



Saf Ses Ortalaması Normal Olan Bireylerin Konuşma Frekanslarındaki Konvansiyonel 5 dB'lik ve 2 dB'lik İşitme Eşiği Arama Yöntemi ile Bekesy Odyometrisinin Karşılaştırılması

Comparison of Conventional 5 dB Step-Size and 2 dB Step-Size Hearing Threshold Search Method and Bekesy Audiometry at Speech Frequencies of Individuals with Normal Pure Tone Average

Fusun Sunar¹, Muhammed Pınar², Kadriye Sude Koçer³, Merve Şen³, İrem Kara³, Mubah Muhammet Uğurlu³, Ramazan Alper Barutçu³, İlaydanur Kordoğan³

ÖZET

Amaç: Bu araştırmanın amacı saf ses ortalaması normal olan yetişkinlerin konuşma frekanslarında (500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz) 2 dB'lik ve 5 dB'lik eşik arama yöntemiyle elde edilen eşik değerleriyle, Bekesy odyometrisiyle elde edilen kesintili ve sürekli eşik değerlerini karşılaştırmaktır. **Gereç ve Yöntem:** Araştırmamız konuşma frekanslarında saf ses ortalaması normal olan 30 yetişkin birey ile yapılmıştır. Araştırmamızdaki her bireyin sağ ve sol kulaklarının konuşma frekanslarında 2 dB'lik ve 5 dB'lik eşik değerleri belirlenmiş olup Bekesy odyometrisinde kesintili ve sürekli uyaranlar kullanılarak değerlendirilen eşik değerleri de belirlenmiştir. **Bulgular:** Araştırmamızda sağ ve sol kulakta konuşma frekanslarında farklı frekanslarda 5 dB'lik eşik-Bekesy kesintili eşik, 5 dB'lik eşik-Bekesy sürekli eşik, 2 dB'lik eşik-Bekesy kesintili eşik, 2 dB'lik eşik-Bekesy sürekli eşik, Bekesy kesintili eşik-Bekesy sürekli eşik değerleri arasında istatistiksel olarak değişkenlik gösterdiği bulunmuştur. Sağ ve sol kulak için konuşma frekansları ayrı ayrı değerlendirildiğinde 5 dB'lik eşik-2 dB'lik eşik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$). **Sonuç:** Araştırmamız sonucunda, yetişkin bireylerin konuşma frekanslarında 5 dB'lik ya da 2 dB'lik eşik arama yöntemiyle belirlenen saf ses işitme eşik değerlerinin, gerçek saf ses işitme eşik değerlerini yansıtabileceği görülmektedir. **Anahtar Kelimeler:** Bekesy, İşitme Eşiği, Yöntem

ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to compare the threshold values obtained by the 2 dB step-size and 5 dB step-size threshold search method in the speech frequencies (500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz) of adults with normal pure tone averages with the pulsed and continuous threshold values obtained by Bekesy audiometry. **Materials and Methods:** Our research was conducted with 30 adult individuals whose pure tone average was normal in speech frequencies. In our research, threshold values of 2 dB step-size and 5 dB step-size were determined in the speech frequencies of each individuals right and left ears, as well as threshold values evaluated using pulsed and continuous stimuli in Bekesy audiometry. **Results:** Our research found that there was statistical variability between 5 dB step-size threshold-Bekesy pulsed threshold, 5 dB step-size threshold-Bekesy continuous threshold, 2 dB step-size threshold-Bekesy pulsed threshold, 2 dB step-size threshold-Bekesy continuous threshold, Bekesy pulsed threshold-Bekesy continuous thresholds at different frequencies in speech frequencies in the right and left ear. When speech frequencies for the right and left ears were evaluated separately, no statistically significant difference was found between the 5 dB step-size threshold value and the 2 dB step-size threshold value ($p>0.05$). **Conclusion:** As a result of our research, it is seen that the pure tone hearing threshold values determined by the 5 dB step-size or 2 dB step-size threshold search method in the speech frequencies of adult individuals can reflect the real pure tone hearing threshold. **Keywords:** Bekesy, Hearing Threshold, Method

¹Prof. Dr., Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıp Eğitimi ve Bilişimi Anabilim Dalı, Karaman, Türkiye. ORCID: 0000-0002-8746-5921

²Misafir Öğr. Gör., KTO Karatay Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Odyoloji Bölümü, Konya, Türkiye. ORCID: 0000-0002-0899-5298 (Sorumlu Yazar)

³Lisans Öğrencisi, KTO Karatay Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Odyoloji Bölümü, Konya, Türkiye.

Sorumlu yazar: Muhammed Pınar, KTO Karatay Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Odyoloji Bölümü, Konya, Türkiye, e-posta: ody.muhammedpinar@gmail.com

*** Bu araştırma 1-4 Kasım 2023 tarihleri arasında Sakarya'da gerçekleştirilen 48. Ulusal Fizyoloji Kongresinde poster bildirisi olarak sunulmuştur. Ayrıca araştırmanın İngilizce özeti Acta Physiologica'da online supplement olarak yayınlanmıştır.



GİRİŞ

Saf ses odyometrisi, işitme sisteminin değerlendirilmesi amacıyla bireylerde saf sesleri kullanılması temeline dayanan, odyolojik test bataryası içerisinde bulunan davranışsal test yöntemlerinden biridir. Saf ses odyometrisinde, saf ses hava yolu işitme eşik değerleri 125-8000 Hz arasında değerlendirilmektedir (Cranford, 2010; Belgin, 2017; Akşit, 2019; Durankaya, 2023). Saf ses odyometri testi, algılanması diğer frekanslara göre daha kolay olan 1000 Hz'den başlanarak yüksek frekanslara doğru ölçümün yapılmasının ardından tekrar 1000 Hz frekansının kontrol edilmesi sonrasında ise 500 Hz ve daha alçak frekanslara doğru uygulanması gerekmektedir. Test edilen frekanslardaki saf ses hava yolu işitme eşiklerinin belirlenmesinde ise Hughson-Westlake yöntemi kullanılmaktadır (Belgin, 2017; Mutlu, 2021; Mutlu ve Şerbetçioğlu, 2021).

Saf ses hava yolu işitme eşiği, bireye verilen saf ses uyarılarının en az yarısının (3'te 2'sinin) birey tarafından duyulduğu en düşük şiddet seviyesidir. Saf ses hava yolu işitme eşiği belirlenmesinde farklı eşik arama yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemlerle bireyin frekansa özgü gerçek eşikleri belirlenebilmektedir. Saf ses hava yolu işitme eşik arama yöntemlerinden biri olan 5 dB'lik eşik arama yönteminde, bireyin doğru cevap verdiği eşikten 10 dB azaltılır, doğru cevap vermediği durumda ise 5 dB 'lik artırımlar yapılarak bireye verilen 3 uyarıdan en az 2'sini bildiği eşik seviyesi belirlenmektedir (Kramer ve Brown, 2019). Ayrıca saf ses hava yolu işitme eşik değerleri koklea'daki ölü bölgeleri belirlemek için kullanılan TEN testinde olduğu gibi 2 dB'lik eşik arama yöntemine göre de belirlenebilmektedir. Bu yöntemin 5 dB'lik eşik arama yöntemine göre tek farkı, bireyin cevap verdiği seviyeden 10 dB'lik azalış yerine 2 dB'lik azalış yapılmasıdır (Gelfand, 2016).

Klasik odyometriye bir alternatif olarak kullanılan Bekesy odyometrisi, saf ses hava yolu işitme eşiklerinin otomatik olarak belirlendiği bir test yöntemidir. Bekesy odyometrisinin ilk dönemlerinde sürekli ses uyarıları ile işitme eşiklerini belirlemek amacıyla kullanılmaktayken 1960 yılında Jerger'in kesintili ve sürekli seslere işitsel sistemdeki nöral yapıların farklı reaksiyonlar gösterdiğini belirtmesi ve Bekesy odyometrisinin sınıflandırılması üzerine yaptığı çalışmalarıyla bugün bilinen klasik Bekesy odyometrisi tekniği gelişmiş ve kliniklerde lezyon yerinin tespiti amacıyla kullanılmaya başlanmıştır (Belgin, 2017; Tuz ve Yılmaz, 2018). Bekesy odyometrisinin rutin uygulamasında saf ses hava yolu işitme eşikleri, 100 Hz-10.000 Hz frekans aralığında kesintili uyarı ve sürekli uyarı kullanılarak değerlendirilmiştir. Test edilen frekanslar, dakikada bir oktav sunulurken test edilmekte ve bireyden, verilen ses seviyesini kendi kontrol etmesi beklenmektedir. Bireyde bu kontrol, verilen sesleri duyduğu süre boyunca butona basması, sesleri duymadığı zamanda ise butonu bırakması istenerek yapılmaktadır. Cihaz tarafından otomatik olarak belirlenen saf ses hava yolu işitme eşikleri bir odyograma işaretlenerek Bekesy odyometrisinin test sonuçlarını kaydedilmektedir (Schlauch ve Nelson, 2015; Şerbetçioğlu ve Öztürk, 2022).

Odyoloji alanında cross-check (çapraz-kontrol) prensibi ile, her bir odyolojik değerlendirmenin sonucunun değeri kısıtlı iken, farklı testlerden elde edilen odyolojik veriler bir bütünlük içinde değerlendirilir ve karşılaştırılırsa, sonuçlar daha güvenli şekilde elde edilebilmektedir (Jerlvall ve Arlinger, 1986; Pınar ve Şan, 2021, Şerbetçioğlu, 2021). Çalışmalarda bireylerin işitmesinin değerlendirilmesinde kullanılan eşik arama yöntemlerinin birbirleri ile olan uyumları araştırılarak, farklı eşik arama yönteminin bilinen eşik arama

yöntemi yerine kullanılabilmesi ve bulunan sonuçların birbirini desteklemesi konusu tartışılmaktadır (Burns ve Hinchcliffe; 1957; Erlandsson vd., 1979; Ishak vd., 2021).

Literatürdeki saf ses odyometri ile Bekesy odyometri ilişkisinin incelendiği bir çalışmada, Bekesy odyometri ile subjektif olarak ölçülen saf ses odyometri karşılaştırılmış, işitme eşiklerinin her iki yöntemle ölçülmesinde benzer sonuçların gözlemlendiği bildirilmiştir (Burns ve Hinchcliffe; 1957). Ayrıca farklı bir çalışmada, saf ses odyometri ile Bekesy odyometri arasında doğrusal bir ilişki olduğu da bildirilmiştir (Erlandsson vd., 1979). Ancak bir çalışmada saf ses odyometri ile Bekesy odyometri arasında değişkenlik olduğunu bildirilmiştir (Ishak vd., 2021). Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde yapılan çalışmaların yıllarının günümüze göre eski tarihli olduğu ve güncel çalışmaların kısıtlı olduğu görülmektedir. Yaptığımız araştırmayla 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz ve 4000 Hz frekanslarında bireylerin işitsel değerlendirmesi yapılırken saf ses hava yolu işitme eşik arama yöntemlerinin yerine Bekesy odyometrisinin kullanılabilmesi düşüncesinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaç ile araştırmamızın sorusunu ‘‘ Konuşma frekanslarında 2 dB’lik ve 5 dB’lik eşik arama yöntemiyle elde edilen saf ses hava yolu işitme eşikleri ile Bekesy odyometri ile elde edilen saf ses hava yolu işitme eşikleri arasında fark var mıdır?’’ oluşturmaktadır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Araştırmamızda 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz ve 4000 Hz frekanslarındaki 2 dB’lik ve 5 dB’lik eşik arama yöntemi ile elde edilen saf ses hava yolu işitme eşikleri ile Bekesy odyometrisinde kesintili ve sürekli uyaranlara ait otomatik belirlenen saf ses hava yolu işitme eşik değerlerinin karşılaştırılması yapılmıştır.

Araştırmanın Türü

Bu araştırma kesitsel çalışma olarak yapılmıştır.

Araştırmanın Yapıldığı Yer ve Zaman

Araştırma Haziran 2023-Temmuz 2023 tarihleri arasında, bireylerin KTO Karatay Üniversitesi Şehit Yunus Mermer Odyoloji Kliniğinde araştırma için gerekli odyolojik tetkikleri (akustik immittansmetri, saf ses odyometri, Bekesy odyometri) yapılmıştır. Araştırmaya dâhil olan bireylere bilgilendirilmiş gönüllü olur formu imzalatılarak, araştırma hakkında sözlü bilgi verilmiştir.

Araştırmanın Evren ve Örnekleme

Araştırmanın evrenini saf ses ortalaması normal olan yetişkin bireyler oluşturmuştur. Örneklem seçimi için G-Power analizi kullanılmış ve %95 güç değerinde en az 23 bireyle yapılmasının gerekli olduğu bulunmuştur. Çalışmaya 20-30 yaş arasında saf ses ortalaması normal olan sağlıklı 30 yetişkin (ortalama yaş 22,7±2,6) birey dâhil edilmiştir.

Örnekleme Dâhil Edilme Kriterleri

Araştırmaya geçirilmiş otolojik veya nörolojik hastalık geçmişi ve ototoksik ilaç kullanım hikayesi olmayan, gürültüye maruz kalmayan, odyolojik test sonuçlarına göre sağ ve sol kulakların saf ses ortalaması ≤ 20 dB HL olan, 226 Hz prob ton kullanılarak yapılan akustik immittansmetri test sonucunda Tip A timpanogramı olan bireyler dâhil edilmiştir. Araştırmadaki

katılımcıların saf ses işitme eşikleri ve Bekesy odyometresi rastgele sıra ile yapılarak randomizasyon sağlanmıştır.

Veri Toplama Araçları

Araştırmaya dâhil edilen bireylerin sağ ve sol kulak akustik immittansmetri ölçümleri, Interacoustics marka IMP440 modüllü Titan Geniş Bant Timpanometre ile yapılarak değerlendirilmiştir. Akustik immittansmetri ölçümüyle orta kulak basınç, orta kulak komplians ve eş değeri dış kulak kanalı hacim değerleri kaydedilmiştir.

Araştırmaya dâhil edilen bireylerin sağ ve sol kulak saf ses odyometri testleri ISO 8253 standartlarına uygun sessiz kabinde, Interacoustics marka AC-40 model klinik odyometre ve Telephonics marka TDH-39 model kulaklık kullanılarak 500-4000 Hz frekans aralığında, 5 dB'lik eşik arama yöntemi ve 2 dB'lik eşik arama yöntemi ile saf ses hava yolu işitme eşikleri değerlendirilmiştir. Bekesy odyometrisinin ölçümü ise 500-4000 Hz frekans aralığında öncelikli olarak kesintili uyaran ile daha sonra sürekli uyaran kullanılarak saf ses hava yolu işitme eşikleri değerlendirilmiştir.

Araştırmanın Etik Yönü

Bu araştırma KTO Karatay Üniversitesi Tıp Fakültesi İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmaları Etik Kurulu'ndan alınan 2023/05 sayılı ve 25.05.2023 tarihli karar ile yapılmıştır. Araştırma Helsinki Deklarasyonu prensiplerine uygun olarak yürütülmüştür.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmamızda yapılan ölçümlerin saf ses ortalaması normal olan bireylerin konuşma frekansları ile sınırlı olması bu araştırmanın limitasyonunu oluşturmaktadır.

İstatistiksel Değerlendirme

Verilerin değerlendirilmesinde SPSS 25 (IBM Corp. Released 2017. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.) istatistik paket programı kullanılmıştır. Nicel değişkenlerin normallik varsayımı "Kolmogorov Smirnov" testi ile bakılmıştır. Nicel bir değişken normal dağılım özelliği gösterdiği durumlarda ortalama ve standart sapma ($\bar{x} \pm SS$) ile normal dağılım göstermediği durumlarda ise ortanca ve çeyrekler açıklığı [IQR] ile verilmiştir. 500-4000 Hz frekans aralığında sağ ve sol kulak ayrı ayrı olmak üzere nicel değişkenlerin farklı ölçümleri arasındaki farklılıkları değerlendirilmek için, parametrik testin ön şartlarının sağlandığı durumda "Eşleştirilmiş Örneklem t Test" kullanılmış; parametrik testin ön şartlarının sağlanamadığı durumlarda ise "Wilcoxon Testi" kullanılmıştır. Yapılan istatistiksel değerlendirmelerde $p < 0.05$ istatistiksel açıdan anlamlı olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Araştırmamızda bireylerin 500 Hz-4000 Hz frekans aralığında 5 dB'lik eşik, 2 dB'lik eşik, Bekesy kesintili eşik, Bekesy sürekli eşik değerleri ölçüm sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1'de araştırmaya katılan bireylerin bulguları incelendiğinde; 500-4000 Hz frekans aralığında, sağ kulakta 500 Hz ve 4000 Hz frekansların 5 dB'lik eşik değerleri dışındaki yapılan tüm ölçülerin eşik değerleri sağ kulakta daha yüksek elde edilmiştir.

Tablo 1. Konuşma Frekans Aralığında 5 dB’lik Eşik, 2 dB’lik Eşik, Bekesy Kesintili Eşik, Bekesy Sürekli Eşik Değerleri Ölçüm Sonuçları

#Ortanca[IQR]

Araştırmamızdaki bireylerin sol kulağın konuşma frekans aralığında 5 dB’lik eşik, 2

Kulak	n	Frekans (Hz)	5 dB’lik Eşik (dB)	2 dB’lik Eşik (dB)	Bekesy Kesintili Eşik (dB)	Bekesy Sürekli Eşik (dB)
			$\bar{x}\pm SS$	$\bar{x}\pm SS$	$\bar{x}\pm SS$	$\bar{x}\pm SS$
Sağ Kulak	30	500 Hz	5[5] [#]	6[5] [#]	5[6] [#]	5,5±6,5
		1000 Hz	7,5[5] [#]	6[6] [#]	4,1±4,5	5,5[8] [#]
		2000 Hz	7,5[5] [#]	7,5±7,7	3,9±6,1	4[9] [#]
		4000 Hz	5[6] [#]	6,2±7,2	4,2±6,6	6[13] [#]
Sol Kulak	30	500 Hz	5[10] [#]	2[7] [#]	1,5±4,4	3,0±5,2
		1000 Hz	2,5[5] [#]	2,0±3,8	0,8±3,8	0,1±3,7
		2000 Hz	5[10] [#]	3,8±5,4	1,3±5,1	2,3±4,8
		4000 Hz	5[10] [#]	2[8] [#]	2,7±7,1	4[2] [#]

dB’lik eşik, Bekesy kesintili eşik, Bekesy sürekli eşik değerleri ölçüm ve karşılaştırma sonuçları Tablo 2’de verilmiştir. Tablo 2’de araştırmaya katılan bireylerin bulguları incelendiğinde; 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz ve 4000 Hz frekansında 5 dB’lik eşik–Bekesy kesintili eşik, 5 dB’lik eşik–Bekesy sürekli eşik, Bekesy kesintili eşik–Bekesy sürekli eşik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). 1000 Hz ve 2000 Hz frekansında 2 dB’lik eşik–Bekesy kesintili eşik ve 2 dB’lik eşik–Bekesy sürekli eşik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). 500 Hz frekansında 2 dB’lik eşik–Bekesy kesintili eşik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). 500 ve 4000 Hz frekanslarında 2 dB’lik eşik–Bekesy sürekli eşik değerleri ve 4000 Hz frekansında 2 dB’lik eşik–Bekesy kesintili eşik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz ve 4000 Hz frekanslarında 5 dB’lik eşik–2 dB’lik eşik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 2. Sol Kulağın Konuşma Frekans Aralığında 5 dB’lik Eşik, 2 dB’lik eşik, Bekesy Kesintili Eşik, Bekesy Sürekli Eşik Değerleri Ölçüm ve Karşılaştırma Sonuçları

Kulak	n	Frekans (Hz)	Eşik arama yöntemi	İki eşik arama yöntemi arasındaki fark	p
				(dB)	
Sol Kulak	30	500 Hz	5 dB'lik eşik – 2 dB'lik eşik	2[2] [#]	0,211 ^b
			5 dB'lik eşik – Bekesy Kesintili eşik	4,0±3,6	<0,0001 ^{a*}
			5 dB'lik eşik – Bekesy Sürekli eşik	2[4] [#]	0,017 ^{b*}
			2 dB'lik eşik – Bekesy Kesintili eşik	2,5[4] [#]	0,005 ^{b*}
			2 dB'lik eşik – Bekesy Sürekli eşik	2[3] [#]	0,188 ^b
			Bekesy Kesintili eşik – Bekesy Sürekli eşik	2[3] [#]	0,047 ^{b*}
		1000 Hz	5 dB'lik eşik – 2 dB'lik eşik	2,9±2,6	0,075 ^a
			5 dB'lik eşik – Bekesy Kesintili eşik	4,5±3,0	<0,0001 ^{a*}
			5 dB'lik eşik – Bekesy Sürekli eşik	4,1±2,9	<0,0001 ^{a*}
			2 dB'lik eşik – Bekesy Kesintili eşik	3[2] [#]	<0,0001 ^{b*}
			2 dB'lik eşik – Bekesy Sürekli eşik	2[4] [#]	0,005 ^{b*}
			Bekesy Kesintili eşik – Bekesy Sürekli eşik	2[3] [#]	0,028 ^{b*}
		2000 Hz	5 dB'lik eşik – 2 dB'lik eşik	2[3] [#]	0,306 ^b
			5 dB'lik eşik – Bekesy Kesintili eşik	3,9±2,3	<0,0001 ^{a*}
			5 dB'lik eşik – Bekesy Sürekli eşik	3[3] [#]	0,017 ^{b*}
			2 dB'lik eşik – Bekesy Kesintili eşik	2,5[4] [#]	0,002 ^{b*}
			2 dB'lik eşik – Bekesy Sürekli eşik	3[4] [#]	0,040 ^{b*}
			Bekesy Kesintili eşik – Bekesy Sürekli eşik	1,9±1,7	0,042 ^{a*}
		4000 Hz	5 dB'lik eşik – 2 dB'lik eşik	2[3] [#]	0,076 ^b
			5 dB'lik eşik – Bekesy Kesintili eşik	4[5] [#]	0,007 ^{b*}
			5 dB'lik eşik – Bekesy Sürekli eşik	4[3] [#]	0,043 ^{b*}
			2 dB'lik eşik – Bekesy Kesintili eşik	2,5[5] [#]	0,165 ^b
			2 dB'lik eşik – Bekesy Sürekli eşik	3[3] [#]	0,689 ^b
			Bekesy Kesintili eşik – Bekesy Sürekli eşik	1[2] [#]	0,003 ^{b*}

#Ortanca[IQR], *p<0,05, a: Eşleştirilmiş Örneklem T Testi, b: Wilcoxon Testi

Araştırmamızdaki bireylerin sağ kulağın konuşma frekans aralığında 5 dB'lik eşik, 2 dB'lik eşik, Bekesy kesintili eşik, Bekesy sürekli eşik değerleri ölçüm ve karşılaştırma sonuçları Tablo 3'de verilmiştir. Tablo 3'de araştırmaya katılan bireylerin bulguları incelendiğinde; 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz frekanslarında 5 dB'lik eşik–Bekesy kesintili eşik, 5 dB'lik eşik–Bekesy sürekli eşik, 2 dB'lik eşik–Bekesy kesintili eşik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0.05). 1000 Hz, 2000 Hz frekanslarında, 2 dB'lik eşik–Bekesy sürekli eşik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0.05). 2000 Hz, 4000 Hz frekanslarında Bekesy kesintili eşik–Bekesy sürekli eşik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0.05). 500 Hz frekansında 2 dB'lik eşik–Bekesy sürekli eşik, Bekesy kesintili–Bekesy sürekli eşik değerleri ve 4000 Hz frekansında 5 dB'lik eşik – Bekesy kesintili eşik, 5 dB'lik eşik – Bekesy sürekli eşik, 2 dB'lik eşik–Bekesy kesintili eşik, 2 dB'lik eşik–Bekesy sürekli eşik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0.05). 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz ve 4000 Hz frekanslarında 5 dB'lik eşik–2 dB'lik eşik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0.05).

Tablo 3. Sağ Kulağın Konuşma Frekans Aralığında 5 dB'lik Eşik, 2 dB'lik Eşik, Bekesy Kesintili Eşik, Bekesy Sürekli Eşik Değerleri Ölçüm ve Karşılaştırma Sonuçları

Kulak	n	Frekans (Hz)	Eşik arama yöntemi	İki eşik arama yöntemi arasındaki fark (dB)	p
				$\bar{x}\pm SS$	
Sağ Kulak	30	500 Hz	5 dB'lik eşik – 2 dB'lik eşik	2[3] [#]	0,188 ^b
			5 dB'lik eşik – Bekesy Kesintili eşik	4[4] [#]	0,006 ^{b*}
			5 dB'lik eşik – Bekesy Sürekli eşik	4,5±3,3	0,032 ^{a*}
			2 dB'lik eşik – Bekesy Kesintili eşik	4[4] [#]	0,019 ^{b*}
			2 dB'lik eşik – Bekesy Sürekli eşik	4[3] [#]	0,183 ^a
			Bekesy Kesintili eşik – Bekesy Sürekli eşik	2[2] [#]	0,054 ^b
		1000 Hz	5 dB'lik eşik – 2 dB'lik eşik	4[4] [#]	0,487 ^b
			5 dB'lik eşik – Bekesy Kesintili eşik	4,6±2,7	<0,0001 ^{a*}
			5 dB'lik eşik – Bekesy Sürekli eşik	4[4] [#]	0,019 ^{b*}
			2 dB'lik eşik – Bekesy Kesintili eşik	4[4] [#]	<0,0001 ^{b*}
			2 dB'lik eşik – Bekesy Sürekli eşik	3[2] [#]	0,002 ^{b*}
			Bekesy Kesintili eşik – Bekesy Sürekli eşik	2[3] [#]	0,130 ^b
		2000 Hz	5 dB'lik eşik – 2 dB'lik eşik	2[3] [#]	0,366 ^b
			5 dB'lik eşik – Bekesy Kesintili eşik	5,1±2,8	<0,0001 ^{a*}
			5 dB'lik eşik – Bekesy Sürekli eşik	4,8±3,0	0,019 ^{a*}
			2 dB'lik eşik – Bekesy Kesintili eşik	4,4[4] [#]	<0,0001 ^{b*}
			2 dB'lik eşik – Bekesy Sürekli eşik	3,8±2,8	0,026 ^{a*}
			Bekesy Kesintili eşik – Bekesy Sürekli eşik	1,5[2] [#]	0,003 ^{b*}
		4000 Hz	5 dB'lik eşik – 2 dB'lik eşik	2[2] [#]	0,808 ^b
			5 dB'lik eşik – Bekesy Kesintili eşik	2[5] [#]	0,085 ^b
5 dB'lik eşik – Bekesy Sürekli eşik	4,5±3,8		0,695 ^a		
2 dB'lik eşik – Bekesy Kesintili eşik	3[5] [#]		0,073 ^b		
2 dB'lik eşik – Bekesy Sürekli eşik	3,5[3] [#]		0,655 ^b		
Bekesy Kesintili eşik – Bekesy Sürekli eşik	2,5[3] [#]		0,007 ^{b*}		

*p<0,05, a: Eşleştirilmiş Örneklem T Testi, b: Wilcoxon Testi, #Ortanca[IQR]

TARTIŞMA

İnsanların saf ses hava yolu işitme eşik değerlerinin belirlenmesinde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlere 5 dB'lik eşik arama yöntemi, TEN testinde kullanılan 2 dB'lik eşik arama yöntemi, ayrıca kesintili ve sürekli uyarılar ile alçak frekanslardan yüksek frekanslara doğru odyometre tarafından otomatik taranarak yapılan Bekesy odyometrisi örnek olarak verilebilmektedir. (Gelfand ve Calandruccio, 2023).

Ulutaş (2019) 18-35 yaş aralığında 73 kişinin katıldığı çalışmasında 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz ve 4000 Hz frekanslarında sağ ve sol kulak arasındaki Bekesy sürekli ve Bekesy kesintili uyarılara ait eşik değerlerinde, Bekesy sürekli uyarana ait eşik değerlerinin Bekesy kesintili uyarana ait eşik değerlerinden daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Araştırmamızda 500 Hz-4000 Hz frekans aralığında, sol kulak 1000 Hz frekansının dışında Bekesy sürekli uyarana ait eşik değerlerinin Bekesy kesintili eşik değerlerinden daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Kesintili uyarılar, 200 ms'nlik zaman zarfları halinde hazırlandığı için işitme sinirinin uyarım ve dinlenme periyotlarına uyumludur (Ulutaş, 2019). Araştırmamızın bulgularında Bekesy sürekli uyarana ait eşik değerlerinin, Bekesy kesintili uyarana ait eşik değerlerine göre yüksek olarak elde edilme nedeninin bireylerin kesintili uyarılara karşı daha koopere olmasıdır.

20 bireyin katıldığı ve toplamda 40 kulağın, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz frekanslarında 2 dB'lik eşik arama yöntemi ile işitme eşikleri ve 500-6000 Hz frekans aralığında sürekli uyarı kullanarak Bekesy odyometrisi ile eşikleri tekrar belirlendiği bir çalışmada, test ölçümde sadece 1000 Hz frekansında, tekrar test ölçümünde ise 3000 Hz ve 6000 Hz frekanslarında 2 dB'lik eşik değeri ile Bekesy odyometrisi arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunduğu bildirilmiştir (Burns ve Hinchcliffe, 1957). Burns ve Hinchcliffe (1957) 2 dB'lik eşik değerleri ile Bekesy sürekli ve Bekesy kesintili eşik değerleriyle benzerlik gösterebileceğinin yanında farklılık da gösterilebileceğini bildirilmiştir. Araştırmamızda 500-4000 Hz arasında frekanslarda bireylerin sol ve sağ kulaklarında 2 dB'lik eşik değerleri ile Bekesy sürekli eşikleri karşılaştırıldığında, 1000 Hz ve 2000 Hz frekanslarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Ayrıca araştırmamızda bireylerin sol ve sağ kulaklarında 2 dB'lik eşik değerleri ile Bekesy kesintili eşikleri karşılaştırıldığında 500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz frekanslarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur.

115 bireyin katıldığı, 250-10000 Hz frekanslarında 5 dB'lik eşik arama yöntemi ile işitme eşikleri ve 250-10000 Hz frekans aralığında kesintili uyarı kullanarak Bekesy odyometrisi ile eşikleri tekrar belirlendiği bir çalışmada, değerlendirilen frekans aralığında 5 dB'lik eşik değerleri ile Bekesy odyometrisi arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadığı bildirilmiştir (Erlandsson vd., 1979). Ancak 21 bireyin katıldığı 125-8000 Hz frekanslarında 5 dB'lik eşik arama yöntemi ile işitme eşiklerini belirledikleri ve 125-8000 Hz frekans aralığında kesintili uyarı kullanarak Bekesy odyometrisi ile eşikleri tekrar belirlendiği bir çalışmada, 6000 Hz dışındaki frekansların tümünde 5 dB'lik eşik değerleri ile Bekesy odyometrisi arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunduğu bildirilmiştir (Ishak vd., 2021). Araştırmamızda 500-4000 Hz arasında bireylerin sol ve sağ kulaklarında 5 dB'lik eşik değerleri ile Bekesy kesintili eşikleri karşılaştırıldığında, sol kulakta 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz ve 4000 Hz frekanslarında, sağ kulakta ise 500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz frekanslarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Ayrıca araştırmamızda bireylerin 5 dB'lik eşik değerleri ile Bekesy sürekli eşikleri karşılaştırıldığında sol kulakta 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz frekanslarında, sağ kulakta ise 500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz frekanslarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Araştırmamızda literatürde yapılan çalışmalara kıyasla 5 dB'lik eşik değeri ile Bekesy sürekli ve Bekesy kesintili eşik değerleri arasında bazı frekanslarda istatistiksel anlamlı sonuçlar bulunurken bazı frekanslarda istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır.

1000 Hz, 4000 Hz, 8000 Hz ve 12000 Hz frekans aralığında Bekesy odyometresinde kullandıkları uyarı tiplerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, kesintili ve sürekli uyarı arasındaki ilişkinin zayıf olduğunu bildirilmiştir (McCommons ve Hodge, 1969). Araştırmamızda Bekesy sürekli eşik ile Bekesy kesintili eşik değerlerinin karşılaştırılması yapıldığında, sol kulakta 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz ve 4000 Hz'de; sağ kulakta ise 2000 Hz ve 4000 Hz frekanslarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. McCommons ve Hodge (1969) Bekesy kesintili uyarılar ile işitme eşik değerlerinin belirlenmesinde

hassasiyetinin yüksek olduğunu bildirmiştir. Araştırmamızda Bekesy kesintili ve Bekesy sürekli eşik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmasının nedeni bireylerin kesintili uyaranlara daha iyi koopere olurken sürekli uyaranlara karşı daha az koopere olmasıdır.

Normal işiten 10 bireyin ve orta derecede koklear tip işitme kaybı olan 10 bireyin katıldığı, 125-8000 Hz frekans aralığında 5 dB'lik ve 2 dB'lik eşik arama yöntemleri ile işitme eşiklerinin belirlendiği bir çalışmada, normal işiten grupta 5 dB'lik ve 2 dB'lik eşik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadığı bildirilmiştir (Jerlvall ve Arlinger, 1986). Jerlvall ve Arlinger (1986) işitme eşiklerin belirlenmesinde kullanılan 2 dB'lik eşik arama yönteminin 5 dB'lik eşik arama yöntemine göre %30-40 daha fazla süre gerektirmesine rağmen 2 dB'lik eşik ve 5 dB'lik eşik değerleri arasında anlamlı bir korelasyon bildirmişlerdir. Araştırmamızda da yapılan çalışmaya benzer olarak 500-4000 Hz arasında frekanslarda, bireylerin sol ve sağ kulaklarında 5 dB'lik eşik değerleri ile 2 dB'lik eşikleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmamızda Odyoloji alanında kullanılan konvansiyonel işitme eşiği arama yöntemleri olan 5 dB'lik ve 2 dB'lik işitme eşiği arama yöntemleriyle konuşma frekanslarında belirlenen işitme eşik değerleri ile subjektif test yöntemlerinden biri olan Bekesy odyometrisi kullanılarak belirlenen işitme eşik değerleri karşılaştırılmıştır. Araştırma sonuçlarımızda bireylerin konuşma frekanslarında özellikle 5 dB'lik eşik arama yöntemiyle ya da 2 dB'lik eşik arama yöntemiyle belirlenen eşik değerleri arasında bir farklılık bulunmamıştır. Bu sonuç ile 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz ve 4000 Hz frekanslarında 5 dB'lik saf ses hava yolu işitme eşik arama yöntemi ile 2 dB'lik saf ses hava yolu işitme eşik arama yöntemlerinin birbiri yerine kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Odyolojik literatürde yer alan saf ses hava yolu işitme eşiklerinin belirlenmesinde kullanılan konvansiyonel eşik belirleme yöntemlerine alternatif olarak Bekesy odyometrisi kullanan çalışmaların artması gerektiği, saf ses ortalaması normal bireylerin 125-8000 Hz frekans aralığında, iletim tip, karma (mikst) tip ve sensörinöral tip işitme kaybı olan bireylerin 500-4000 Hz arasında ya da 125-8000 Hz arasında gerçek işitme eşik değerlerinin belirlenebilmesi için 5 dB'lik ve 2 dB'lik işitme eşiği arama yöntemi ile Bekesy odyometrisini karşılaştıran çalışmalara ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Finansal Destek Beyanı

Araştırmada herhangi bir kuruluştan finansal destek alınmamıştır.

Yazar Katkıları

Araştırma Fikri/Kavramı: FS, MP

Araştırmanın Tasarımı: FS, MP

Denetleme/Danışmanlık: FS

Veri Toplama ve/veya İşleme: MP, KSK, MŞ, İK, MMU, RAB, İK

Verilerin Analizi ve/veya Yorumu: FS, MP
Literatür Taraması: MP, KSK, MŞ, İK, MMU, RAB, İK
Makalenin Yazımı: FS, MP, KSK, MŞ, İK, MMU, RAB, İK
Eleştirel İnceleme: FS

KAYNAKLAR

Akşit, A. M. (2019). Tanısal Testler: Temel Odyolojik Testler. Ankara: Hipokrat Yayıncılık.

Belgin, E. (2017). Temel Odyoloji. E. Belgin, A.S. Şahlı, (Eds.), *Saf Ses Odyometri* (s.99-104). Ankara: Güneş Tıp Kitabevi.

Burns, W., & Hinchcliffe, R. (1957). Comparison of the auditory threshold as measured by individual pure tone and by Bekesy audiometry. *The Journal Of The Acoustical Society Of America*, 29(12):1274-1277. <https://doi.org/10.1121/1.1908761>

Cranford, J. L. (2010). Odyolojinin Temelleri Titreşimlerden Seslere, İ. Yılmaz (Çev.), Plural Publishing-GAES İşitme Merkezleri. 61-79.

Mungan Durankaya, S. (2023). İşitme Değerlendirmesi-2: Davranışsal Testler. Ş. Çekiç, B. Baş. (Ed.), *Odyolojiye Giriş* (s.82-103). Ankara: Nobel Tıp Kitabevi.

Erlandsson, B., Hakanson, H., Ivarsson, A., & Nilsson, P. (1979). Comparison of the hearing threshold measured by pure-tone audiometry and by Békésy sweep audiometry. *Audiology*, 18(5), 414-429. <https://doi.org/10.3109/00206097909070067>

Gelfand, S. A. & Calandruccio, L. (2023). Essentials of Audiology. (s. 91-134). New York: Thieme.

Gelfand, S. A. (2016). Essentials of Audiology. (s. 108-135). New York: Thieme.

Ishak, W. S., Zhao, F., Stephens, D., Culling, J., Francis, B.Z., & Meyer-Bisch, C. (2021). Test-retest reliability and validity of Audioscan and Békésy compared with pure tone audiometry. *Audiological Medicine*, 9(1), 40-46. <https://doi.org/10.3109/1651386X.2010.537124>

Jerlvall, L., & Arlinger, S. A. (1986). Comparison of 2-dB and 5-dB step-size in pure-tone audiometry. *Scandinavian audology*, 15(1), 51-56. <https://doi.org/10.3109/01050398609045954>

Kramer, S., & Brown, D. K. (2019). Audiology Science to Practice. Stach B. A. (Ed.), *Evoked Physiologic Responses*. (s.129-261). San Diego: Plural Publishing.

McCommons, R. B., & Hodge, D. C. (1969). Comparison of continuous and pulsed tones for determining békésy threshold measurements. *The Journal of the Acoustical of America*, 45(6), 1499-1504. <https://doi.org/10.1121/1.1911629>

Mutlu, B. (2021). Tüm Yönleriyle Odyoloji. Öğüt M. F., Kırkım G., Başak S (Eds.), *Saf Ses Odyometrisi*. (s.111-130). İzmir: US Akademi.

Mutlu, B., & Şerbetçioğlu, B. (2021). İşitme Kaybının Testleri, Tanısı ve Tedavisi. Şerbetçioğlu M. B, (Ed.), *Saf Ses Odyometri*. (s.113-130). Nobel Tıp Kitabevleri.

Pınar, M., & Şan, İ. (2021). Odyoloji biliminde otoakustik emisyonlar ve klinik kullanımı. *KTO Karatay Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(1), 37-46.
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ktokusbd/issue/61962/749044>.

Schlauch, R. S., & Nelson, P. (2015). Handbook of Clinical Audiology. Katz J (Ed.), Purtone Evaluation (s.29-40). Philadelphia: Wolters Kluwer Health.

Şerbetçioğlu, B. (2021). İşitme Kaybının Testleri, Tanısı ve Tedavisi. Şerbetçioğlu M. B. (Ed.), *Odyolojik Değerlendirme*. (s. 183-190). Nobel Tıp Kitabevleri.

Şerbetçioğlu, B. & Öztürk Ş. T. (2022). Temel Klinik Odyoloji. Katz J, Gündüz B. (Eds.). *Saf Ses Değerlendirmesi*. (s. 29-42). Ankara: Pelikan Kitabevi

Tuz, D. & Yılmaz, S. (2018). Odyoloji Klinik Uygulama Protokolleri. Sennaroğlu G., Yücel E, Türkyılmaz M. D., Çiçek Çınar B., Batuk, M. (Eds.), *Subjektif İleri Tanı Yöntemleri*, (s. 11-20). Ankara: Hipokrat Kitabevi.

Ulutaş, N. S. (2019). Normal İşiten Bireylerde Yaşlanmanın İşitme Eşiklerine Etkisinin Bekesy Odyometrisi ile İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi.