

Üniversite öğrencilerinin yüksek şiddette kulaklıkla müzik dinleme alışkanlıklarının ultra yüksek frekans işitme eşikleri üzerine etkileri

The effects of high-intensity headphone music listening habits on ultra-high-frequency hearing thresholds of university students

Aleya Avcı¹, Ayşe Nur Gülbeyen², İsa Tuncay Batuk¹

¹Hacettepe Üniversitesi, Odyoloji Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

²Bayındır Söğütözü Hastanesi, Kulak Burun Boğaz Kliniği, Odyoloji Bölümü, Ankara, Türkiye

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada, genç yetişkinlerde yapay zekâ destekli bir mobil uygulama üzerinden toplanan objektif verileri kullanarak kişisel müzik dinleme alışkanlıklarının ultra yüksek frekans işitme eşiklerine etkisi araştırıldı.

Hastalar ve Yöntemler: Bu karşılaştırmalı, kesitsel çalışmaya, Haziran 2024 - Haziran 2025 tarihleri arasında kişisel müzik dinleme süre ve ses şiddeti verilerini en az bir yıl boyunca kaydeden 35 genç erişkin (12 erkek, 23 kadın; ort. yaş: 21.3±1.7 yıl; dağılım, 18-25 yıl) dahil edildi. Katılımcılar timpanometrik değerlendirme, saf ton odyometrisi ve otoakustik emisyon ölçümlerine tabi tutuldu. Saf ses işitme eşikleri GSI Audiostar Pro marka odyometri cihazıyla TDH-39 kulaklık kullanılarak 125 Hz-8.000 Hz arasındaki frekanslarda değerlendirildi. Katılımcıların ultra yüksek frekans işitme eşikleri Sennheiser HD 300 Pro Circumaural kulaklıklarla birlikte GSI Audiostar Pro marka odyometri cihazı kullanılarak 8.000, 10.000, 12.500, 14.000, 16.000 ve 18.000 Hz'de değerlendirildi. Katılımcılar, dinleme alışkanlıklarına göre yüksek riskli ve kontrol olmak üzere iki gruba ayrıldı.

Bulgular: Yüksek riskli grubun ultra yüksek frekans işitme eşikleri, kontrol grubuna kıyasla çoğu frekansta daha yüksek bulundu ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p<0.05$). Bununla birlikte, alçak frekanslarda (250 ve 500 Hz) gruplar arasında anlamlı bir fark tespit edildi ($p<0.05$).

Sonuç: Elde edilen bulgular, genç yetişkinlerde kişisel müzik dinleme alışkanlıklarının henüz kalıcı bir işitme kaybına yol açacak düzeyde olmadığını düşündürmektedir. Ancak bu çalışma, ultra yüksek frekans odyometrisinin erken dönemde oluşabilecek işitme sorunlarını tespit etmede önemli bir araç olabileceğini göstermektedir. Daha uzun süreli maruziyet verileriyle yapılacak ileri takip çalışmaları, bu konudaki etkileri daha net ortaya koyabilir.

Anahtar sözcükler: Yapay zekâ tabanlı izleme, gürültüye bağlı işitme kaybı, kişisel dinleme cihazları, ses maruziyeti düzeyi, ultra yüksek frekans odyometrisi.

ABSTRACT

Objectives: This study aims to investigate the effects of personal music listening habits on ultra-high-frequency hearing thresholds in young adults using objective data collected through an artificial intelligence-powered mobile application.

Patients and Methods: A total of 35 young adults (12 males, 23 females; mean age: 21.3±1.7 years; range, 18 to 25 years), who had recorded their personal music listening duration and volume data for at least one year, were included in the comparative, cross-sectional study between June 2024 and June 2025. The participants underwent tympanometric evaluation, pure-tone audiometry, and otoacoustic emission measurements. Pure-tone hearing thresholds were evaluated at frequencies ranging from 125 Hz to 8000 Hz using a GSI Audiostar Pro audiometry device with TDH-39 headphones. The ultra-high-frequency hearing thresholds of the participants were evaluated at 8,000, 10,000, 12,500, 14,000, 16,000, and 18,000 Hz using a GSI Audiostar Pro audiometry device with Sennheiser HD 300 Pro Circumaural headphones. Participants were divided into two groups based on their listening habits: high-risk and controls.

Results: The ultra-high-frequency hearing thresholds of the high-risk group were found to be higher than those of the control group at most frequencies, but this difference was not statistically significant ($p<0.05$). However, a significant difference was detected between the groups at low frequencies (250 and 500 Hz; $p<0.05$).

Conclusion: The findings suggest that personal music listening habits in young adults may not yet have reached a level that causes permanent hearing loss. However, this study demonstrates that ultra-high-frequency audiometry can be an important tool for detecting potential early-stage hearing problems. Further follow-up studies with longer-term exposure data could more clearly reveal the effects of these habits.

Keywords: Artificial intelligence-based monitoring, noise-induced hearing loss, personal listening devices, sound exposure level, ultra-high frequency audiometry.

Geliş tarihi: 16 Ağustos 2025

Kabul tarihi: 15 Aralık 2025

Online yayın tarihi: 28 Ocak 2026

İletişim adresi: İsa Tuncay Batuk.

E-posta: odybatuk@gmail.com

Doi: 10.5606/kbbu.2026.94546

Atıf:

Avcı A, Gülbeyen AN, Batuk IT. Üniversite öğrencilerinin yüksek şiddette kulaklıkla müzik dinleme alışkanlıklarının ultra yüksek frekans işitme eşikleri üzerine etkileri. KBB Uygulamaları 2026;14(1):32-38. doi: 10.5606/kbbu.2026.94546.



Günümüzde teknolojiye yaşanan hızlı gelişmeler toplumun daha bireysel bir yaşam tarzını tercih etmesine neden olmuştur.^[1] İnternete erişimin yaygınlaşması ve birçok sosyal ortamda ücretsiz şekilde internet erişimi imkânı, kişilerin boş zaman aktivitelerini değerlendirme şekillerini büyük ölçüde değiştirmiştir.^[2] Bunun bir sonucu olarak kişisel kulaklık kullanımı tüm yaş gruplarında zamanla daha popüler bir hale gelmiştir.^[3] Genç nüfusta kitap okurken, toplu taşıma araçlarında seyahat ederken, spor yaparken veya uyku sırasında kişisel kulaklık kullanma alışkanlığı olduğu bilinmektedir.

Dünya Sağlık Örgütü 12-35 yaş arasındaki gençlerin yaklaşık %50'sinin kişisel kulaklıklarıyla uzun süreli ve yüksek şiddette seslere maruz kalmaları sebebiyle işitme kaybı riski altında olduklarını bildirmiştir.^[4] Genç yetişkinlerin konser ve gece kulübü gibi ortamlarda bulunma ve kişisel kulaklık kullanma sıklığının artması nedeniyle yüksek ses maruziyeti süreleri de artış göstermiştir. Bu tarz dinleme koşulları genellikle 89 dB eşiğini aşarken, haftada 5 saatten fazla 89 dB eşiğini aşan seviyelerde ses dinlemenin zamanla kalıcı işitme hasarına neden olabileceği öne sürülmüştür.^[5]

Kişisel ses cihazlarının ses çıkış seviyeleri, kullanılan kulaklık tipine göre değişmektedir. Portnuff ve ark.^[6] mevcut ses cihazlarının ürettiği maksimum ses seviyelerinin 97 ila 107 dBA arasında değiştiğini ve bu seviyenin kulak içi kulaklıklar için ortalama 101.5 dBA, kulak üstü kulaklıklar için 97 dBA olduğunu bildirmişlerdir. Çoğu ülkede, bireylerin günlük gürültü maruziyetinin hesaplanmasında 85 dBA'lık izin verilen maruz kalma sınırı ve 3 dB'lik artış oranı temel alınmaktadır.^[7] Günlük 85 dBA'lık gürültüye maruz kalma sınırı, 8 saatlik bir süre için geçerlidir. Amerikan Ulusal Mesleki Güvenlik ve Sağlık Enstitüsü, eşit enerji kuralına göre, ses enerjisi 3 dB arttığında (örneğin 85 dBA'dan 88 dBA'ya çıktığında), ses seviyesinin yaklaşık iki katına çıktığını ve buna bağlı olarak maruz kalma süresinin yarı yarıya azaldığını belirtmiştir. Günlük gürültü dozunun %100'ü olan bu maruz kalma süresi, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır:

$$\text{Zaman} = 8/2(S-85)/3$$

(Zaman: Ses maruziyet süresi(saat), S: Ses seviyesi dBA).^[8]

Literatürdeki çeşitli çalışmalar kişisel dinleme cihazlarının maksimum ses çıkışlarının 125 dBA'nın üzerinde olabileceğini göstermiştir.^[9] Genç yetişkinler tarafından benimsenen ortalama dinleme seviyesinin 71 ila 105 dBA arasında olduğu bildirilmiştir.^[3,10] Bu durum, bir kişinin 105 dBA ses seviyesine beş dakika

maruz kaldığında önerilen %100 günlük gürültüye maruz kalma dozunu aşacağı anlamına gelir.^[8] Yüksek sesle müzik dinlemek, endüstriyel gürültüye benzer şekilde işitme hasarına neden olabilir.^[11] Gelişen teknoloji ile akıllı cep telefonları, kullanıcılarının sağlık verilerini kaydedip analiz edebilmektedir.

Bu çalışmanın amacı kullanıcılarının dinleme alışkanlıklarını, kullanım sürelerini ve ses şiddeti ile ilgili verileri yapay zekâ yardımıyla depolayan mobil cihaz aplikasyonunu kullanarak gelişen teknolojiyle birlikte artan müzik dinleme alışkanlığının genç yetişkinlerin ultra yüksek frekans işitme eşikleri üzerine olan etkilerini araştırmaktır. Hipotezimiz, kişisel dinleme cihazlarını yüksek şiddette ve uzun süreli kullanan genç yetişkinlerde (yüksek riskli grup), bu cihazları normal seviyede kullanan genç yetişkinlere kıyasla ultra yüksek frekans işitme eşiklerinin daha yüksek olacağıdır.

HASTALAR VE YÖNTEMLER

Bu karşılaştırmalı, kesitsel çalışma, Haziran 2024 - Haziran 2025 tarihleri arasında, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü'nde yüksek şiddetli müzik dinleme alışkanlığının genç yetişkinlerin ultra yüksek frekans işitme eşiklerine olan etkilerini değerlendirmek amacıyla planlanmıştır.

Çalışmaya, kullanıcılarının dinleme süreleri ve ses şiddeti bilgilerini yapay zekâ (YZ) destekli program ile depolayan aplikasyon özellikli mobil cihazını en az bir yıldır kullanan 35 sağlıklı genç yetişkin (12 erkek, 23 kadın; ort. yaş 21.3±1.7; dağılım, 18-25 yıl) dahil edilmiştir. Bu çalışmada katılımcılar mobil cihaz aplikasyonundan alınan bilgiler doğrultusunda yüksek riskli ve kontrol olarak iki ayrı gruba ayrılmıştır. İki grubun ultra yüksek frekans işitme testi eşik sonuçları birbirleri ile karşılaştırılarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Tüm katılımcılar çalışma hakkında tam olarak bilgilendirilmiş ve onam formu alınmıştır. Bu çalışma, Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (Tarih: 11.06.2024, No: SBA 24/488). Çalışma, Helsinki Bildirgesi'nin etik ilkelerine uygun olarak yürütülmüştür.

Çalışmaya dahil edilme ve çalışmadan dışlanma kriterleri

Timpanometrik değerlendirmeye göre tip A timpanogram elde edilen, saf ses işitme eşikleri normal sınırlarda olan ve Transient (Geçici) Uyarılmış

Otoakustik Emisyon (TEOAE) testleri normal olan katılımcılar çalışmaya dahil edildi. Ayrıca, katılımcıların kulaklık kullanımına bağlı işitme kaybı öyküsü olmaması, otolojik/nörolojik hastalık öyküsü olmaması ve gürültüye maruz kalacak mesleki bir işte çalışmıyor olması dışlama kriterleri olarak belirlendi.

Katılımcılar yüksek riskli grup (9 kadın, 7 erkek; ort. yaş: 21.31±1.53 yıl) ve kontrol grup (14 kadın, 5 erkek; ort. yaş: 21.31±1.53 yıl) olmak üzere iki gruba ayrıldı. Bireylerin cinsiyet dağılımları Şekil 1'de gösterilmiştir. Çalışmaya dahil edilen bireylere timpanometrik değerlendirme, saf ses odyometrisi ve otoakustik emisyon ölçümleri yapıldı.

Timpanometrik değerlendirme tüm katılımcılara 226 Hz prob tonda Inventis Viola marka timpanometri cihazı (Viola, Inventis SRL, Padova, İtalya) ile kaydedildi. Saf ses işitme eşikleri GSI Audiostar Pro marka odyometri cihazıyla (Grason-Stadler, Inc., Eden Prairie, MN, ABD) TDH-39 kulaklık (Telephonics Corp., Farmingdale, NY, ABD) kullanılarak 125, 250, 500, 1.000, 2.000, 4.000, 6.000 ve 8.000 Hz frekanslarda değerlendirildi. Transient uyarılmış otoakustik emisyon ölçümü Otodynamics İlo marka cihaz (Otodynamics Inc., Hatfield, Herts, Birleşik Krallık) ile sessiz bir ortamda kaydedildi. Ölçümler sinyal-gürültü oranı (SNR) temelinde değerlendirilmiş olup, tüm katılımcılarda frekanslara özgü yeterli yanıt genlikleri elde edildi. Transient uyarılmış otoakustik emisyon sonuçlarının, katılımcıların normal işitme eşikleriyle uyumlu olduğu gözlemlendi; böylece dış

tüy hücresi fonksiyonlarının bütünlüğü objektif olarak ortaya kondu.

Çalışmaya dahil edilen katılımcıların ultra yüksek frekans işitme eşikleri GSI Audiostar Pro marka odyometri cihazıyla (Grason-Stadler, Inc., Eden Prairie, MN, ABD) Sennheiser HD 300 Pro Circumaural kulaklıklar (Sennheiser Electronic Corporation, Lower Saxony, Almanya) kullanılarak 8.000, 10.000, 12.500, 14.000, 16.000 ve 18.000 Hz frekanslarında değerlendirildi.

Gruplandırma ve YZ verilerinin güvenilirliği

Gruplandırma, mobil cihazın YZ tabanlı "Dinleme Alışkanlıkları" aplikasyon verileri kullanılarak yapıldı. Yüksek riskli grup, uygulama verilerine göre son bir yıl içinde ortalama günlük dinleme dozu (%100 günlük doz) NIOSH tarafından önerilen sınırları sürekli olarak aşan bireylerden oluşurken; kontrol grubu, yasal sınırlar içinde kalan bireylerden oluşturuldu. Bu mobil aplikasyon, ses seviyesi ve süresi verilerini dahili mikrofonlar ve sensörler aracılığıyla objektif olarak kaydeder. Cihazın üreticisi, ölçüm doğruluğunun ±3 dBA içinde olduğunu belirtmiştir, bu da klinik araştırmalar için kabul edilebilir bir objektif veri kaynağı sağlamaktadır.

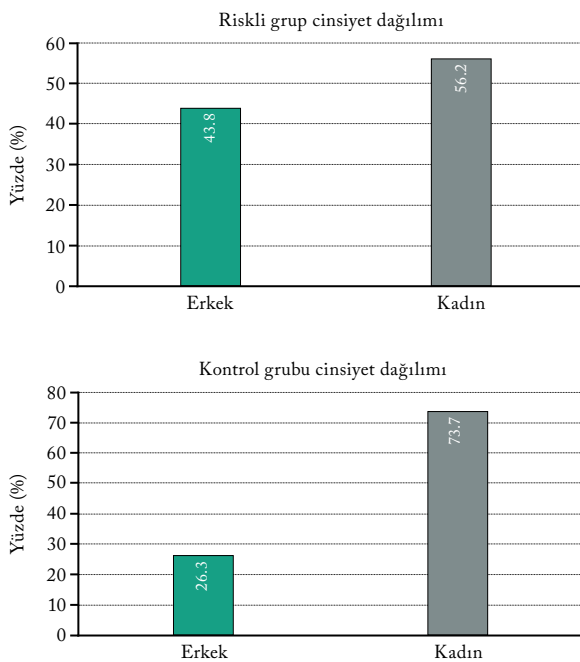
İstatistiksel değerlendirme

İstatistiksel analizler IBM SPSS versiyon 25.0 yazılımı (IBM Corp., Armonk, NY, USA) kullanılarak yapıldı. Tanımlayıcı analizler, kategorik değişkenlerde sıklık ve yüzde, sürekli değişkenlerde ise ortalama ± standart sapma (SS) ve minimum-maksimum değerleri ile verildi. Sürekli değişkenlerde ise normal dağılıma uygunluğu analitik yöntemlerle (Kolmogorov-Smirnov/Shapiro-Wilk testleri) incelendi. İkili grup karşılaştırmalarında t-testi (independent sample t test) kullanılmış olup, sonuçlar %95 anlamlılık düzeyine göre değerlendirildi ve yorumlandı. Çalışmada örneklem büyüklüğü sınırlı olduğundan güç analizi yapılmadı. Bu durum çalışmanın temel limitasyonu olarak Tartışma bölümünde ele alınmıştır.

BULGULAR

Katılımcıların demografik özellikleri Tablo 1'de sunulmuştur. Çalışmaya dahil edilen bireylerin timpanometrik değerlendirmelerinde iki grupta da tip A timpanogram elde edilmiş olup, TEOAE testlerinde gruplar arasında normal emisyon değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0.05$).

Katılımcıların tüm frekanslardaki ortalama saf ses eşik değerleri normal işitme sınırında elde edildi.



Şekil 1. Grupların cinsiyet dağılımlarının şematik gösterimi.

Tablo 1									
Katılımcıların demografik özellikleri									
Özellik	Yüksek riskli grup (n=16)			Kontrol grubu (n=19)			Toplam (n=35)		
	n	%	Ort.±SS	n	%	Ort.±SS	n	%	Ort.±SS
Yaş (yıl)			21.3±1.5			21.4±1.9			21.3±1.7
Cinsiyet									
Erkek	7	43.7		5	26.3		12	34.3	
Kadın	9	56.3		14	73.7		23	65.7	
P-değeri (yaş)					0.428				
P-değeri (cinsiyet)					0.279				
Ort.±SS: Ortalama ± standart sapma.									

Yüksek riskli grup ve kontrol grubunun işitme eşiği ortalamaları Şekil 2’de gösterilmiştir. İki grubun frekans ortalamalarının karşılaştırılmasında 250 ve 500 Hz frekanslarında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi (sırasıyla $p=0.000$, $p=0.017$). Diğer frekanslarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmedi. Bununla birlikte, 4.000 Hz haricindeki tüm frekanslarda ortalama işitme eşik değerlerinin yüksek riskli grupta daha yüksek olduğu gösterildi. Grupların işitme eşikleri arasındaki farklarını gösteren karşılaştırmaları Tablo 2’de sunulmuştur.

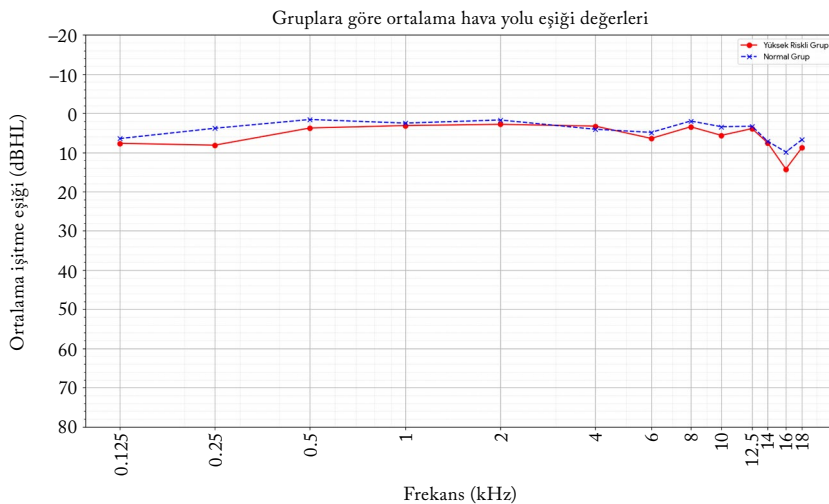
TARTIŞMA

Gürültünün işitme sisteminde oluşturduğu hasar kalıcı işitme kaybı riski taşımaktadır.^[12] Yüksek şiddetle müzik dinlemek de bu riske neden olabilir.^[13] Yüksek ses ile müzik dinlenmesi işitme kaybının yanı sıra baş ağrısı, konsantrasyon azalması,

kulak çınlaması ve üretkenliğin azalmasına, sınırlı sosyal aktivitelere, yaşam kalitesinin düşmesine ve depresyon gibi psikososyal sorunların gelişmesine neden olabilir.^[14]

Kişisel müzik dinleme cihazları uzun süredir kullanılıyor olmasına rağmen günümüzde gelişen teknolojiyle birlikte cep telefonlarına ulaşımın kolaylaşması ve pandemi sonrası online eğitimlerin yaşamımıza katılmasıyla kişisel müzik dinleme cihazlarının kullanımı özellikle genç nüfus arasında yaygınlaşmıştır. Vogel ve ark.^[15] 1687 ergen bireyin müzik dinleme alışkanlığını değerlendirdiği çalışmada dijital müzik dinleme cihazlarının kullanımını %90 olarak belirtmiştir. Torre ve Reed,^[16] üniversite öğrencilerinin %90’ının kişisel müzik dinleme cihazı kullandığını saptamıştır.

Bu çalışmada ultra yüksek frekanslarda anlamlı fark bulunmama nedeninin, çalışmamızdaki maruziyet süresinin kısa olması (1 yıl) ile ilişkili olabileceği



Şekil 2. Gruplara ait farklı frekanslardaki hava yolu işitme eşiği ortalamaları.

Tablo 2

Farklı frekanslardaki ortalama işitme eşiği değerlerinin gruplar arası karşılaştırmaları

Frekans (Hz)	Ort.±SS	Min-Maks	p
125			
Yüksek riskli grup	7.66±5.39	0-15	0.337
Kontrol grubu	6.45±5.05	0-15	
250			
Yüksek riskli grup	8.13±5.04	0-15	0.000*
Kontrol grubu	3.82±4.42	0-15	
500			
Yüksek riskli grup	3.75±4.21	0-15	0.017*
Kontrol grubu	1.58±2.87	0-10	
1000			
Yüksek riskli grup	3.13±4.16	0-15	0.515
Kontrol grubu	2.5±3.81	0-10	
2000			
Yüksek riskli grup	2.81±5.67	0-20	0.341
Kontrol grubu	1.71±3.9	0-15	
4000			
Yüksek riskli grup	3.28±5.02	0-15	0.611
Kontrol grubu	4.08±7.52	0-40	
6000			
Yüksek riskli grup	6.41±7.75	0-35	0.352
Kontrol grubu	4.87±5.98	0-20	
8000			
Yüksek riskli grup	3.44±6.53	0-25	0.254
Kontrol grubu	1.97±3.19	0-10	
10000			
Yüksek riskli grup	5.63±9.65	0-40	0.262
Kontrol grubu	3.42±6.59	0-35	
12500			
Yüksek riskli grup	3.91±6.32	0-20	0.682
Kontrol grubu	3.29±6.18	0-25	
14000			
Yüksek riskli grup	7.5±10.47	0-40	0.869
Kontrol grubu	7.11±9.49	0-30	
16000			
Yüksek riskli grup	14.22±15.87	0-55	0.201
Kontrol grubu	9.87±12.33	0-50	
18000			
Yüksek riskli grup	8.75±8.61	0-30	0.306
Kontrol grubu	6.71±7.91	0-25	

Ort.±SS: Ortalama ± standart sapma; * p<0.05.

düşünüldü. Literatürdeki bazı araştırmalar uzun süreli kümülatif maruziyetin eşik yükselmesine yol açabileceğini açıkça göstermektedir. Kim ve ark.^[17] Kore'de yaptıkları bir çalışmada, Koreli ergenlerde kişisel müzik dinleme cihazlarının işitme eşikleri ile ilişkisi değerlendirilmiş, müzik dinlerken hoparlör kullanan ergenlerin kulak içi veya kulak üstü kulaklık kullananlara kıyasla daha iyi işitme eşikleri olduğu bulunmuştur. Çalışmada ayrıca günlük kullanılan kulaklık veya hoparlör süresinin işitme eşikleri ile ilişkisi bulunmazken kümülatif olarak bakıldığında 5 yıldan fazla kulaklık kullanan kişilerin hiç kulaklık kullanmayan kişilere kıyasla daha kötü işitme eşiklerine sahip olduğu gösterilmiştir.

Byeon^[18] Koreli ergenlerde yaptığı çalışmada gürültülü ortamda kulaklık kullanan ergenlerin, kulaklık kullanmayanlara kıyasla 4,5 kat daha fazla işitme kaybı riski olduğunu, gürültülü bir ortamda kulaklık kullanımının subjektif işitme problemleriyle önemli ölçüde ilişkili olduğunu göstermiştir. Hong ve ark.^[19] çalışmalarında gürültülü bir ortamda kulaklık ile müzik dinlemenin yüksek frekans işitme kaybı ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Gorai ve Pal^[20] yaptıkları çalışma sonucunda gürültünün işitilmek istenen sesi maskeleyişinin müzik dinleme cihazından gelen sesi yükseltme ihtiyacını doğurduğunu ve bu durumun da gürültüye bağlı işitme kaybında önemli bir risk faktörü oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Literatürdeki benzer çalışmalar incelendiğinde, kişisel dinleme cihazlarının kullanım süresi ve kullanma alışkanlıkları kişilerden alınan subjektif verilere dayandırılmıştır. Çalışmamızda katılımcıların müzik dinleme alışkanlıkları, kullanım süreleri ve şiddet düzeyleri; yapay zeka destekli bir mobil uygulama aracılığıyla objektif olarak belirlenmiştir. Bu yöntem, çalışmamızın güçlü yönüdür ve kişilerin kendi bildirimlerine dayalı olası hafıza veya doğruluk hatalarını en aza indirmektedir. On sekiz-yirmi beş yaş aralığındaki bireylerin günümüz teknolojilerine daha yatkın olması ve teknolojik yenilikleri yaşamına daha kolay entegre etmesinden dolayı günlük hayatlarında kişisel müzik dinleme cihazlarını daha çok kullandıkları belirtilmiştir.^[1] Çalışmamıza kişisel müzik dinleme cihazları kullanan ve alışkanlıklarını yapay zekâ yardımıyla analiz eden, uygulamayı en az bir yıldır cihazlarında bulunduran işitme eşikleri normal seviyedeki 18-25 yaş grubu bireyler dahil edildi. Mehrparvar ve ark.^[21] ultra yüksek frekans odyometrinin gürültüye bağlı işitme kayıplarında erken tanı için kullanılabilecek önemli bir test olduğu savunmuşlardır.

Çalışmamızda yüksek riskli grup ile kontrol grubunun ultra yüksek frekans eşik ortalamaları karşılaştırıldı ve iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmedi. Aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen ultra yüksek frekans bölgesinde değerlendirilen tüm frekanslarda yüksek riskli grubun işitme kaybı seviyesinin daha yüksek olduğu görüldü. Belgin ve ark.^[22] farklı yaş gruplarında yüksek frekans işitme eşiği bulgularını yayınladıkları çalışmalarında yüksek frekans işitme kaybının 25 yaş seviyesinde başladığını ve sonraki yaşlarda ise giderek arttığını bildirmişlerdir. Çalışmamızın katılımcıları da 18-25 yaş aralığındadır ve toplam ses maruziyeti nispeten daha kısa süreli. İstatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamış olmasının nedeni mevcut ses maruziyet süresinin bu yaş grubundaki katılımcılarda henüz işitme kaybına neden olabilecek kadar uzun olmadığını düşündürmektedir. Çalışmamızda bir yıllık veriler değerlendirilmiş, anlamlı fark gözlenmemiştir ancak literatürde daha uzun sürenin baz alındığı çalışmalardan biri olan Kim ve ark., kümülatif maruziyet indeksi yılda 15 saatin üzerinde olan bireylerin 4 kHz işitme eşiklerinin, daha az maruziyet olan gruba kıyasla anlamlı derecede daha kötü olduğunu saptamıştır.

Çalışmamızda yüksek riskli grupta 250 Hz ($p=0.000$) ve 500 Hz'de ($p=0.017$) anlamlı düzeyde yüksek işitme eşikleri bulunması ilginç bir klinik bulgudur. Gürültüye bağlı işitme kaybının geleneksel olarak 3.000-6.000 Hz aralığını etkilemesi beklenirken, bu alçak frekanslardaki eşik farklılıkları, yüksek şiddetli ses maruziyetinin işitme sisteminin farklı bölgelerini (örneğin daha merkezi işitsel yolları) veya daha geniş bir alana yayılan etkilerini erken aşamada gösterebileceğini düşündürmektedir. Bu bulgu, odyolojik değerlendirme protokollerinde alçak frekansların da yüksek riskli popülasyonlarda dikkatle değerlendirilmesi gerektiği yönünde pratik bir öneri sunmaktadır.

Çalışmamızın bazı kısıtlılıkları bulunmaktadır. Çalışmamız 18-25 yaş aralığında normal işitmeye sahip bireyleri kapsamaktadır. Bu durum çalışmanın başlıca limitasyonu olarak düşünülmüştür. İkinci olarak, katılımcıların yaşları henüz genç yetişkin kategorisinde olduğundan, yüksek şiddetli ses maruziyetinin henüz işitme problemi yaratacak düzeye ulaşmamış olabilir. Değerlendirdiğimiz veri aralığının sadece bir yılı kapsamı (kısa takip süresi), kümülatif etkiyi tam olarak yansıtmamaktadır. Son olarak, küçük örneklem büyüklüğü ($n=35$) nedeniyle güç analizi yapılamamıştır ve bu durum, ultra yüksek frekanslardaki gözlemlenen eğilimin istatistiksel

anlamlılığa ulaşmasını engellemiş olabilir. Benzer grupla yapılabilecek yıllık takibin olduğu uzun dönemi kapsayan bir çalışma gürültü maruziyetinin etkisini ortaya koymak için daha yararlı olacaktır.

Sonuç olarak, çalışmamız, genç yetişkinlerde yüksek şiddetli kişisel dinleme alışkanlıklarının (YZ destekli objektif verilerle belirlenmiş) ultra yüksek frekanslarda henüz istatistiksel olarak anlamlı bir işitme eşiği değişikliğine yol açmadığını, ancak alçak frekanslarda (250 Hz ve 500 Hz) eşiklerde anlamlı bir fark yarattığını göstermiştir. Bu bulgu, odyolojik taramaların kapsamının genişletilmesi gerektiğini düşündürmektedir. Genç yetişkinlere yönelik, kişisel dinleme cihazlarının risklerini ve güvenli dinleme alışkanlıklarını içeren koruyucu işitme sağlığı bilinçlendirme programları acilen yaygınlaştırılmalıdır. Gürültüye bağlı işitme kaybının kümülatif etkilerini daha iyi anlamak için, bu gruplarla daha geniş örneklem ve uzun süreli (en az 5 yıllık) takip içeren prospektif çalışmalar yapılmalıdır.

Veri Paylaşım Beyanı: Bu çalışmanın bulgularını destekleyen veriler talep üzerine ilgili yazardan temin edilebilir.

Yazar Katkıları: A.A.: Fikir, veri toplama, literatür taraması, makalenin yazımı, referanslar; A.N.G.: Fikir, makalenin yazımı, literatür taraması; İ.T.B.: Tasarım, denetim, makale yazımı, analiz ve yorumlama, eleştirel inceleme.

Çıkar çatışması beyanı: Yazarlar bu yazının hazırlanması ve yayınlanması aşamasında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

Finansman: Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

1. Tanrikulu N, Özgül AŞ, Aydın E, Özlüoğlu L, Tekindal MA. Üniversite öğrencilerinin kulaklıkla müzik dinleme alışkanlıklarının işitme eşikleri üzerine etkisi: Başkent Üniversitesi örneği. KBB ve BBC Dergisi 2013;21:93-103.
2. Kumar P, Upadhyay P, Kumar A, Kumar S, Singh GB. Extended high frequency audiometry in users of personal listening devices. Am J Otolaryngol 2017;38:163-7. doi: 10.1016/j.amjoto.2016.12.002.
3. Sulaiman AH, Husain R, Seluakumaran K. Hearing risk among young personal listening device users: Effects at high-frequency and extended high-frequency audiogram thresholds. J Int Adv Otol 2015;11:104-9. doi: 10.5152/iao.2015.699.
4. World Health Organization. World report on hearing. Geneva: World Health Organization; 2021.

5. Imam L, Hannan SA. Noise-induced hearing loss: A modern epidemic? *Br J Hosp Med (Lond)* 2017;78:286-90. doi: 10.12968/hmed.2017.78.5.286.
6. Portnuff CD, Fligor BJ, Arehart KH. Teenage use of portable listening devices: A hazard to hearing? *J Am Acad Audiol* 2011;24:663-77. doi: 10.3766/jaaa.22.10.5.
7. Arenas JP, Suter AH. Comparison of occupational noise legislation in the Americas: An overview and analysis. *Noise Health* 2014;16:306-19. doi: 10.4103/1463-1741.140511.
8. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Criteria for a recommended standard: occupational noise exposure. Cincinnati (OH): NIOSH; 1998.
9. Breinbauer HA, Anabalón JL, Gutierrez D, Cárcamo R, Olivares C, Caro J. Output capabilities of personal music players and assessment of preferred listening levels of test subjects: Outlining recommendations for preventing music-induced hearing loss. *Laryngoscope* 2012;122:2549-56. doi: 10.1002/lary.23596.
10. Serra MR, Biassoni EC, Hinalaf M, Abraham M, Pavlik M, Villalobo JP, et al. Hearing and loud music exposure in 14-15 years old adolescents. *Noise Health* 2014;16:320-30. doi: 10.4103/1463-1741.140512.
11. Ulrich RF, Pinheiro ML. Temporary hearing losses in teen-agers attending repeated rock-and-roll sessions. *Acta Otolaryngol* 1974;77:51-5. doi: 10.3109/00016487409124597.
12. Sulaiman AH, Husain R, Selvakumaran K. Evaluation of early hearing damage in personal listening device users using extended high-frequency audiometry and otoacoustic emissions. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2014;271:1463-70. doi: 10.1007/s00405-013-2612-z.
13. Peng JH, Tao ZZ, Huang ZW. Risk of damage to hearing from personal listening devices in young adults. *J Otolaryngol* 2007;36:181-5.
14. Gupta A, Gupta A, Jain K, Gupta S. Noise pollution and impact on children health. *Indian J Pediatr* 2018;85:300-6. doi: 10.1007/s12098-017-2579-7.
15. Vogel I, Verschuure H, van der Ploeg CP, Brug J, Raat H. Estimating adolescent risk for hearing loss based on data from a large school-based survey. *Am J Public Health* 2010;100:1095-100. doi: 10.2105/AJPH.2009.168690.
16. Torre P 3rd, Reed MB. Can self-reported personal audio system volume predict actual listening levels in young adults? *J Am Acad Audiol* 2019;30:153-61. doi: 10.3766/jaaa.17104.
17. Kim MG, Hong SM, Shim HJ, Kim YD, Cha CI, Yeo SG. Hearing threshold of Korean adolescents associated with the use of personal music players. *Yonsei Med J* 2009;50:771-6. doi: 10.3349/ymj.2009.50.6.771.
18. Byeon H. Associations between adolescents' earphone usage in noisy environments, hearing loss, and self-reported hearing problems in a nationally representative sample of South Korean middle and high school students. *Medicine (Baltimore)* 2021;100:e24056. doi: 10.1097/MD.00000000000024056.
19. Hong SM, Park IS, Kim YB, Hong SJ, Lee B. Analysis of the prevalence of and factors associated with hearing loss in Korean adolescents. *PLoS One* 2016;11:e0159981. doi: 10.1371/journal.pone.0159981.
20. Gorai AK, Pal AK. Noise and its effect on human being--a review. *J Environ Sci Eng* 2006;48:253-60.
21. Mehrparvar AH, Mirmohammadi SJ, Ghoreyshi A, Mollasadeghi A, Loukzadeh Z. High-frequency audiometry: A means for early diagnosis of noise-induced hearing loss. *Noise Health* 2011;13:402-6. doi: 10.4103/1463-1741.90295.
22. Belgin E, Böke B, Dalgıç G. Farklı yaş gruplarında yüksek frekans odyometri bulguları. *Kulak Burun Boğaz Bülteni* 1994;2:40-4.