



KLİNİK ÇALIŞMA

SAF SES ODYOMETRİDE DAR BANT VE GENİŞ BANT GÜRÜLTÜNÜN SANTRAL İNHİBİSYON ÜZERİNE ETKİSİNİN İŞİTME KAYIPLI BİREYLERDE İNCELENMESİ

Öğr. Gör. Ertuğrul GENÇTÜRK¹, Öğr. Gör. Betül TAŞCI², Dr. Öğr. Üyesi Oğuz YILMAZ³,

Prof. Dr. M. Bülent ŞERBETÇİOĞLU³

¹Beykoz Üniversitesi Meslek Yüksekokulu, Odyometri, İstanbul, Türkiye ²İstanbul Topkapı Üniversitesi Plato Meslek Yüksekokulu, Odyometri, İstanbul, Türkiye ³İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Anabilim Dalı, Odyoloji, İstanbul, Türkiye

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada dar bant ve geniş bant gürültü kullanımının işitme kayıplı bireylerde santral inhibisyon değerlerine olan etkilerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntemler: 37 kişiye öncelikli olarak otoskopik bakı, saf ses odyometrisi, konuşma odyometrisi ve timpanometrik değerlendirmeleri yapılarak işitme kaybının lokalizasyonu, tipi ve derecesi belirlenmiştir. Ardından katılımcıların saf ses işitme eşiklerindeki değişiklikler test edilmeyen kulağa sırasıyla gürültü verilmeden, dar bant ve geniş bant gürültü verilerek test edilmiştir.

Bulgular: Sensörinöral işitme kayıplı olgularda 250, 500, 2000 ve 8000 Hz frekanslarında; iletim tipi işitme kayıplı olgularda ise 250,500 ve 1000 Hz frekanslarında geniş bant gürültü kullanımı, eşik kaymasını azaltarak eşiklerde istatistiksel olarak anlamlı değişikliğe neden olmuştur ($p<0,05$).

Sonuç: Çalışmamızda iletim tipi ve sensörinöral tip işitme kayıplarında geniş bant gürültünün kullanımının eşik kaymasını azaltarak daha güvenilir eşik tayinine neden olduğu tespit edildi.

Anahtar Sözcükler: Saf ses odyometrisi; işitme; gürültü

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF NARROWBAND AND WIDEBAND NOISE ON CENTRAL INHIBITION IN PURE TONE AUDIOMETRY IN INDIVIDUALS WITH HEARING LOSS

SUMMARY

Objective: This is a study which compares the effects of narrowband noise versus wideband noise on central inhibition values in individuals with hearing loss.

Material and Methods: Thirty-seven subjects were primarily examined for otoscopic examination, pure tone audiometry, speech audiometry, and tympanometric evaluations; then demonstrated localization of hearing loss, type and degree of hearing loss. Similarly, pure tone thresholds were tested in three different conditions while applying narrowband and wideband noise as well as without any masking noise using contralateral route.

Results: In cases with sensorineural hearing loss, at frequencies of 250, 500, 2000 and 8000 Hz; In cases with conductive hearing loss, the use of wideband noise at frequencies of 250,500 and 1000 Hz reduced the threshold shift, causing a statistically significant change in the thresholds ($p<0.05$).

Conclusion: In our study, it was found that the use of wideband noise in conductive and sensorineural hearing losses decreased threshold shift and caused more reliable threshold determination.

Keywords: Audiometry; Pure-Tone; hearing; noise

GİRİŞ

Saf ses odyometrisinde temel amaç her bir kulağa özgü işitme eşiklerinin ayrı ayrı belirlenmesidir. Uyarının test edilen kulağa verilmesine rağmen bazı durumlarda test edilmeyen kulak tarafından bu uyarının duyulması ve bu uyarıya cevap verilmesi gözlenebilmektedir.¹ Bu durumun sebebi test

edilen kulağa verilen yüksek şiddetteki sesin kulaklar arası geçişte azalma sınırı olarak kabul edilen değerin üzerine çıktığı takdirde uyarının test edilmeyen kulak tarafında algılanmasıdır.^{1,2} Bu durumlarda test edilen kulağa ait gerçek eşiklerin bulunması amacıyla hastalara klinik maskeleme uygulanmaktadır.^{1,2}

Maskeleme, aynı kulağa sinyal ve gürültünün verilmesi durumunda yaşanan eşik kayması olarak tanımlanabilmektedir.² Klinik maskelemede ise test edilmeyen kulağa gürültü sesi verilerek meşgul edilmesi esnasında test edilen kulakta işitme eşikleri test edilmeye çalışılmaktadır. Eşik kayması miktarının sıklıkla uyarın frekansında şiddet artması ile uyumlu olduğu Dirks ve Snyder tarafından

İletişim kurulacak yazar: Dr. Ertuğrul GENÇTÜRK, Beykoz Üniversitesi Meslek Yüksekokulu, Odyometri, İstanbul, Türkiye, E-mail: ertugrulgencturk@beykoz.edu.tr

Gönderilme tarihi: 07 Nisan 2022., yayın için kabul edilme tarihi: 11 Ekim 2022

Kaynak gösterimi Gençtürk E., Taşcı B., Yılmaz O., Şerbetçioğlu M. B. Saf Ses Odyometride Dar Bant ve Geniş Bant Gürültünün Santral İnhibisyon Üzerine Etkisinin İşitme Kayıplı Bireylerde İncelenmesi KBB-Forum 2022;21(4):171-176



belirtilmiştir^{3,4}. Sherrick ve Albernaz'da yaptığı çalışmada maskeleme miktarının, maske şiddetindeki artış ile uyumlu görünmediğini belirtmişlerdir⁵. Maskeleme amacıyla genel olarak maskelenmesi planlanan frekansta dar bant gürültü kullanılmaktadır¹. Bunun temel sebebi Fletcher (1940) tarafından yapılan ve maskeleme frekansından başlanarak frekans aralığının artırılması durumunda, belirgin bir frekans bandına ulaşılmışından sonra maskeleme üzerine herhangi bir etkisi olmadığına gösterildiği çalışmaya dayandırılmaktadır⁶. Bu durum sinyali algılama eşiğinin, maske gürültüsünün frekans bant aralığının genişliğinin artması ile arttığı ancak bir noktadan sonra bant genişliğinde yapılan artışın eşikler ve maskeleme üzerinde etkisinin olmadığı görüşüne dayanmaktadır. Belirtilen bu bant genişliğine "kritik bant" adı verilmektedir⁷. Kritik bant aralığı dışında verilen frekans aralıklarında "dolayısıyla geniş bant gürültü ile yapılacak olan maskelemede" sadece bu belirtilen frekans aralığının etkili olacağı belirtilmiştir⁶.

Klinik uygulamalarda maskeleme gürültüsü uygulanmasında maske uyaran seviyesinin, kulaklar arası geçiş sınırını aşmamasına rağmen küçük bir eşik kayması yarattığı gözlenmektedir. Bu duruma "santral maskeleme" adı verilmektedir. Bu olgu ilk kez Wegel ve Lane tarafından belirtilmiştir¹. Bu durumun her iki kokleadan gelen uyarıların santral işitsel yollarda gerçekleşen çaprazlaşma sonucunda işitme eşiklerinde kayma yapmasına bağlı olduğu düşünülmektedir⁸. Santral maskelemenin genel olarak işitme eşiklerini etkileyebileceği belirtilmektedir^{9,10}. Yapılan değişik çalışmalarda bu değer 5-15 dB aralığında olabileceği belirtilmiştir^{2,6}.

Klinik maskeleme özellikle işitme kayıplı bireylerin işitme eşiklerinin belirlenmesi ve işitme kaybının derecesinin tespitinde önemli role sahip olduğundan bu çalışmada işitme kayıplı bireylerde dar bant ve geniş bant gürültü uygulamalarının santral inhibisyon üzerine olan etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

HASTALAR VE YÖNTEM

Çalışmaya 18-65 yaş aralığındaki, işitme kayıplı 37 gönüllü birey katıldı. Katılan bireylerin en az üç oktav frekansında hava yolu

maskeleme ihtiyacı olup, 21 bireyde tek taraflı sensörinöral tip işitme kaybı, 4'ü bilateral olmak üzere toplam 16 bireyde ise iletim tipi işitme kaybı mevcuttu. Çalışmaya katılan bireylere çalışmanın amacı, süresi, uygulanacak testler hakkında bilgi verildi İstanbul Medipol Üniversitesi Girişimsel Olmayan Etik Kurulu tarafından belirlenen standartlara uygun "Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu" okutulup, imzaları alınmak suretiyle onayları alındı. 10840098- 604.01.01-E.53575 sayılı, 748 karar numaralı etik kurul onayı, 20.12.2018 tarihinde alındı. Bu çalışma, Helsinki Deklarasyonu Prensipleri'ne uygun olarak yapıldı. Katılımcılar İstanbul Medipol Üniversite Hastanesi, Odyoloji Kliniğinde test edildi. Katılımcılara uygulanan saf ses odyometri testi, Ototech sessiz kabinlerinde yapıldı, AC40 odyometre (Interacoustic) ve TDH39 kulaklık kullanıldı.

Katılımcılara saf ses odyometri testi üç aşamalı yapıldı ve maskeleme uygulanırken plato yöntemi kullanıldı. Plato yöntemi kapsamında eşikler ilk olarak maskeleme yapılmadan ascending/descending yöntemi ile işitme eşikleri tespit edildi ve kulaklar arası geçiş de yaşanan azalma "interaural attenuation" miktarları göz önünde bulundurularak maskeleme gereksinimi olan frekanslar hava ve kemik yolları için tespit edildi. Ardından ikinci aşama olarak maskelemeye hava yolları için test edilmeyen kulaktan 15 dB SL düzeyinde ilk olarak dar bant gürültü verilerek başlandı ve birey duydukça maskeleme gürültüsünde 10'ar dB'lik artışlar yapıldı. Eşiğin gürültü artışıyla artmadığı üç kademelik düzey plato olarak kabul edilip, test edilen kulağa ait gerçek eşikler belirlendi. Daha sonra üçüncü aşama olarak yine aynı yöntemle test edilmeyen kulağın işitme eşiklerinin 15 dB SL düzeyinde geniş bant gürültü verilerek başlandı ve birey duydukça maskeleme gürültüsünde 10'ar dB'lik artışlar yapıldı. Eşiğin gürültü artışıyla artmadığı üç kademelik düzey plato olarak kabul edilip, test edilen kulağa ait gerçek eşikler belirlendi. Katılımcıların maskeleme gürültüsü olmaksızın belirlenen eşikleri ile, maskeleme gürültüsü verilerek tespit edilen işitme eşikleri arasındaki fark, eşiklerin kayma miktarı olarak belirlendi. Böylece katılımcıların test edilmeyen kulaktan



verilen farklı gürültü çeşitleri ile ortaya çıkan işitme eşiklerindeki kayma miktarları saptandı.

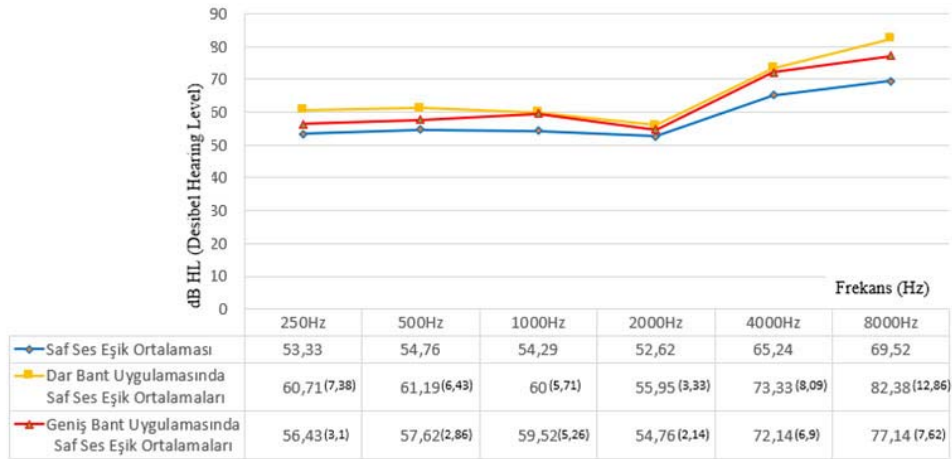
Çalışmanın veri analizi "Statistical Package for Social Sciences" (SPSS) Version 20 istatistik programı kullanılarak yapıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotlarından (ortalama, standart sapma) yararlandı. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğunu araştırmak için "Shapiro-Wilks" testi uygulandı. Çalışmada parametrik olmayan test tekniklerinden Wilcoxon testi uygulandı. Sonuçlar % 95 güven aralığında, $p < 0.05$ anlamlılık düzeyinde değerlendirildi.

BULGULAR

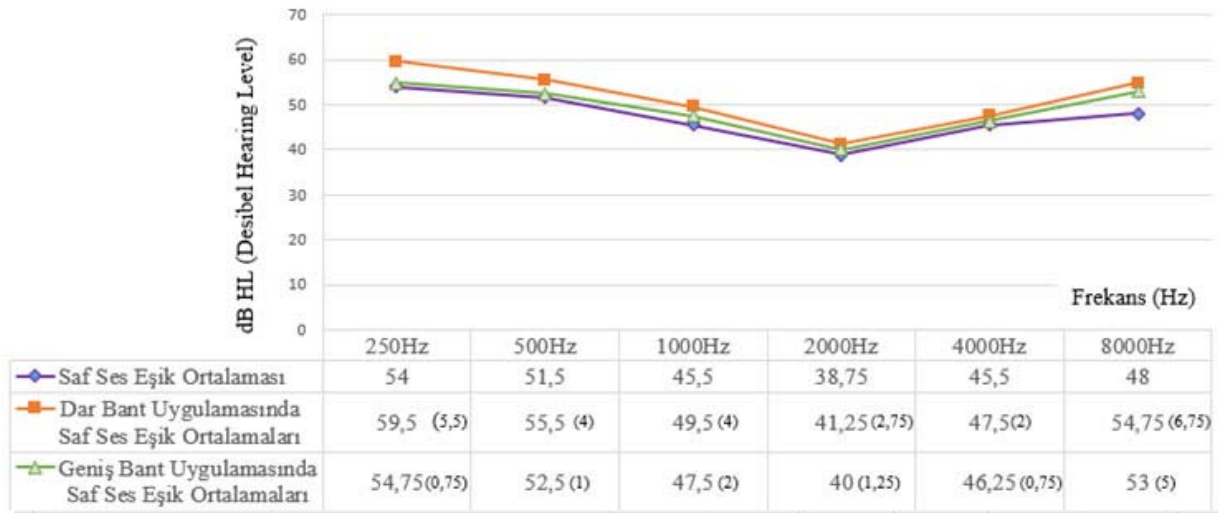
Araştırmaya katılan 37 katılımcı'nın %59,46 (n=22)'sı erkek %40,54 (n=15)'ü kadındır. Erkek katılımcıların %59,09 (n=13)'ü tek taraflı sensörinöral tip, %27,27 (n=6)'si tek taraflı iletim tipi ve %13,64 (n=3)'ü ise bilateral iletim tipi işitme kayıplı bireylerden oluşmaktadır. Kadın katılımcıların %53,33 (n=8)'ü tek taraflı sensörinöral tip, %40 (n=6)'ı tek taraflı iletim tipi ve %6,67 (n=1)'i ise bilateral iletim tipi işitme kayıplı bireylerden

oluşmaktadır. Çalışmaya katılan bireylerin yaş ortalaması $41,1 \pm 11,6$. Erkek katılımcıların yaş ortalamaları $40,6 \pm 12,3$ kadın katılımcıların ise yaş ortalamaları $41,8 \pm 10,8$ 'dir.

Toplamda incelenen 21 kulak sensörinöral işitme kayıplı, 16 kulak ise iletim tipi işitme kayıplıdır. Sensörinöral işitme kayıplı kulaklar incelendiğinde; 250, 500, 2000 ve 8000 Hz frekanslarında geniş bant gürültünün daha az eşik kayması yarattığı gözlemlendi ($p < 0.05$). Tek taraflı sensörinöral tip işitme kaybına ait veriler Tablo 1'de gösterilmiştir. Tek taraflı sensörinöral tip işitme kaybına ait verilerin grafiksel gösterimi ise Şekil 1'de sunulmuştur. İletim tipi işitme kayıplarında ise 250, 500 ve 1000 Hz frekanslarında geniş bant gürültünün daha az eşik kayması yaptığı gözlemlendi ($p < 0.05$). İletim tipi işitme kaybına ait veriler Tablo 2'de gösterilmiştir. İletim tipi işitme kaybına ait verilerin grafiksel gösterimi ise Şekil 2'de sunulmuştur.



Şekil 1: Tek taraflı sensörinöral tip işitme kaybına ait grafik (Parantez içinde eşik kayması değerleri gösterilmiştir.)



Şekil 2: İletim tipi işitme kaybına ait grafik. (Parantez içinde eşik kayması değerleri gösterilmiştir.)

Tablo 1. Tek taraflı sensörinöral tip işitme kaybına ait veriler

SNİK'li Kulak N=21	SSO (dB) (Ort±SS)	DB Gürültü (dB) (Ort±SS)	GB Gürültü (dB) (Ort±SS)	DB Gürültü-SSO p değeri	WB Gürültü-SSO p değeri	DB Gürültü-GB Gürültü p değeri
250Hz	53,33±17,63	60,71±20,14	56,43±19,82	0,004*	0,045*	0,007*
500Hz	54,76±17,57	61,19±21,73	57,62±18,95	0,003*	0,021*	0,020*
1000Hz	54,29±16,23	60±21,04	59,52±20,85	0,003*	0,006*	0,414
2000Hz	52,62±15,22	55,95±17,15	54,76±17,21	0,011*	0,024*	0,025*
4000Hz	65,24±14,70	73,33±22,04	72,14±21,42	0,012*	0,015*	0,102
8000Hz	69,52±12,93	82,38±20,41	77,14±17	0,001*	0,003*	0,011*

*= p<0.05 olan değerdir. (SSO: Saf ses ortalaması, DB: Dar bant gürültü, GB: Geniş bant gürültü. SNİK: Sensörinöral İşitme Kaybı)

Tablo 2. İletim tipi işitme kaybına ait veriler

İTİK'li Kulak N=20	SSO (dB) (Ort±SS)	DB Gürültü (dB) (Ort±SS)	GB Gürültü (dB) (Ort±SS)	DB Gürültü-SSO p değeri	WB Gürültü-SSO p değeri	DB Gürültü-GB Gürültü p değeri
250Hz	54±11,31	59,5±12,34	54,75±11,53	0,001*	0,083	0,001*
500Hz	51,5±10,65	55,5±12,02	52,5±11,06	0,001*	0,102	0,003*
1000Hz	45,5±10,25	49,5±11,34	47,5±11,18	0,003*	0,023*	0,033*
2000Hz	38,75±11,80	41,25±12,34	40±11,7	0,015*	0,025*	0,096
4000Hz	45,5±14,41	47,5±14,82	46,25±14,77	0,033*	0,405	0,187
8000Hz	48±15,42	54,75±18,95	53±17,87	0,002*	0,013*	0,053

*= p<0.05 olan değerdir. (SSO: Saf ses ortalaması, DB: Dar bant gürültü, GB: Geniş bant gürültü. İTİK: İletim Tipi İşitme Kaybı)



TARTIŞMA

Hastaların her iki kulağına ait gerçek eşiklerinin bulunması uygulanacak olan tedavilerde değişiklikler yaratabilmektedir. Maskeleme bu kapsamda dikkatli ve özenli olarak yapılması gereken bir uygulamadır. Maskeleme uygulamalarında genel olarak kabul edilen maske gürültüleri konuşma sesleri için geniş bant gürültü ve saf sesler için dar bant gürültü uygulamalarıdır. Biz bu çalışmada hastalara dar bant ve geniş bant gürültü uygulamalarının yaratacağı eşik kaymalarını tespit etmeyi amaçladık. Oluşacak eşik kaymalarının santral maskeleme üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesini amaçladık. Elde ettiğimiz veriler tek taraflı sensörinöral tip işitme kayıplı bireylerde 250, 500, 2000 ve 8000 Hz frekanslarında geniş bant gürültü kullanımı sonucu oluşan santral inhibisyon değerlerinin, dar bant gürültü kullanımı sonucunda elde edilen santral inhibisyon değerlerinden anlamlı derecede düşük olduğunu göstermektedir ($p<0.05$). İletim tipi işitme kayıplı kulaklarda ise benzer şekilde 250, 500 ve 1000 Hz frekanslarında geniş bant gürültü kullanımı sonucu oluşan santral inhibisyon değerleri ile, dar bant gürültü sonucunda elde edilen santral inhibisyon değerlerinden daha düşük olarak elde edilmiştir ($p<0.05$).

Saf ses odyometrisinde kullanılacak gürültü olarak dar bant gürültünün seçilmesinde Fletcher tarafından yapılan kritik bant seviyeleri tespiti temel alınmasına rağmen konu hakkında yapılan değişik çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bu alanda yakın dönemde yeni çalışmalar yapılmamış ve klasikleşmiş metot olarak saf ses maskelemesinde dar bant gürültüsü kullanılmıştır. Eski tarihli yapılan çalışmaların bir kısmında geniş bant gürültü ile maskeleme uygulandığında daha yüksek miktarda akustik enerji verilmesine bağlı olarak santral inhibisyon değerlerinin, bir başka deyişle eşik kaymalarının, daha fazla elde edildiği belirtilmiştir^{3,5,11}. Bu bulgular bizim çalışma sonuçlarımız ile uyumsuz olarak değerlendirilmektedir. Buna rağmen bizim yaptığımız çalışma ile uyumlu olarak dar bant gürültü kullanılmasının daha fazla eşik

kaymasına yol açtığını saptayan çalışmalarda mevcuttur^{4,12}.

Sanders ve Rintelman tarafından yapılan çalışmada; dar bant gürültünün, geniş bant gürültüden daha verimli bir maskeleyici olduğu gösterilmiştir. Bunun sebebi olarak dar bant gürültünün, maskelenmesi gereken saf ses frekansı çevresinde kümelenmiş sınırlı bir frekans aralığı içine konsantre olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir. Kritik Bant hipotezine göre ise bir gürültünün etkili maske seviyesi, söz konusu gürültünün toplam enerjisine bağlı değil, test edilen frekansın kritik bant seviyesinde bulunan enerjiye bağlıdır. Çünkü geniş bant gürültü ve dar bant gürültünün kritik bant genişliği aynıdır¹¹. Benzer şekilde Sherrick ve Mangabeira-Albernaz, yaptıkları çalışmada ses basınç seviyesinin sabit olduğu durumlarda karşı kulaktan geniş bant ve dar bant maske gürültüsü uygulamışlardır. Bu çalışma sonucunda geniş bant gürültü ile yapılan maskelemenin, dar bant gürültü ile yapılan maskelemeye oranla daha fazla eşik kayması yarattığını gözlemlemiş ve bunu santral maskelemenin daha fazla olmasıyla açıklamışlardır⁵. Dirks ve Norris ise santral maskeleme sonucu oluşan eşik kaymalarının maskelemenin frekansına bağlı olarak değişebildiğini ve maskenin spektrum seviyesinin artmasıyla birlikte arttığını belirtmişlerdir³. Elde edilen veriler verilen uyarının daha aza frekans içeriyor olması sebebi ile uygun olarak değerlendirilmektedir.

Benton ve Sheely'nin ise normal işitenlerde yaptıkları çalışmada dar bant veya geniş bant gürültü kullanımının eşik kayması üzerine anlamlı bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir. Çalışmalarında dar bant gürültü ile yapılan maskeleme sonucu oluşan ortalama eşik kaymasını 0.2 dB ile 3.5 dB arasında; geniş bant gürültü ile yapılan maskeleme sonucu ortalama 0.2 dB ile 2.0 dB arası eşik kayması elde etmişlerdir¹². Bizim çalışmamızda ise Benton ve Sheely'nin bulgularına benzer şekilde dar bant gürültü kullanımının daha fazla eşik kaymasına neden olduğu belirlendi ancak bizim çalışmamız Benton ve Sheely'nin çalışmasından farklı olarak istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0.05$).



Snyder'in çalışmasında ise maskeleyicinin bant genişliği daraldıkça santral maskeleme etkisinin artma eğiliminde olduğunu buna bağlı olarak eşik kaymasının dar bant gürültüsü kullanımı ile daha fazla olabileceğini belirtmektedir⁴.

Santral maskelemenin işitme eşiklerine etkisinin belirlenmesine yönelik literatür incelendiğinde güncel çalışmaların mevcut olmadığı görülmüştür. Bu yüzden konu ile ilgili daha fazla güncel çalışmaya gereksinim olduğu düşünülmüştür.

SONUÇ

Maskeleme kişilerin her iki kulağında işitme seviyelerinin tespitinde kullanılan çok önemli bir uygulamadır. Çalışmamızın sonucunda elde edinilen bulgulardan maskeleme yaparken geniş bant gürültü kullanılması sonucunda daha az eşik kayması yaratarak daha güvenilir eşik tespiti yapılabileceği gösterilmiştir. Ayrıca geniş bant gürültünün maskelemede kullanılması işitme kayıplarına bağlı koklea da oluşabilecek tonotopik organizasyon değişikliklerinin ekarte edilebilmesinde etkili olabilecektir. Kokleada oluşabilecek tonotopik organizasyon değişikliklerinin gösterilmesi ve bu durumlarda maskeleme yapılması konusunda daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Herhangi bir çıkar çatışmamızın bulunmadığını ve finansal destek almadığımızı beyan ederiz.

KAYNAKLAR

1. Clark JG, Martin FN. Masking. Introduction to Audiology. 13th ed. Boston: Pearson Education ; 2019. p.133-159.
2. Gelfand SA. Clinical Masking. Essential of Audiology. 4th ed. New York. Stuttgart: Theime; 2016. p.248-272.
3. Dirks DD, Norris JC. Shifts in auditory thresholds produced by ipsilateral and contralateral maskers at low-intensity levels. J Acoust Soc Am. 1966 Jul;40(1):12-9. doi: 10.1121/1.1910028.
4. Snyder JM. Central masking in normal listeners. Acta Otolaryngol. 1973 May;75(5):419-24. doi: 10.3109/00016487309139768.4730791
5. Sherrick CE, Albernaz PLM. Auditory threshold shifts produced by simultaneously pulsed contralateral stimuli. J. Acoust. Soc. Am. 1966; 33:1381-1385.
6. Yacullo WS. Clinical Masking. Katz J. Handbook of Clinical Audiology. 7th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health; 2015. p.77-111.

7. Schooneveldt GP, Moore BC. Comodulation masking release for various monaural and binaural combinations of the signal, on-frequency, and flanking bands. J Acoust Soc Am. 1989 Jan;85(1):262-72. doi: 10.1121/1.397733.
8. Liden G, Nilsson G, Anderson H. Masking in clinical audiometry. Acta Otolaryngol. 1959 Mar-Apr;50(2):125-36. doi: 10.3109/00016485909129175.
9. Dirks D, Malmquist C. Changes In Bone-Conduction Thresholds Produced By Masking In The Non-Test Ear. J Speech Hear Res. 1964 Sep;7:271-8. Doi: 10.1044/jshr.0703.271.
10. Studebaker GA. On masking in bone-conduction testing. J Speech Hear Res. 1962 Sep;5:215-27. doi: 10.1044/jshr.0503.215.
11. Sanders JW, Rintelmann WF. Masking In Audiometry. A Clinical Evaluation of Three Methods. Arch Otolaryngol. 1964 Nov; 80: 541-56. doi: 10.1001/archotol.1964.00750040555008.
12. Benton SL, Sheeley EC. Effects of three contralateral maskers on pure-tone thresholds using manual audiometry. Audiology. 1987;26(4):227-34. doi: 10.3109/00206098709081551.