

18-24 yaş arası gençlerde telefon kullanımının işitme fonksiyonu üzerine etkisi

İnci ADALI^{ID}, Merve MERAL^{ID}, Büşra ULUDAĞ^{ID}, Ahsen KARTAL^{ID}, Ayşe BÜLBÜL,
Fatma ÇAKICI, Özlem KONUKSEVEN^{ID}

İstanbul Aydın Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Odyoloji Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

ÖZ

Giriş: Elektromanyetik absorpsiyon, telefon kullanırken tercih edilen kulak tarafında en yüksektir ve diğer kulakta onda bir oranında azalır. Özellikle cep telefonuna yakın kulağın maksimum elektromanyetik ışınları alması sebebiyle potansiyel hasar riski daha yüksektir. SAR (Bağıl Absorpsiyon Hızı), ölçümü yapılan kablosuz cihazların yaydığı elektromanyetik radyofrekans değerinin vücut tarafından emilim oranı olarak tanımlanır. Bu çalışmada; cep telefonunun ağırlıklı olarak tek kulak ile kullanımının işitme üzerine etkisinin araştırılması ve telefonların SAR değeri ile ilişkisi olup olmadığının incelenmesi hedeflenmiştir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamıza 18-24 yaş aralığında, telefon konuşması yaparken sıklıkla sağ kulağını tercih eden 50 birey (100 kulak) dâhil edilmiştir. Bireylerin kullandığı telefonların SAR değerleri bulunmuştur. Saf ses odyometri ve yüksek frekans odyometri testlerinin uygulanmasıyla bulunan sonuçlar, tercih edilen kulak ve diğeri kıyaslanarak değerlendirilmiştir. Her iki kulağa uygulanan DPOAE test sonuçları, elde edilen SNR oranları esas alınarak telefonların SAR değerleri ile karşılaştırılmıştır.

Bulgular: Değerlendirmeye alınan bireylerde, sağ ve sol kulak ($p>0,05$) yüksek frekans işitme eşikleri (4 kHz – 20 kHz) arasında ve DPOAE testinde, tüm frekanslarda iki kulak arasında ($p>0,05$) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. DPOAE sonuçları ile SAR değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiyi rastlanmamıştır ($p>0,05$).

Sonuç: Cep telefonlarının yaydığı elektromanyetik dalgaların, işitme fonksiyonuna yaptığı olumsuz bir etki gözlenmemekle birlikte, kullanım süresinin az olmasının etken faktör olduğu düşünülmüştür. Benzer şekilde sonuçlanan diğer çalışmalarda da patolojik etkilerin gösterilememiş olması, elektromanyetik dalgaların insan vücuduna zararlı etkileri olmadığını anlamını taşımamaktadır. Konu; insan sağlığını tehdit eder özelliği nedeniyle daha geniş kapsamlı ve uzun süreli çalışmalara ihtiyaç göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: SAR, cep telefonu, işitme, elektromanyetik, yüksek frekans odyometri, otoakustik emisyon

ABSTRACT

The effect of telephone use on hearing function of young people aged 18-24

Introduction: Electromagnetic absorption is maximum on the preferred side when using the phone and drops to one tenth on the other side. There is a higher risk of potential damage, especially because the ear near the mobile phone receives maximum electromagnetic radiation. SAR (Specific Absorption Rate) is defined as the rate of absorption by the body of the electromagnetic radiofrequency value emitted by the wireless devices measured. The aim of this study is to investigate the effect of mobile phone use with one ear on hearing and to investigate whether phones are related to SAR values.

Materials and Methods: Fifty individuals (100 ears) aged 18-24 years who preferred the right ear when making phone calls were included in the study. The SAR values of the phones used by individuals were found. The results obtained by applying pure tone audiometry and high frequency audiometry tests were evaluated by comparing the preferred ear and the other. The DPOAE test results applied to both ears were compared with the SAR values of the phones based on the SNR rates obtained.

Results: No statistically significant difference was found between the high frequency hearing thresholds (4 k Hz – 20 kHz) in the right and left ear ($p>0.05$) and in the DPOAE test between the two ears ($p>0.05$) at all frequencies. There was no statistically significant relationship between DPOAE results and SAR values ($p>0.05$).

Conclusion: Although electromagnetic waves emitted by mobile phones have no negative effect on hearing function, it is thought that the less than one-year duration of use is the crucial factor. Similarly, the absence of pathological effects in other studies does not mean that electromagnetic waves do not have harmful effects on the human body. The subject requires more comprehensive and long-term studies because of its threat to human health.

Keywords: SAR, mobile phone, hearing, electromagnetic, high frequency audiometry, autoacoustic emission

Cite this article as: Adalı, İ., Meral, M., Uludağ, B., Kartal, A., Bülbül, A., Çakıcı, F., Konukseven, Ö. (2020). 18-24 yaş arası gençlerde telefon kullanımının işitme fonksiyonu üzerine etkisi. Turkish Journal of Audiology and Hearing Research, 3(1):14-18.

GİRİŞ

Gelişen iletişim teknolojisi ile cep telefonu kullanımı yaygınlaşmış ve gündelik hayatın etkin bir parçası haline

gelmiştir. Dünya Sağlık Örgütü tarafından 2014 yılında dünya genelinde 6,9 milyar cep telefonu kullanıcısı olduğu tahmin edilmektedir (WHO, 2014)

Correspondence Address/Yazışma Adresi: İnci Adalı, İstanbul Aydın Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Odyoloji Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye
E-mail: inciadali@aydin.edu.tr

Received/Geliş Tarihi: 23.11.2019, **Accepted/Kabul Tarihi:** 28.02.2020, **Available Online Date/Çevrimiçi Yayın Tarihi:** 21.04.2020

©Copyright 2020 by Turkish Association of Audiologists and Speech Pathologists - Available online at <http://tjaudiologyandhear.com/>
©Telif Hakkı 2020 Türkiye Odyologlar & Konuşma Bozuklukları Uzmanları Derneği - Makale metnine <http://tjaudiologyandhear.com/> web sayfasından ulaşılabilir

Son yirmi yılda, cep telefonlarının sağlık üzerindeki tehlikelerinin biyolojik etkilerini ve olasılığını araştırmaya olan ilgi artmaktadır (Repacholi, 1998). Cep telefonlarının yaygın kullanımı ile elektromanyetik alanların insan sağlığı üzerindeki potansiyel etkileri endişelere yol açmaktadır (Al-Dousary, 2007). Cep telefonu kullanımının araç kazaları, lösemi, uyku bozuklukları ve beyin tümörleri riskini arttırdığı bildirilmiştir. Ayrıca elektromanyetik radyasyonun (EMR) ısıl etkileri; baş ağrısı, kulak çevresinde sıcaklık, yüz derisinde yanma hissi ve kan-beyin bariyerinin değiştirilmesine sebep olmaktadır (Schoemaker et al., 2005).

Elektromanyetik etkilenmenin dokuda oluşturacağı hasarların niteliği bazı etkenlere bağlıdır: Elektromanyetik dalganın fiziksel özellikleri, örneğin dalganın türü ve maruz kalan dokunun absorpsiyon özellikleri bu etkenler arasında sayılabilir. Absorbe edilen enerji miktarından çok, absorpsiyon hızı önemlidir (Al-Dousary, 2007).

SAR (Specific Absorption Rate/Bağlı Absorpsiyon Hızı) ölçümü yapılan kablosuz cihazların, vücut tarafından RF (radyofrekans) enerji emilim oranı olarak tanımlanır. SAR (Watt/kg), Enerji (Joule)/[Kütle (kg) × Zaman (saat)] olarak hesaplanmaktadır (Wagner et al., 2000).

Cep telefonu ile konuşma sırasında, kulak cihaza en yakın organ olmakla beraber özellikle iç kulak EMR'nin doğrudan alıcısıdır. Korti organında bulunan dış ve iç tüylü hücreler, işitmenin elektrokimyasal reaksiyonunda rol oynarlar. Velayutham et al. (2014) tüy hücrelerinin kronik olarak yüksek gürültüye maruziyeti durumunda, hasara etken olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle kulak, telefonun yaydığı elektromanyetik radyasyon dalgalarının yanı sıra cep telefonundan gelen gürültüye maruz kalma riski altındadır. Korti organındaki hassas tüy hücreleri rejeneratif özelliğe sahip değildir, bu nedenle uzun süreli cep telefonu kullanımının işitme fonksiyonu üzerine olumsuz etkisi olabileceği düşünülmektedir.

Cep telefonunun işitme üzerindeki etkisini değerlendirmek için birçok çalışma yapılmıştır. Son zamanlarda yapılan birkaç çalışmada, cep telefonu kullanıcılarının, konuşma frekanslarında (Panda et al., 2011) veya yüksek frekanslarda (8 kHz'in üzerinde) eşik değerlerinin yükseldiğini, (Panda et al., 2010; Velayutham et al., 2014) ve distorsiyon ürünü otoakustik emisyonların elde edilmediği bildirilmiştir (Panda et al., 2010; Panda et al., 2011).

Elektromanyetik absorpsiyon, telefonun tutulduğu tarafta maksimumdur ve kafanın diğer tarafında onda birine düşer (Ahlbom et al., 2004). Böylece telefon ile konuşurken sıklıkla tercih edilen kulak, maksimum elektromanyetik ışınları alır. Cep telefonu kullanım sırasında, özellikle cep telefonuna yakın kulağın potansiyel hasar riski daha yüksektir. Bu çalışmada; cep telefonunun ağırlıklı olarak tek kulak ile kullanımının işitme üzerine etkisinin araştırılması ve telefonların SAR değeri ile ilişkisi olup olmadığının incelenmesi hedeflenmiştir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma, İstanbul Aydın Üniversitesi Odyoloji Bölümü Klinik Laboratuvarı'nda yapılmıştır. İstanbul Aydın Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 19.06.2019 tarihinde 2019/116 kayıt numarasıyla onaylanmıştır.

Çalışmaya 18-24 yaş aralığında, 37'si kadın, 13'ü erkek olmak üzere 50 birey (100 kulak) dahil edilmiştir. Çalışmaya katılan bireylere çalışmanın içeriği anlatılmış ve onam formları doldurtulmuştur. Veri değerlendirilmesi için saf ses odyometri, yüksek frekans odyometri ve DPOAE (Distortion Product Otoacoustic Emission) test sonuçları kullanılmıştır. Bireylerin her iki kulağına testler uygulanarak, test sonuçlarının sıklıkla cep telefonu kullanılan kulak ile kullanılmayan kulak arasında karşılaştırılması yapılmıştır. Çalışma grubunun kullandığı telefonların markaları belirlenerek, internet aracılığı ile SAR değerleri bulunmuştur. (<https://www.webteknoloji.com/populer-iphone-modellerinin-sar-degerleri-h25577.html> Erişim Tarihi: 22.05.2019)

Çalışmaya dahil edilme kriterleri, 18-24 yaş arasında olmak, otoskopik bakının normal olması, son 3 aydır haftada en az 8 saat telefonla konuşma ve telefon konuşması yaparken sağ kulağı tercih etme olarak; çalışmaya dahil edilmeme kriterleri, telefon ile konuşurken kulaklık kullanma, işitme kayıplı olma, işitme cihazı kullanma ve ototoksik ilaç kullanımı olarak belirlenmiştir.

Saf ses odyometri ve yüksek frekans odyometri testleri Otometrics Madsen Astera cihazı ile yapılmıştır. Saf ses odyometri havayolu ölçümü için 250 Hz – 8000 Hz frekans aralığında ve Telephonic TDH-39 (Telephonics, USA) kulaklık kullanılmıştır. Yüksek frekans odyometri ölçümü 8000 Hz – 20,000 Hz frekans aralığında yapılmış ve Sennheiser HDA 200 kulaklık kullanılmıştır. Çalışmamızda akustik travmaya kokleanın bazal bölgesinin hassas olması ve mobil operatörlerin 300 MHz – 3 GHz arasındaki radyofrekans dalgalarını kullanması sebebiyle yüksek frekans odyometri ve saf ses odyometri sonuçları sağ ve sol kulak arasında karşılaştırılmıştır (Drossos et al., 2000).

DPOAE, Otometrics Madsen Capella cihazı ile yapılmıştır. DPOAE ölçümü, her iki kulakta da 2-10 kHz arasında uygulanmıştır. SNR (Signal Noise Ratio) oranı altı ve üzerinde olan cevaplar 'GEÇTİ' olarak kabul edilmiştir. Elde edilen SNR oranları kaydedilmiş ardından her bir frekans için fark olup olmadığı incelenmiş ve SAR (Specific Absorption Rate) değerleri ile karşılaştırılmıştır.

Verilerin analizi için IBM SPSS Statistics 22 kullanılmıştır (IBM SPSS, Türkiye). Verilerin dağılımının uygunluğunu test etmek için Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk uygulanmıştır. Verilerin normal dağıldığı durumlarda karşılaştırmalar için Bağımlı Gruplar T Testi, normal dağılmadığı durumlarda Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi uygulanmıştır. Diğer karşılaştırmalar için Pearson Çarpım Moment Korelasyon Katsayısına bakılmıştır.

BULGULAR

Çalışmamızda 37 kadın (%74) ve 13 (%26) erkek olmak üzere yaş ortalaması $22,08 \pm 0,92$ (min: 20, maks: 24 yıl) olan 50 sağ, 50 sol olmak üzere 100 kulak değerlendirilmiştir. Çalışmaya dâhil edilen bireylere ait yüksek frekans odyometri (4 kHz – 20 kHz) ve DPOAE sinyal gürültü oranlarına ait bulguları ve kulaklar arasındaki karşılaştırmaları gösteren istatistiksel değerler Tablo 1’de belirtilmiştir.

Değerlendirmeye alınan bireylerde, sağ ve sol kulak ($p > 0,05$) yüksek frekans işitme eşikleri (4 k Hz– 20 kHz) arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (Tablo 1). Çalışmamızda 2461, 4600, 6064, 7461, 9189 Hz frekanslarında DPOAE testi uygulanmış olup tüm frekanslarda iki kulak

arasında ($p > 0,05$) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (Tablo 1).

Çalışmaya dâhil edilen 41 birey Iphone markaya, dokuz birey ise “Samsung” markaya ait telefon kullanmaktadır. “Iphone” ve “Samsung” markalarına ait telefon modellerinin SAR değerleri her model için ayrı hesaplanmıştır (Tablo 2). Değerlendirilen bireylerin kullandığı telefon marka ve modellere ait SAR değerleri ortalama $1,00 \pm 0,29$ (min: 0,24, maks: 1,37) elde edilmiştir.

Ayrıca DPOAE sonuçları ile telefonlara ait SAR değerleri arasındaki ilişki araştırılmıştır. Değerlendirilen tüm DPOAE eşikleri ile SAR değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiye rastlanmamıştır ($p > 0,05$). (Tablo 3)

Tablo 1. Yüksek Frekans İşitme Eşikleri ve DPOAE ait değerler ve Kulakların Karşılaştırılması

		n		Ort.	Med.	Min.	Mak.	SS	Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi		Bağımlı Gruplar T Testi	
									z	p	t	p
YÜKSEK FREKANS ODYOMETRİ (dB)	4kHz	Sağ	50	3,00	0	-10	55	9,42	-1,510	0,131		
		Sol	50	0,80	0	-10	20	5,83				
	6kHz	Sağ	50	3,60	0	-10	45	8,63	-1,944	0,052		
		Sol	50	5,20	5	-10	25	7,21				
	8kHz	Sağ	50	4,90	5	-10	25	7,72	-0,960	0,337		
		Sol	50	6,10	5	-5	25	7,02				
	10kHz	Sağ	50	3,20	0	-20	25	9,57	-1,410	0,159		
		Sol	50	5,20	5	-20	35	9,42				
	12.5kHz	Sağ	50	7,00	5	-10	25	8,74	-0,989	0,323		
		Sol	50	6,10	5	-15	30	9,10				
	16 kHz	Sağ	50	7,80	5	-20	50	16,84			0,112	0,911
		Sol	50	7,60	10	-20	45	16,35				
	18 kHz	Sağ	50	7,80	10	-20	30	14,43	-0,858	0,391		
		Sol	50	9,00	10	-20	30	13,09				
	20kHz	Sağ	50	0,00	0	-5	5	4,40	-0,181	0,856		
		Sol	50	-1,0	0	-15	5	4,22				
DPOAE (SNR)	2461 Hz	Sağ	50	10,00	10	-11	25	6,35	-1,511	0,131		
		Sol	50	11,26	10	-3	25	6,34				
	4600 Hz	Sağ	50	9,14	10	-15	19	6,15	-1,537	0,124		
		Sol	50	8,36	8	-9	21	5,94				
	6064 Hz	Sağ	50	9,84	10	-7	21	6,42	-1,461	0,144		
		Sol	50	11,54	12	0	25	4,94				
	7461 Hz	Sağ	50	6,14	7	-9	18	5,54			1,087	0,282
		Sol	50	4,90	7	-13	26	8,24				
	9189 Hz	Sağ	50	3,86	4,5	-7	16	5,16			-0,456	0,650
		Sol	50	4,36	5	-11	17	6,83				

(z: Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi hesaplanan istatistik değeri, p: anlamlılık değeri, t: Bağımlı Gruplar T Testi hesaplanan istatistik değeri)

Tablo 2. Telefon marka ve modellere ait SAR değeri

Markası	Modeli	N	SAR Değeri
Apple Marka	Iphone 5	1 (%2)	,90
	Iphone 5S	1 (%2)	1,18
	Iphone 6	11 (%22)	,93
	Iphone 6 Plus	2 (%4)	,91
	Iphone 6S	4 (%8)	,93
	Iphone 7	7 (%14)	1,37
	Iphone 7 Plus	7 (%14)	1,34
	Iphone 8	2 (%4)	1,36
	Iphone 8 Plus	3 (%6)	,94
	Iphone X	3 (%6)	,87
Huawei Marka	Mate 20 Lite	1 (%2)	,46
	Toplam	1 (%2)	
Samsung Marka	Galaxy A5	1 (%2)	,52
	Galaxy A6	1 (%2)	,48
	Galaxy A8	1 (%2)	,24
	Galaxy C5	1 (%2)	,51
	Galaxy Note 5	1 (%2)	,44
	Galaxy Note 8	2 (%4)	,70
	Galaxy S7 Edge	1 (%2)	1,15
	Toplam	8 (%16)	

(SAR: Bağlı Absorbsiyon Hızı)

Tablo 3. DPOAE ve telefonların SAR değerleri arasındaki ilişki

SAR	2461 Hz	4600 Hz	6064 Hz	7461 Hz
Korelasyon Katsayı	0,153	-0,257	-0,231	-0,249
p	0,289	0,071	0,106	0,082
n	50	50	50	50

(p: anlamlılık değeri, 0.00-0.25 çok zayıf, 0.26-0.49 zayıf, 0.50-0.69 orta, 0.70-0.89 yüksek, 0.90-1.00 çok yüksek)

TARTIŞMA

Günümüz teknolojisi, günlük hayatımızda kullandığımız ve yaşamımızı daha kolay hale getirdiği için vazgeçemediğimiz elektronik cihazların tümü, ortama elektromanyetik dalgalar yayarak çalışmaktadır. Bunların arasında, kafatasına çok yakın tutarak kısa mesafede doğrudan maruz kaldığımız cep telefonlarının önemi büyüktür. Cep telefonları ve bunların bağlantı halinde olduğu baz istasyonları kullanıma girdiği andan itibaren, insan sağlığı ile ilgili olarak ortaya koyabileceği olumsuz etkiler yönünden gerek deneysel gerekse klinik araştırmalar yoluyla tartışılmaya başlanmıştır (Nakamura et al., 2003; Oktem et al., 2005; Moulder et al., 2000).

Yaptığımız çalışmada; cep telefonunu sürekli aynı kulakta tutarak konuşma alışkanlığı olan, 18–24 yaş arasındaki deneklerin her iki kulağı; yüksek frekans odyometrik ölçüm ve DPOAE testi yapılarak karşılaştırılmıştır. Yüksek frekans odyometrik ölçümde 4 kHz – 20000 kHz arasındaki frekanslar incelenmiş, ancak istatistik değerlendirme ile $p > 0,05$ elde edilmiş ve anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna varılmıştır. Yapılan DPOAE sonuçlarıyla iki kulak (2461Hz, 4600Hz, 6064Hz, 7461Hz, 9189 Hz) karşılaştırılmış istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç elde edilmemiştir.

Velayutham et al. (2014) en az bir yıldır telefon kullanan bireyleri yüksek frekans odyometrisi ile değerlendirmiş; dominant (cep telefonu kullanılan) kulağın diğer kulağa kıyasla işitme eşiklerinde anlamlı bir artış olduğunu bildirmişlerdir. Joshi et al. (2017) 19–46 yaş grubunda en az sekiz yıl boyunca cep telefonu kullanan toplam 204 birey üzerinde yaptıkları çalışmada; günde 1,5 saatten fazla cep telefonu kullananların, sağ kulakta 1KHz, 2KHz ve 8KHz frekanslarında işitme eşiğinin arttığını saptamışlardır.

Normal işiten 30 birey, 10 dakika boyunca cep telefonu elektromanyetik alanına maruz bırakılmış; uyarılmış OAE kayıtları maruz kalmadan önce ve sonra ölçüldüğünde anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir. (Özturan et al., 2002)

Cep telefonu sinyallerinin işitsel sistemdeki etkileri üzerine yapılan son araştırmalar, cep telefonu kullanım süresinin kullanıcıların işitsel fonksiyonlarını etkileyebileceğini bildirmektedir. Cep telefonlarının kısa süreli kullanılması insan işitsel sistemi üzerinde ölçülebilir etkilere neden olmazken, uzun süreli (bir yıldan fazla) ve fazla cep telefonu kullanımı iç kulakta hasara neden olabilir ve yüksek frekansı etkileyebilir (Dabholkar et al., 2016). Çalışmamızda katılımcıların cep telefonu kullanım süreleri son üç ayda haftada en az 8 saat kullanım olarak kriter alınmıştır. Dabholkar et al. (2016) çalışması göz önüne alındığında, bizim çalışmamızda bir yıldan az telefon kullanım süresi olabileceği için iki kulak arasında fark saptanmadığı düşünülmüştür.

FCC (*Federal Commucination Commission*) onayı için kullanılan SAR değerleri hesaplanırken tüm frekans değerlerinin ortalaması alınarak tek bir değer olarak ifade edilmez. Yani test sırasında alınan çok sayıda ölçümü hesaba katmaz. SAR değeri, ölçümü yapılan kablosuz cihaza ait en yüksek elde edilmiş tek bir frekansa ait ölçüm değeridir. A ve B markalarına ait cep telefonlarından A markası en yüksek SAR değerine sahipken, B markası diğer tüm frekans değerlerinde A markasından daha fazla SAR değerine sahip olabilir. Bu nedenle B markası diğer birçok frekansta A markasından daha yüksek ölçümlere sahip olsa bile A markası, B markasından daha yüksek SAR değerine sahip olacaktır. Böyle bir durumda cep telefonu kullanıcısı genel olarak B markasında daha fazla RF enerjisi almaktadır (*Federal Communications Commission*, 2014).

Elektromanyetik maruziyetin zararlı etkilerini incelerken, SAR değerinin minimum düzeyi 0,08 watt/kg olarak baz alınmıştır. Bu değer üzerindeki maruziyetlere özellikle dikkat çekilmiştir. Yapılan çalışmalarla cep telefonu ile konuşma esnasında, ilgili kulak alanında ve baş bölgesinde saptanan SAR değerinin 1-2 watt/kg'a ulaşabileceği sonucuna varılmıştır (Stewart et al., 2000). Yüksek SAR değerlerinin insan vücudunda oluşturduğu olumsuz etkilerle ilgili olarak, elimizde yeterli veri mevcut değildir. Çalışmamızda; telefon modellerine göre araştırılan SAR değerleri araştırılmış ve elde edilen sonuçlar DPOAE sonuçlarıyla karşılaştırıldığında anlamlı bir sonuç elde edilmemiştir.

Elektromanyetik dalganın oluşturduğu ısı etkisi ile ilgili çalışmalar yapılmış, ancak insan vücudundaki etkileşimleri açısından anlamlı sonuçlar elde edilememiştir (Tonndorf & Kurman, 1984). Elektromanyetik dalgaların organizmada yarattığı olumsuz etkilerin anlamlı oranlarda gösterilememiş olması, zararlı etkileşimin olmadığı anlamına gelmemektedir. Bu konudaki çalışmalar sürdürülmeli ve sağlığı koruyucu tedbirler açısından tüketiciler eğitilmelidir (Özkaş, 1999).

Cep telefonlarının giderek hayatın ayrılmaz bir parçası haline gelmesi, insan vücuduna olan zararlı etkileriyle ilgili geniş kapsamlı çalışmaların gerekliliğini ortaya koymaktadır. İnsan vücudundaki zararlı etkilerin araştırılması, geniş popülasyonlu, ayrıca uzun süreli ve devamlılığı olan çalışmalarla mümkün olabilecektir (Göçer et al., 2003).

Yaptığımız çalışma ile cep telefonlarının yaydığı elektromanyetik dalgalarının, işitme fonksiyonuna yaptığı olumsuz etkileri gözlenmemekle beraber kullanım süresinin 1 yıldan az olması etken faktör olarak düşünülmüştür. Bu ve benzer anlam taşıyan diğer çalışmalarla patolojik etkilerin gösterilememiş olması, elektromanyetik dalgaların insan vücuduna zararlı etkileri olmadığı anlamını taşımamaktadır. Konu; insan sağlığını tehdit eder özelliği nedeniyle daha geniş kapsamlı ve uzun süreli çalışmalara ihtiyaç göstermektedir.

Bu çalışmanın kısıtlılığı, çalışmaya dâhil edilen bireylerin kaç yıldan bu yana değerlendirmeye alınan telefonu kullandıkları, daha önceki telefonlarının SAR değeri bilgisinin olmaması olarak açıklanabilir.

Ethics Committee Approval: Approved by Istanbul Aydın University Non-Interventional Clinical Research Ethics Committee on 19.06.2019 with the registration number 2019/116.

Informed Consent: Written informed consent was obtained from the participants.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept - ÖK, İA; Design - ÖK, İA; Supervision - ÖK, İA; Resources- BU, MM, AK, AB, FÇ; Data Collection and/or Processing -AK, MM, FÇ, AB; Analysis and/or Interpretation - ÖK, AK, MM, BU; Literature Search - MM, BU, AB, FÇ; Writing Manuscript - İA, MM, AK, BU.

Conflict of Interest: No conflict of interest.

Financial Disclosure: None.

Etik Kurul Onayı: İstanbul Aydın Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 19.06.2019 tarihinde 2019/116 kayıt numarasıyla onaylanmıştır.

Hasta Onamı: Katılımcılardan yazılı onam alınmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış Bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir -ÖK, İA; Tasarım - ÖK, İA; Denetleme - ÖK, İA; Kaynaklar -BU, MM, AK, AB, FÇ; Veri Toplanması ve/veya İşlenmesi - AK, MM, FÇ, AB; Analiz ve/veya Yorum - ÖK, AK, MM, BU; Literatür Taraması - MM, BU, AB, FÇ; Yazıyı Yazan - İA, MM, AK, BU.

Çıkar Çatışması: Yoktur.

Finansal Destek: Finansal destek kullanılmamıştır.

KAYNAKLAR

- Ahlbom, A., Green, A., Kheifets, L., Savitz, D., & Swerdlow, A.; ICNIRP (International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection) Standing Committee on Epidemiology. (2004). Epidemiology of health effects of radiofrequency exposure. *Environmental Health Perspectives*, 112(17), 1741-1754. [Crossref]
- Akleman, F., Özyalçın, M. O., & Levents. (1999). Elektromanyetik Kirlilik ve Modelleme Teknikleri. Bilişim Toplumuna Giderken Elektromanyetik Kirlilik Etkileri Sempozyumu Tutanağı 135-139.
- Al-Dousary, S. H. (2007). Mobile phone induced hearing loss. *Saudi Med J*, 28(80), 1283-1286.
- Drossos, A., Santomaa, V., & Kuster, N. (2000). The dependence of electromagnetic energy absorption upon human head tissue composition in the frequency range of 300-3000 MHz. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, 48(11), 1988-1995. [Crossref]
- Federal Communications Commission. (2014). Specific absorption rate (SAR) for cell phones: what it means for you. [Last Updated/Reviewed: 15.10.2019] <https://www.fcc.gov/consumers/guides/specific-absorption-rate-sar-cell-phones-what-it-means-you>
- Göçer, C., İriz, A., Dağlı, M., Taştan, E., Boynueğri, S., Uzun, A., & Eryılmaz, A. (2003). Cep Telefonu Kullanımının İşitme Üzerine Etkilerinin Yüksek Frekans Odyometrisi ile Araştırılması. *KBB ve BBC Dergisi*, 11(3), 115-120. <http://dergi.kbb-bbc.org.tr/uploads/pdf/2003-11-3-115-120.pdf>
- Nakamura, H., Matsuzaki, I., Hatta, K., Nobukuni, Y., Kambayashi, Y., Ogino, K. (2003). Nonthermal effects of mobile-phone frequency microwaves on uteroplacental functions in pregnant rats. *Reproductive Toxicology*, 17(3), 321-326. [Crossref]
- Oktem, F., Ozguner, F., Mollaoglu, H., Koyu, A., Uz, E. (2005). Oxidative damage in the kidney induce by 900-MHz-emitted mobile phone: protection by melatonin. *Archives of Medical Research*, 36(4), 350-355. [Crossref]
- Özkaş, H. M. (1999). Günlük Hayatta Karşılaşılan Elektromanyetik Alanlar ve İnsan Sağlığı. *Bilişim Toplumuna Giderken Elektromanyetik Kirlilik Etkileri Sempozyumu*, ss.7-11.
- Panda, N. K., Jain, R., Bakshi, J., Munjal, S. (2010). Audiologic disturbances in long-term mobile phone users. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 39(1), 5-11.
- Panda, N. K., Modi, R., Munjal, S., Virk, R. S. (2011). Auditory changes in mobile users: is evidence forthcoming? *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 144(4), 581-585. [Crossref]
- Repacholi, M. H. (1998). Low-level exposure to radiofrequency electromagnetic fields: health effects and research needs. *Bioelectromagnetics*, 19(1), 1-19. [Crossref]
- Moulder, J. E., Foster, K. R., Erdreich, L. S., McNamee, J. P. (2006). Mobile phones, mobile phone base stations and cancer. *International Journal of Radiation Biology*, 81(3), 189-203. [Crossref]
- Steward et al. UK Report on Mobile Phones. *Health Physics* 79:211;2000 (PMID: 10910394)
- Tonndorf, J., Kurman, B. (1984). High Frequency Audiometer. *Annals of Otolaryngology & Laryngology*, 93(6), 576-582. [Crossref]
- Velayutham, P., Govindasamy, G. K., Raman, R., Prepageran, N., Ng, K. H. (2014). High-frequency hearing loss among mobile phone users. *Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery*, 66(S1), 169-172. [Crossref]
- Wagner, P., Roschke, J., Mann, K., Jurgen, F., Hiller, W., Frank, C., Grozinger, M. (2000). Human Sleep EEG under the Influence of Pulsed Radio Frequency Electromagnetic Fields. *Neuropsychobiology* 42(4), 207-212.
- World Health Organization. (2014). Electromagnetic fields and public health: mobile phones. [Erişim Tarihi: 17.04.2019] <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/electromagnetic-fields-and-public-health-mobile-phones>
- Şahin, E. (2017). Popüler iPhone Modellerinin SAR Değerleri! *Webteknoloji, İzmo Bilişim*. [Erişim Tarihi: 22.05.2019] <https://www.webteknoloji.com/populer-iphone-modellerinin-sar-degerleri-h25577.html>