

Kadınların gebelik esnasında cep telefonu kullanımı bebeklerde işitme sorunlarına sebep oluyor mu? Ön gözlem

Hava Bektaş¹ , Süleyman Daşdağ² , Mehmet Selçuk Bektaş³ 

¹Van Yüzcüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyofizik Anabilim Dalı, Van

²İstanbul Medeniyet Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyofizik Anabilim Dalı, İstanbul

³Lokman Hekim Hastanesi, Pediatri Kliniği, Neonatoloji Bölümü, Van

Özet

Amaç: Bazı çalışmalarda, cep telefonları ile uzun süreli görüşme yapmanın işitme kaybına neden olabileceği ileri sürülmektedir. Ancak gebelik esnasında cep telefonu kullanımının anne karnındaki bebeklerin işitme yetileri üzerinde etkileri olup olmadığı araştırılmamıştır. Bu nedenle, insan popülasyonu üzerindeki bu çalışmamızdaki amacımız cep telefonlarından yayılan intrauterin radyofrekans radyasyonuna (RFR) maruz kalmanın yenidoğanların işitme yetileri üzerindeki etkilerini araştırmaktır.

Yöntem: Çalışma popülasyonu 149 yenidoğandan oluşmaktadır. Çalışmadaki gebeler, RFR maruziyet süresine göre 4 gruba ayrılmış olup bunlar, RFR'ye maruz kalmama, RFR'ye 2-15 dakika/gün maruziyet, RFR'ye 15-60 dakika/gün maruziyet ve RFR'ye 60 dakika/gün'den fazla maruziyet gruplarıdır. Yenidoğanlarda geçici uyarılmış otoakustik emisyon ve oto-işitsel beyin sapı yanıtı şeklinde gerçekleştirilen işitme taraması analizlerinin sonuçları retrospektif olarak araştırılmıştır.

Bulgular: Bulgular, gebelik esnasında 900 ve 1800 MHz RFR maruziyetinin yenidoğanlarda işitme kaybına yol açmadığını göstermiştir.

Sonuç: Sonuç olarak, yenidoğanlarda işitme hassasiyetinin ve çevre sesi algısının intrauterin dönemde cep telefonlarının yaydığı RFR maruziyetinden etkilenmediğini gözlemledik. Konuyu açıklığa kavuşturmak için ek çalışmalar yapılmalıdır.

Anahtar sözcükler: Radyofrekans radyasyonu, cep telefonu, gebeler, bebek, işitme kaybı.

Abstract: Does mobile phone use of women during pregnancy cause hearing problems in infants? Preliminary observation

Objective: Some studies have claimed that long-term conversation with mobile phones can cause hearing loss. However, it has not been investigated whether exposure to mobile phones during pregnancy affects the hearing of babies in the womb. Therefore, the aim of this human study was to investigate the effects of intrauterine radiofrequency radiation (RFR) exposure emitted from mobile phones on the hearing of newborns.

Methods: The study population comprised 149 newborns. Pregnant women in this study were divided into 4 groups according to RFR exposure duration, such as non-exposure to RFR, exposure to RFR for 2-15 min/day, exposure to RFR for 15-60 min/day, and exposure to RFR for more than 60 min/day. The results of the hearing screening analyses of the newborns, which were performed using transiently evoked otoacoustic emission and auto auditory brainstem response, were investigated retrospectively.

Results: The results of this study indicated that 900 and 1800 MHz RFR exposure during pregnancy did not cause hearing loss in newborns.

Conclusion: In conclusion, we observed that the hearing sensitivity and peripheral sound perception of newborns were not affected by RFR exposure emitted from mobile phones during the intrauterine period. Further studies should be performed to illuminate the subject.

Keywords: Radio frequency radiation, mobile phone, pregnant women, infant, hearing loss.

Giriş

Son yıllarda cep telefonları, oyun konsolları, İnternet hizmeti sağlayıcıları vb. gibi kablosuz cihazlardan yayılan radyofrekans radyasyonuna (RFR) maruziyet, bu

cihazların yaygın kullanımı nedeniyle önemli ölçüde artmıştır. Bu konuyla ilişkili çeşitli çalışmalar, RFR maruziyetinin nörogelişim, kan-beyin bariyeri, demiyelinizasyon, nörotransmitter salınımı üzerinde etkisi olabile-

Yazışma adresi: Dr. Süleyman Daşdağ, İstanbul Medeniyet Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyofizik Anabilim Dalı, İstanbul.

e-posta: sdatasdag@gmail.com / **Geliş tarihi:** 1 Mayıs 2020; **Kabul tarihi:** 14 Haziran 2020

Bu yazının atf künyesi: Bektaş H, Daşdağ S, Bektaş MS. Does mobile phone use of women during pregnancy cause hearing problems in infants? Preliminary observation. Perinatal Journal 2020;28(2):101-107. doi:10.2399/prn.20.0282013

Bu yazının çevrimiçi İngilizce sürümü: www.perinataljournal.com/20200282013

ORCID ID: H. Bektaş 0000-0001-9654-1319; S. Daşdağ 0000-0003-1211-9677; M. S. Bektaş 0000-0001-5698-4510

ceğini, hücre döngüsü regülasyonunda değişimlere yol açabileceğini ve intrasellüler ve bazı moleküler yolları değiştirebileceğini, merkezi sinir sisteminde değişikliklere sebep olabileceğini bildirmiştir.^[1] Elektromanyetik alan (EMF) maruziyetinin etkileyebileceği, sağlık sorunları yönünden en önemli gruplar gebeler ve çocuklardır. İstanbul'da Dünya Sağlık Örgütü'nün düzenlediği bir çalışmada çocukların EMF'lere karşı hassasiyeti tartışılmıştır ve bu alandaki çalışma sayısının artırılması gerektiği vurgulanmıştır.^[2]

Yapılan çalışmalar, RFR'nin erken gebelik döneminde, proteinler, lipidler ve DNA gibi biyomoleküllerin yapısını bozabileceğini^[3-6] ve gen ekspresyonunu değiştirebileceğini^[7] ve oksidatif stres ile sonuçlanabileceğini göstermiştir. Vücudun absorbe ettiği RFR miktarı, vücuttaki su miktarında değişiklikler nedeniyle gebelik dönemindeki değişimleri göstermektedir.^[8] Bir bebeğin sinir sistemi prenatal dönemde hızlı şekilde oluşmaktadır ve beyin dokuları, kendi yüksek su içeriği sayesinde yüksek iletkenliğe sahiptir.^[9] Maskey ve ark.,^[10] işitsel beyin sapı bölgesinin, merkezi işitsel sistem fonksiyonunu etkileyecek kronik RFR maruziyetine [835 MHz, 4.0 W/kg spesifik absorpsiyon oranı (SAR)] karşı hassas olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, RFR'ye maruz bırakılan sıçanlardaki ABR testlerinin sonuçları, işitsel disfonksiyondan kaynaklanmış olabilecek anlamlı bir eşik değer artışı sergilemiştir.^[10]

İşitme duyusunun kısmen veya tamamen kaybedilmesi olan işitme kaybı, dış veya iç kulaktaki bazı defektlerden kaynaklanmaktadır. Bu defektler, ses dalgalarının aktarılmasını yavaşlatabilir ve hatta tamamen engelleyebilir. Bir diğer işitme kaybı türü ise, iç kulaktaki işitme tüy hücrelerinin hasar görmesinden kaynaklanmaktadır. İşitme sinirindeki veya beyin yollarındaki hasar, merkezi işitme kaybına neden olabilir. Canlı doğan bebeklerde işitme kaybı insidansı 1-6/1000 bebek olarak bildirilmiştir ve bu oran, riskli gruplardaki yenidoğanlarda 10/1000'e kadar çıkmaktadır.^[11] Konjenital işitme kayıplarının yaklaşık %50-60'ı kalıtsaldır. Konjenital işitme kayıplarının %40-50'sinin intrauterin enfeksiyonlar, hipoksi, hiperbilirubinemi, prematürite, düşük doğum ağırlığı, ototoksik ilaç kullanımı, hipotiroidi, sepsis, menenjit ve persistan pulmoner hipertansiyon gibi bozukluklardan kaynaklandığı bildirilmiştir.^[12] Bu risk faktörleri kokleayı olumsuz etkilemektedir.

Geçici uyarılmış otoakustik emisyonlar (TEOAE) ve işitsel beyin sapı yanıtı (ABR) testleri, erken dönem-

de bebeklerdeki işitme kaybını tespit etmekte kullanılan analizlerdir. Bu testler non-invaziftir ve objektif ve fizyolojik ölçümler sunar.^[13] Sekizinci sinir ve işitsel beyin sapı disfonksiyonu TEOAE testiyle tespit edilemez. Bu patoloji türlerinde işitme kaybına rağmen normal bir TEOAE yanıtı alınabilir. Bu nedenle, nörolojik işitme kaybı risk faktörüne sahip bebeklerde TEOAE yeterli bir tarama testi değildir. ABR testi, 8. sinirden beyin sapına kadar olan bölümdeki işitme fonksiyonunu değerlendiren elektrofizyolojik bir ölçüm olarak yıllardır kullanılmaktadır. ABR testinde beyin sapının işitsel yolu ve işitme sinirinin elektrikselsel yanıtları, hastanın alın, mastoid ve boyun bölgelerine yerleştirilen elektrodlarla verilen tıklama uyarısına karşı değerlendirilir. Günümüzde TEOAE ve ABR testleri genellikle, işitme kaybı taraması için yenidoğan kliniklerinde birlikte kullanılmaktadır. Yenidoğan TEOAE testinden en az iki kez geçemediğinde, ABR testinin 3 ay sonra uygulanması gerekir. Ancak yenidoğanda bir veya daha fazla işitme kaybı risk faktörü mevcutsa, ABR testini beklemeden yaptırmak uygundur.

Cep telefonlarından yayılan RFR'nin fetüs ve yenidoğanların işitme sistemleri üzerindeki etkilerini araştıran çalışmalar oldukça kısıtlıdır. Bu hususla ilgili olarak çoğunluğu hayvanlar üzerinde gerçekleştirilen incelemeler, deneysel ortamlar, teknikler ve SAR'lar gibi parametreler bakımından farklılıklara sahiptir. Deneysel ortamlardaki farklılıklar ve çalışma sonuçlarındaki tutarsızlıklar, çelişkilere yol açmıştır. Daha önceki çalışmaların bazıları, RFR'nin hem insanlarda hem de hayvanlarda işitme kaybına yol açabildiğini göstermiştir.^[1,10,14-22] Mevcut çalışmanın amacı, anne karnındaki bebeklerin işitme sistemi gelişimlerinin gebelik esnasında annelerinin cep telefonu kullanımından etkilenip etkilenmediğini ortaya koymaktır. Bu çalışmadaki gebelerin kullandıkları cep telefonları akıllı telefonlardan (SAR değerleri 0.57-0.65 W/kg arasında) oluşmaktadır. Bu çalışmanın yapıldığı tarihlerde Türkiye'de 3G teknolojisi kullanılmaktaydı. Dijital olarak güçlendirilmiş kablosuz iletişim gebeler tarafından kullanılmamıştır. Bu çalışma için daha önce belirlenmiş kabul kriterlerini karşılayan bebeklerde yapılan TEOAE ve ABR testlerinin sonuçları kullanılmıştır.

Yöntem

Çalışma, Helsinki Bildirgesine uygun olarak gerçekleştirilmiştir ve çalışma protokolü Van Yüzüncü Yıl

Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (Rapor No: 2019/14-04). Öncelikle, çalışmaya kabul edilen gebeler; herhangi bir tıbbi tedavi görmüş, kronik sistemik hastalığı, çoklu gebeliği, ailede işitme kaybı hikayesi ve akraba evliliği olan kadınlar çalışma dışı bırakılarak tespit edilmiştir. Çalışmaya, 18–40 yaş arasında 149 gönüllü gebe dahil edilmiştir. Çalışmaya başlamadan önce tüm gebelerden aydınlatılmış onam alınmıştır. Gebeler, günlük cep telefonu kullanımlarına göre 4 gruba ayrılmıştır. Kontrol Grubu: gebelik esnasında cep telefonu kullanmayanlar (n=37); Grup 1: günde 2–15 dakika cep telefonu kullananlar (n=39); Grup 2: günde 15–60 dakika cep telefonu kullananlar (n=37) ve Grup 3: günde 60 dakikadan fazla cep telefonu kullananlar (n=36). Gebelerin günlük cep telefonu kullanımları, GSM hizmet sağlayıcılarından alınan faturalarla doğrulanmıştır.

Bebekler taburcu edilmeden önce, kullanılan ilk işitme testleri olan TEOAE testleri (TEOAE1 ve TEOAE2) uygulanmıştır. Testler <45 dB'de kendinden gürültülü bir test ortamında Ero-scan (Madsen Accuscreen, Natus Medical Denmark ApS., Taastrup, Danimarka) cihazıyla gerçekleştirilmiştir. Prob, kalibrasyon için hastaların dış kulak yoluna yerleştirilmiş ve ardından test başlamıştır. TEOAE'de verilen uyarıcı yoğunluğu 26–36 dB'dir. Tarama sonuçları, geçti/geçemedi kriterleriyle Ero-scan cihazı tarafından otomatik olarak belirlenmiştir. Geçti sonucu görüntülediğinde, işitme taraması geçti olarak kaydedilmiştir. Bu çalışmada, işitme kaybına neden olacak risk faktörlerine sahip bebekler (ailede işitme kaybı ve akraba evliliği, doğum defektleri ve toksoplazma, kızamık veya herpes vb. gibi enfeksiyonlar) çalışma dışı bırakılmıştır.

ABR testi, ses geçirmez bir odada işitsel uyarımlı potansiyel analizör (EP25, Interacoustics, Middelfart, Danimarka) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Olgular doğal uykudayken veya %10 kloral hidrat verildikten sonra hipnoz altındayken ipsilateral mastoid ve alın bölgesine referans elektrotu ve kayıt edici elektrot yerleştirilmiş ve $\leq 5K\Omega$ elektrotlar arası direnç ve 100–3000 Hz filtreleme bant genişliği ile dalgalı tıklama uyarımı uygulanmıştır. Tarama 10 ms boyunca yapılmıştır. Yenidoğanlarda TEOAE ve ABR testleri uygulanarak gerçekleştirilen işitme tarama analizinin sonuçlarına arşiv taramasıyla ulaşılmıştır.

Maternal ve paternal yaş, babanın yaşı, gebelik esnasında annenin aldığı kilo, gebelikte doktor ziyareti sayısı,

telefon SAR değeri, doğum türü, fetal distres, mekonyum varlığı, toksoplazmoz, rubella, sitomegalovirüs, çoklu gebelik, ölü doğum, demir, D vitamini ve folik asit içeren gestasyonel vitamin kullanımı, radyasyona maruz kalma, idrar yolu enfeksiyonları, vajinit, koryoamniyonit, sigara ve içki kullanımı, içilen günlük sigara miktarı, yakın çevrede baz istasyonu varlığı vb. karıştırıcı faktörlerin etkili olup olmadığı kovaryans analizi ile belirlendi. $p>0.05$ olduğu için gruplar üzerinde karıştırıcı faktörlerin etkin olmadığı saptandı.

Sürekli değişkenler için betimleyici istatistikler ortalama, standart sapma ve minimum ve maksimum değerler olarak sunulurken, kategorik değişkenler için sayı ve yüzdeler kullanıldı. Kategorik değişkenler arasındaki lineer ilişkilerin belirlenmesi için ki kare testi uygulandı. $p<0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi ve istatistiksel hesaplamaların tümü için Social Sciences (SPSS) v.13 (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) programı kullanıldı. Ayrıca, Yorgancılar ve ark.^[14] tarafından gerçekleştirilen daha önceki bir çalışmanın sonuçlarında işitme testlerinin (p) %75 ile %95 arasında değişen bir başarı oranına sahip olması nedeniyle, çalışmamızda başarı oranı %85 olarak kabul edildi. Bunlara ek olarak, 0.05 tip I hata oranı için Z değeri ve etki boyutu sırasıyla 1.96 ve %6 olarak kabul edildi. Bu bilgiler temelinde gerekli örneklem boyutu, örneklem boyutu hesaplaması denklemine $[n=Z^2 (pq)/d^2]$ göre en az 136 olgu olarak belirlendi. Bir diğer deyişle, mevcut çalışmanın istatistiksel gücü (örneklem boyutu) doğru idi.

Bulgular

Bu çalışmada, kontrol grubundaki yenidoğanların %91.9'u, Grup 1'deki yenidoğanların %89.7'si, Grup 2'deki yenidoğanların %97.3'ü ve Grup 3'teki yenidoğanların %80.6'sı TEOAE1 testini geçti (**Tablo 1**). $p>0.05$ değeri nedeniyle TEOAE1 testinin sonuçları konuşma gruplarıyla istatistiksel olarak ilişkili değildi. Çalışmamızda, kontrol grubundaki yenidoğanların %80.0'ı, Grup 1'deki yenidoğanların %50.0'ı, Grup 2'deki yenidoğanların %100.0'ı ve Grup 3'teki yenidoğanların %65.0'ı TEOAE2 testini geçti (**Tablo 2**). Gruplar arasında TEOAE2 testinin sonuçları karşılaştırıldığında anlamlı farklılık saptanmadı ($p=0.280$). Daha önceki 2 testten (TEOAE1 ve TEOAE2) geçtikleri için çalışmaya dahil edilen bebeklerin sadece 58'ine ABR testi uygulandı ve bu olgular nihai olarak tüm testlerden geçtiler.

Tartışma

Yenidoğanlar TEOAE ve ABR testlerinden başarılı şekilde geçmiştir. Gebelerin kullandığı cep telefonları, GSM hizmet sağlayıcılardan alınan bilgiye göre 900 ile 1800 MHz arasında RFR yaymaktaydı. İşitme testlerinin sonuçlarına göre konuşma grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı hiçbir fark bulunmadı. Elde edilen sonuçlar, 900 ile 1800 MHz arasında RFR'ye maruz kalmanın intrauterin dönem boyunca yenidoğanların işitme durumları üzerinde hiçbir etkiye sahip olmadığını göstermiştir. Ayrıca, prenatal dönem boyunca bebeklerin RFR'ye maruz kalma sürelerinin de herhangi bir etkisini olmadığını bulunmuştur.

RFR maruziyetinin fetüs ve yenidoğanlar üzerindeki etkileri halen tam olarak bilinmemektedir. Birçok çalışma, Uluslararası İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyondan Koruma Kurulunun güvenlik standartları altındaki RFR maruziyetinin bile insan sağlığı üzerinde zararlı etkilere sahip olduğunu bildirmiştir.^[23]

Fetüsler, fetal nöral sistem oluşumundan sorumlu olan çok sayıda kök hücreye sahiptir.^[24] Kök hücreler toksinlere ve RFR'ye karşı çok duyarlıdır. Bu nedenle fetüsün EMF'lere maruziyeti advers sağlık sonuçları riskini

artırmaktadır.^[25] Birçok çalışma, insan kök hücresinde RFR maruziyeti ile ilişkili zararlı etkiler bildirmiştir.^[26,27] Danimarka Ulusal Doğum Kohortunda gerçekleştirilen bir çalışmada, gebelik esnasında annelerin cep telefonu kullanımı ile çocuklarının davranış sorunları arasında olumlu ve doza bağlı bir ilişki bildirmiştir.^[28-30] Ayrıca, beyin gelişimi prenatal dönemde RFR maruziyetine karşı oldukça hassastır.^[23] Hardell ve Sage,^[31] RFR maruziyetinin beyinde ve nöral sistem fonksiyonlarında bazı değişikliklere yol açabileceğini ve çocukların uzun süreli RFR maruziyetinin bilinmeyen biyolojik komplikasyonlarına karşı uyarılmaları gerektiğini belirtmiştir. Bunlara ek olarak, maruziyet seviyeleri birçok ülkede kabul edilen yasal sınırlar içerisinde olsa bile gebelik esnasında RFR maruziyetinin fetüslerde advers sağlık etkilerine sebep olabileceği belirtilmiştir.^[23] Bazı çalışmalar, RFR'ye maruz kalmanın gebelik esnasında gen ekspresyonunu değiştirebileceğini bildirmiştir.^[7,32] Ancak gerçekleştirilen az sayıda epidemiyolojik çalışmada, gelişimsel sonuçlar ile prenatal RFR maruziyeti arasında potansiyel bir ilişkiyi ortaya koymada yetersizdi.^[33,34]

RFR'nin merkezi veya periferik işitme sistemi üzerindeki etkilerini birçok çalışmada araştırılmıştır. Bazı

Tablo 1. TEOAE1 testinin sonuçları.

Konuşma		TEOAE1			
		Geçti	Başarısız (çift taraflı)	Başarısız (tek taraflı)	Toplam
Kontrol	Sayı	34	2	1	37
	Konuşurken %	%91.9	%5.4	%2.7	%100.0
	TEOAE1'de %	%25.4	%20.0	%20.0	%24.8
	Toplam %	%22.8	%1.3	%0.7	%24.8
2-15 dk/gün (Grup 1)	Sayı	35	3	1	39
	Konuşurken %	%89.7	%7.7	%2.6	%100.0
	TEOAE1'de %	%26.1	%30.0	%20.0	%26.2
	Toplam %	%23.5	%2.0	%0.7	%26.2
15-60 dk/gün (Grup 2)	Sayı	36	0	1	37
	Konuşurken %	%97.3	%0.0	%2.7	%100.0
	TEOAE1'de %	%26.9	%0.0	%20.0	%24.8
	Toplam %	%24.2	%0.0	%0.7	%24.8
>60 dk/gün (Goup 3)	Sayı	29	5	2	36
	Konuşurken %	%80.6	%13.9	%5.6	%100.0
	TEOAE1'de %	%21.6	%50.0	%40.0	%24.2
	Toplam %	%19.5	%3.4	%1.3	%24.2
Toplam	Sayı	134	10	5	149
	Konuşurken %	%89.9	%6.7	%3.4	%100.0
	TEOAE1'de %	%100.0	%100.0	%100.0	%100.0
	Toplam %	%89.9	%6.7	%3.4	%100.0

Pearson ki kare testi= 6.674; p=.352.

araştırmacılar, ABR testini veya potansiyel olarak ilişkili işitsel olayları kullanarak RFR maruziyetinin merkezi işitme sistemi üzerindeki etkilerini araştırmıştır, ancak hiçbir etki tespit edilememiştir. Benzer şekilde otoakustik emisyonları kullanarak birçok çalışma gerçekleştirilmiştir, ancak RFR maruziyetinin iç kulakta herhangi bir etkiye sebep olmadığı bildirilmiştir.^[16-19] 900 MHz cep telefonu RFR'sinin sıçanların koklear fonksiyonu üzerindeki etkileri incelendiğinde, DPOAE değerlerinde hiçbir varyasyon tespit edilmemiştir.^[20] Benzer şekilde bir başka çalışmada, maksimum güçte (900 MHz'de 2 W veya 1800 MHz'de 1 W) 10 dakikalık RFR maruziyetinin DPOAE değerlerinde hiçbir değişikliğe yol açmadığı bildirilmiştir.^[21] Öte yandan, 2.4 GHz RFR'ye 24 saat/günlük uzun süreli maruziyetin DPOAE değerlerini önemli ölçüde etkilediği ve yetişkin Wistar sıçanlarının işitme yetisinde bozukluğa neden olabileceği bildirilmiştir.^[14] Postnatal dönemde fareler üzerinde yapılan yakın tarihli bir çalışmada, 1850 MHz RFR'ye maruziyet sonrasında ABR testinin işitme eşik değerinde hiçbir anlamlı değişiklik gözlemlenmemiştir. RFR'nin beyin sapı işitsel devrelerini doğrudan etkileyebileceği, fakat genel ses algısında bir değişikliğe neden olmayacağı bil-

dirilmiştir.^[1] Bir başka çalışmada, cep telefonlarından yayılan 900 ve 1800 MHz arasındaki RFR'ye maruziyet sonrasında 30 olgunun TEOAE sonuçlarında hiçbir anlamlı etki gözlemlenmemiştir.^[22] Bu çelişkili sonuçlar, RFR kaynaklarının benzer olmayan tasarımlarından kaynaklanmış olabilir.^[35,36] İntrauterin ve ekstrauterin dönemlerde RFR'ye maruz kalan yavru tavşanların koklear fonksiyonlarına ilişkin bir çalışmada, intrauterin dönemde GSM benzeri RFR'nin ekstrauterin döneme kıyasla daha az zararlı olduğu bildirilmiştir. Bu durum, orta ve iç kulaktaki sıvı içeriğinin ve intrauterin dönemdeki amniyotik sıvının koruyucu bir role sahip olması nedeniyleledir.^[37]

Mevcut çalışma sonuçlarının olası bir açıklaması da, maternal östrojen ve kortikosteroidlerin koruyucu etkileri olabilir. Maternal östrojenin gebelik esnasında arttığı iyi bilinmektedir. İşitme sisteminde beyin kaynaklı nörotrofik faktör içeren β -aracılı nöro-koruyucu etkinliğe sahip östrojen reseptörü, iç kulağın fonksiyonlarını korumaktadır.^[37] Ayrıca, prenatal dönemde artan maternal kortikosteroidler işitme sistemini korumakta ve kulağı cep telefonlarından yayılan RFR'nin zarar verici etkilerinden korumaktadır.^[37]

Tablo 2. TEOAE2 testinin sonuçları.

Konuşma		TEOAE2			Toplam
		Geçti	Başarısız (çift taraflı)	Başarısız (tek taraflı)	
Kontrol	Sayı	12	2	1	15
	Konuşurken %	%80.0	%13.3	%6.7	%100.0
	TEOAE2'de %	%30.0	%20.0	%25.0	%27.8
	Toplam %	%22.2	%3.7	%1.9	%27.8
2-15 dk/gün (Grup 1)	Sayı	4	3	1	8
	Konuşurken %	%50.0	%37.5	%12.5	%100.0
	TEOAE2'de %	%10.0	%30.0	%25.0	%14.8
	Toplam %	%7.4	%5.6	%1.9	%14.8
15-60 dk/gün (Grup 2)	Sayı	11	0	0	11
	Konuşurken %	%100.0	%0.0	%0.0	%100.0
	TEOAE2'de %	%27.5	%0.0	%0.0	%20.4
	Toplam %	%20.4	%0.0	%0.0	%20.4
>60 dk/gün (Grup 3)	Sayı	13	5	2	20
	Konuşurken %	%65.0	%25.0	%10.0	%100.0
	TEOAE2'de %	%32.5	%50.0	%50.0	%37.0
	Toplam %	%24.1	%9.3	%3.7	%37.0
Toplam	Sayı	40	10	4	54
	Konuşurken %	%74.1	%18.5	%7.4	%100.0
	TEOAE2'de %	%100.0	%100.0	%100.0	%100.0
	Toplam %	%74.1	%18.5	%7.4	%100.0

Pearson ki kare testi=7.470; p=0.280

Sonuç

Sonuç olarak bu çalışmada sunulan veriler, yenidoğanların işitme hassasiyetinin ve çevresel ses algısının intrauterin dönemde cep telefonlarından yayılan RFR maruziyetinden etkilenmediğini göstermektedir. Ancak RFR maruziyetinin, ses algısı fonksiyonlarını etkilemeden prenatal dönemde işitsel sinir sisteminde devre değişikliklerine yol açabileceği belirtilmelidir. Bildiğimiz kadarıyla çalışmamız, prenatal dönemde annelerin cep telefonu kullanımının yenidoğanların işitme duyusu üzerindeki etkilerini araştıran ilk insanlı çalışmadır. Bugüne kadar bu konuda yapılan çalışmalar arasında deneysel parametreler ve araştırma sonuçları bakımından herhangi bir tutarlılık yoktur. Bu nedenle RFR maruziyetinin özelliklerinin belirlenmesi, ileride aksiyon EMF'lerin mekanizmalarını araştırmada önemli olabilir.

Çıkar Çakışması: Çıkar çakışması bulunmadığı belirtilmiştir.

Kaynaklar

- Kim JH, Huh YH, Lee JH, Jung JY, Ahn SC, Kim HR. Early exposure to radiofrequency electromagnetic fields at 1850 MHz affects auditory circuits in early postnatal mice. *Sci Rep* 2019;9:377. [PubMed] [CrossRef]
- Kheifets L, Repacholi M, Saunders R, van Deventer E. The sensitivity of children to electromagnetic fields. *Pediatrics* 2005;116:e303–13. [PubMed] [CrossRef]
- Lai H, Singh NP. Single- and double-strand DNA breaks in rat brain cells after acute exposure to radiofrequency electromagnetic radiation. *Int J Radiat Biol* 1996;69:513–21. [PubMed] [CrossRef]
- Dasdag S, Akdag MZ, Aksen F, Bashan M, Buyukbayram H. Does 900 MHz GSM mobile phone exposure affect rat brain? *Electromagn Biol Med* 2004;23:201–14. [CrossRef]
- Dasdag S, Akdag MZ, Ulukaya E, Uzunlar AK, Ocak AR. Effect of mobile phone exposure on apoptotic glial cells and status of oxidative stress in rat brain. *Electromagn Biol Med* 2009;28:342–54. [PubMed] [CrossRef]
- Dasdag S, Akdag MZ, Kizil G, Kizil M, Cakir DU, Yokus B. Effect of 900 MHz Radio frequency radiation on beta amyloid protein, protein carbonyl, and malondialdehyde in the brain. *Electromagn Biol Med* 2012;31:67–74. [PubMed] [CrossRef]
- Pyrpasopoulou A, Kotoula V, Cheva A, Hytiroglou P, Nikolakaki E, Magras IN, et al. Bone morphogenetic protein expression in newborn rat kidneys after prenatal exposure to radiofrequency radiation. *Bioelectromagnetics* 2004;25:216–27. [PubMed] [CrossRef]
- Keshvari J, Keshvari R, Lang S. The effect of increase in dielectric values on specific absorption rate (SAR) in eye and head tissues following 900, 1800 and 2450 MHz radio frequency (RF) exposure. *Phys Med Biol* 2006;51:1463–77. [PubMed] [CrossRef]
- Otto M, von Mühlendahl KE. Electromagnetic fields (EMF): do they play a role in children's environmental health (CEH)? *Int J Hyg Environ Health* 2007;210:635–44. [PubMed] [CrossRef]
- Maskey D, Kim HG, Suh MW, Roh GS, Kim MJ. Alteration of glycine receptor immunoreactivity in the auditory brainstem of mice following three months of exposure to radiofrequency radiation at SAR 4.0 W/kg. *Int J Mol Med* 2014;34:409–19. [PubMed] [CrossRef]
- European Consensus Statement on Neonatal Hearing Screening Finalized at the European Consensus Development Conference on Neonatal Hearing Screening. Milan, 15–16 May 1998. *Acta Paediatr* 1999;88:107–8. [PubMed] [CrossRef]
- Cunningham M, Cox EO; Committee on Practice and Ambulatory Medicine and the Section on Otolaryngology and Bronchoesophagology. Hearing assessment in infants and children: recommendations beyond neonatal screening. *Pediatrics* 2003;111:436–40. [PubMed] [CrossRef]
- Markides A. Age at fitting of hearing aids and speech intelligibility. *Br J Audiol* 1986;20:165–7. [PubMed] [CrossRef]
- Yorgancilar E, Dasdag S, Akdag MZ, Akkus Z, Akdag M, Topcu I. Does all-day and long-term exposure to radiofrequency radiation emitted from Wi-Fi affect hearing? *Biotechnol Biotechnol Equip* 2017;31:1204–9. [CrossRef]
- Oktay MF, Dasdag S. Effects of intensive and moderate cellular phone use on hearing function. *Electromagn Biol Med* 2006;25:13–21. [PubMed] [CrossRef]
- Mora R, Crippa B, Mora F, Dellepiane M. A study of the effects of cellular telephone microwave radiation on the auditory system in healthy men. *Ear Nose Throat J* 2006;85:160–3. [PubMed]
- Ozturan O, Erdem T, Miman MC, Kalcioğlu MT, Oncel S. Effects of the electromagnetic field of mobile telephones on hearing. *Acta Otolaryngol* 2002;122:289–93. [PubMed] [CrossRef]
- Monnery PM, Srouji EI, Bartlett J. Is cochlear outer hair cell function affected by mobile telephone radiation? *Clin Otolaryngol Allied Sci* 2004;29:747–9. [PubMed] [CrossRef]
- Janssen T, Boege P, von Mikusch-Buchberg J, Raczek J. Investigation of potential effects of cellular phones on human auditory function by means of distortion product otoacoustic emissions. *J Acoust Soc Am* 2005;117:1241–7. [PubMed] [CrossRef]
- Galloni P, Lovisolo GA, Mancini S, Parazzini M, Pinto R, Piscitelli M, et al. Effects of 900 MHz electromagnetic fields exposure on cochlear cells' functionality in rats: evaluation of distortion product otoacoustic emissions. *Bioelectromagnetics* 2005;26:536–47. [PubMed] [CrossRef]
- Parazzini M, Bell S, Thuroczy G, Molnar F, Tognola G, Lutman ME, et al. Influence on the mechanisms of generation of distortion product otoacoustic emissions of mobile phone exposure. *Hear Res* 2005;208:68–78. [PubMed] [CrossRef]
- Uloziene I, Uloza V, Gradauskiene E, Saferis V. Assessment of potential effects of electromagnetic fields of mobile phones on hearing. *BMC Public Health* 2005;5:39. [PubMed] [CrossRef]

23. Bektas H, Dasdag S. Effects of radiofrequencies emitted from mobile phones and Wi-Fi on pregnancy. *Journal of International Dental and Medical Research* 2017;10:1084–95.
24. Franco SJ, Gil-Sanz C, Martínez-Garay I, Espinosa A, Harkins-Perry SR, Ramos C, et al. Fate-restricted neural progenitors in the mammalian cerebral cortex. *Science* 2012; 337:746–9. [PubMed] [CrossRef]
25. Kheifets L, Repacholi M, Saunders R, van Deventer E. The sensitivity of children to electromagnetic fields. *Pediatrics* 2005;116:e303–33. [PubMed] [CrossRef]
26. Czyz J, Guan K, Zeng Q, Nikolova T, Meister A, Schönborn F, et al. High frequency electromagnetic fields (GSM signals) affect gene expression levels in tumor suppressor p53-deficient embryonic stem cells. *Bioelectromagnetics* 2004; 25:296–307. [PubMed] [CrossRef]
27. Belyaev IY. Dependence of non-thermal biological effects of microwaves on physical and biological variables: implications for reproducibility and safety standards. In: Giliani I, Soffritti M, editors. *Non-thermal effects and mechanisms of interaction between electromagnetic fields and living matter*. An ICEMS monograph. *Eur J Oncol Library Vol. 5*. Bologna: National Institute for the Study and Control of Cancer and Environmental Diseases “Bernardino Ramazzini”; 2010. p. 187–211.
28. Divan HA, Kheifets L, Obel C, Olsen, J. Prenatal and postnatal exposure to cell phone use and behavioral problems in children. *Epidemiology* 2008;19:523–9. [PubMed] [CrossRef]
29. Divan HA, Kheifets L, Obel C, Olsen J. Prenatal cell phone use and developmental milestone delays among infants. *Scand J Work Environ Health* 2011;37:341–8. [PubMed] [CrossRef]
30. Sudan M, Kheifet L, Arah OA, Olsen J. On the association of cell phone exposure with childhood behaviour. *J Epidemiol Community Health* 2013;67:979. [PubMed] [CrossRef]
31. Hardell L, Sage C. Biological effects form electromagnetic field exposure and public exposure standards. *Biomed Pharmacother* 2007;62:104–9. [PubMed] [CrossRef]
32. Zhao R, Zhang S, Xu Z, Ju L, Lu D, Yao G. Studying gene expression profile of rat neuron exposed to 1800 MHz radiofrequency electromagnetic fields with cDNA microassay. *Toxicology* 2007;235:167–75. [PubMed] [CrossRef]
33. Krewski D, Byus CV, Glickman BW, Lotz WG, Mandeville R, McBride ML, et al. Potential health risks of radiofrequency fields from wireless telecommunication devices. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev* 2001;4:1–143. [PubMed] [CrossRef]
34. Krewski D, Byus CV, Glickman BW, Lotz WG, Mandeville R, McBride ML, et al. Recent advances in research on radiofrequency fields and health. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev* 2001;4:145–59. [PubMed] [CrossRef]
35. Kellenyi L, Thuroczy G, Faludy B, Lenard L. Effects of mobile GSM radiotelephone exposure on the auditory brainstem response (ABR). *Neurobiology (Bp)* 1999;7:79–81. [PubMed]
36. Hamblin DL, Wood AW, Croft RJ, Stough C. Examining the effects of electromagnetic fields emitted by GSM mobile phones on human event-related potentials and performance during an auditory task. *Clin Neurophysiol* 2004;115:171–8. [PubMed] [CrossRef]
37. Budak GG, Muluk NB, Budak B, Öztürk GG, Apan A, Seyhan N. Effects of intrauterine and extrauterine exposure to GSM-like radiofrequency on distortion product otoacoustic emissions in infant male rabbits. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2009;73:391–9. [PubMed] [CrossRef]

Bu makalenin kullanım izni Creative Commons Attribution-NoCommercial-NoDerivs 3.0 Unported (CC BY-NC-ND3.0) lisansı aracılığıyla bedelsiz sunulmaktadır. / This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported (CC BY-NC-ND3.0) License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/> or send a letter to Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.