAR

1. Aumond, P., Lavandier, C., Riberio, C., Boix, E.G., Kambona, K.D' Hondt, Delaitre, P.A., 2017. Study of the Accuracy of Mobile Technology for Measuring Urban Noise Pollution in Large Scale Participatory Sensing Campaigns, *Applied Acoustics*, 115, 219-226.
2. Smart Tools. Sound Meter Pro. <http://androidboy1.blogspot.com/2015/12/sound-meter-pro-v25.html> (Erişim tarihi 22.01.2019).
3. JINASY. Noise Meter. <http://jinasys.com/nm.html> (Erişim tarihi 22.01.2019).
4. The European Environment Agency (EEA), 2017. The European Environment Agency (EEA) Road Traffic Remains Biggest Source of Noise Pollution in Europe [http://www.eea.europa.eu/highlights/road-traffic-remains-biggest-source/?utm\\_medium=email&utm\\_campaign=NoisePollution&utm\\_content=NoisePollution+CID\\_24a9ddf571cad239903cb68f54679281&utm\\_source=EEA%20Newsletter&utm\\_term=Read%20more](http://www.eea.europa.eu/highlights/road-traffic-remains-biggest-source/?utm_medium=email&utm_campaign=NoisePollution&utm_content=NoisePollution+CID_24a9ddf571cad239903cb68f54679281&utm_source=EEA%20Newsletter&utm_term=Read%20more) (erişim tarihi 30.4.2019).
5. Özgüven, H.N., 2008. Gürültü Kontrolü Endüstriyel ve Çevresel Gürültü, Türk Akustik Derneği, Teknik Yayınları.
6. Kurra, S., 2009. Çevre Gürültüsü ve Yönetimi, Bahçeşehir Üniversitesi Yayını.
7. Kardous, C.A., Shaw, P.B., 2014. Evaluation of Smartphone Sound Measurement Applications, *J. Acoust. Soc. Am.* 135(4), 186-192.
8. Anonim., Türkiye İsrar Raporu, Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, Ankara.
9. Murpy, E., King, E.A., 2016. Testing the Accuracy of Smartphones and Sound Level Meter Applications for Measuring Environmental Noise, *Applied Acoustics*, 106, 16-22.
10. Garg, S., Lim, M.K., Lee, H.P., 2019. An Averaging Method for Accurately Calibrating Smartphone Microphones for Environmental Noise Measurement, *Applied Acoustics*, 143, 222-228.
11. Picauta, J., Fortina, N., Bocherb, E., Petitc, G., Aumonda, P., Guillaumed, G., 2018. An Open-

- science Crowdsourcing Approach for Producing Community Noise Maps Using Smartphones. *Building and Environment*, 148, 20-23.
- 12.** Leo, S., Zhou, W., 2014. Monitoring Exposure to Traffic Noise with Phone in China: A Review of Content, *International Journal of Information and Computer Science (IJICS)*, 3, 52-63.