

Orijinal makale

Koklear İmplantlıların Konuşma Performansı Üzerinde FM Sistem Etkisi

Asuman Alniaçık ERDOĞAN

Marmara Üniversitesi, Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Bilim Dalı, İSTANBUL

ÖZET

Amaç: Gürültülü ortamlarda Frekans Modulasyonlu (FM) sistem kullanımının koklear implant kullanan kişilerde konuşmanın anlaşılabilirliği üzerine olan etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot: Bu vaka çalışmasında, sessiz ortamda tek heceli konuşma listesi ile yapılan konuşma testine göre 'iyi', 'orta' ve 'kötü' konuşma performansı olan üç koklear implant kullanıcısında FM sistemi kullanımının etkileri araştırılmıştır. Sessiz ve gürültülü ortamda 250, 500, 1000, 2000, 4000, 6000 Hz. işitme eşikleri (dB HL) ve tek heceli konuşma test skorları tespit edilmiştir. Ayrıca gürültülü ortamda FM sistem ile işitme eşikleri ve konuşma testleri tekrar değerlendirilmiştir.

Bulgular: Her üç vakada da gürültülü ortamda FM sistemli işitme eşiklerinde ve konuşma performanslarında, sessiz ortam ile karşılaştırıldığında anlamlı düşüş elde edilmiştir. FM sistem ile elde edilen işitme eşikleri ve konuşma test skorlarının sessiz ortam bulguları ile benzer olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç: FM sistem ile gürültülü ortamlarda çevre gürültüsünün, yankılanmanın ve mesafe etkilerinin azalmasına bağlı olarak koklear implant kullanıcılarının konuşmaları anlama performanslarında artış sağlanmaktadır. Bu durum koklear implant kullanıcılarının günlük yaşam içinde de konuşulanları daha rahat anlama bakımından FM sisteminden yarar sağlayabileceklerini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: FM sistem; gürültü; koklear implant

ABSTRACT

The effects of FM system on cochlear implant recipients' speech performance

Objective: This study aimed to examine the effects of Frequency Modulation (FM) system on cochlear implant recipients' speech understanding in noisy environments.

Material and Method: In this case study three cochlear implant users whose speech performance were evaluated 'good' 'moderate' and 'bad' according to their monosyllabic word discrimination score in a quiet condition were tested to show the effects of FM system in a noisy condition. Threshold level (in dB HL) at 250, 500, 1000, 2000, 4000, 6000 Hz. and open set monosyllabic word discrimination scores were determined in quiet and in noisy conditions in three cases. Moreover, these tests were also repeated with FM system in noisy condition.

Results: In noisy condition without FM, a decrease was found in hearing threshold levels and word discrimination scores for all three subjects. With FM system in noisy condition, hearing thresholds and word discrimination scores again increased as in quiet setting.

Conclusion: FM system provides better speech understanding in noisy conditions for cochlear implant users by reducing the effects of noise, reverberation and distance. It shows that cochlear implant users have an advantage of better speech understanding in daily life with FM system.

Key Words: FM system; noise; cochlear implant

GİRİŞ

Koklear implant, iç kulakta koklea içine yerleştirilen elektrotlar vasıtası ile işitme sinirine işitsel bilgiyi göndermek amacı ile kafatası derisi altına implante edilen elektronik bir alettir.

Sistemin dış kısmı kulak arkasına takılan bir ses işlemci ve kafa derisi altındaki alıcıyla bir mıknatıs vasıtası ile irtibatı sağlayan iletici bobinden oluşur. Ses işlemcisi üzerindeki mikrofonlar çevresel sesleri toplayarak, iletici bobin tarafından kafa derisi altındaki alıcıya gönderir. Alıcıya gelen sesleri elektriksel kodlara dönüştürerek iç kulaktaki elektrotlara iletir. İşitme sinirine yakın olarak yerleştirilen elektrotlar vasıtası ile oluşan akım,

sinirde aksiyon potansiyel oluşturarak işitsel bilgi halinde beyine gönderilir. Bu durumda koklea içinde normalde ses kodlamasını yapan; ancak zarar görmüş veya ölü haldeki saç hücreleri pas geçilerek ses bilgisi beyine implant aracılığı ile ulaştırılır. Tüm koklear implant modellerinde ses işlemci, iletici bobin, alıcı ve elektrotlar temel yapıyı oluşturur. Ancak sesi işleme, bilgiyi implant alıcısına iletme, elektrotları uyarma metotları ve elektrot dizaynları her marka ve modelde değişiklik gösterebilir.

Koklear implant ile yapılan çalışmalar, doğuştan veya sonradan kazanılan işitme kaybı olan çocuklarda ve post-lingual yetişkinlerde koklear implant kullanımının işitme ve konuşma algısında önemli yararlar sağladığını göstermektedir¹⁻³.

Ayrıca koklear implantın konuşmanın anlaşılabilirliği⁴, ifade edici lisan becerileri⁵, görevi üstüne alma ve dikkatli bakma⁶ gibi iletişim becerilerini

Yazışma adresi:

Asuman Alniaçık ERDOĞAN Ph.D
Marmara Üniversitesi, Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Bilim Dalı, İstanbul
e-mail: asuman.erdogan@yahoo.com
Yazının geldiği tarih : 28.02.2012
Yayın kabul tarihi : 07.09.2012

geliştirdiği de yapılan araştırmalarla gösterilmiştir. Konuşma algılamasının ötesinde müzik algısında ve müzik aktivitelerine katılımında artış yarattığı da bilinmektedir⁷.

Koklear implant kullanan kişiler, kullandıkları implant cihazının gelişmiş mikrofön teknolojileri, üstün ses işleme performansı, çok kanallı elektrot dizyanları gibi özellikleri nedeni ile özellikle sessiz ortamlarda normal işitenler gibi iletişime katılabilmektedirler. Ancak yapılan çalışmalar genellikle gürültülü ortamda konuşmayı anlama performanslarında düşüş olduğunu göstermektedir^{8,9}. Normal işiten bir kişinin gürültülü ortamda bir cümleyi yarı yarıya doğru anlayabilmesi için gürültü şiddet seviyesinin konuşma şiddet seviyesinden 5 dB daha az olması gereklidir¹⁰.

Konuşma sesini sinyal olarak değerlendirirsek, sinyal ve gürültü arasındaki ilişkiyi Sinyal/Gürültü Oranı (SGO) olarak adlandırırız. Bu durumda normal işiten bir kişide gürültülü ortamda cümleyi %50 doğru anlayabilmek için ihtiyaç duyduğu Sinyal/Gürültü oranı -5 dB civarında iken koklear implant kullanıcılarında bu oran -15 dB civarındadır¹⁰. Bir başka deyişle koklear implant kullanıcısı için gürültü şiddet seviyesi, konuşma şiddet seviyesinin 15 dB daha altında olmalıdır ki, implant kullanıcısı gürültülü ortamda bir cümleyi yarı yarıya doğru algılayabilecek hale gelmelidir.

Gürültülü ortamda konuşmanın anlaşılabilirliğini bozan üç önemli faktör bulunmaktadır: a. Gürültü, b. Yankılanma c. Ses kaynağı ve dinleyici arasındaki mesafe¹¹.

Özellikle işitme kaybının olduğu durumlarda gürültünün konuşma üzerine olumsuz etkisi daha fazladır. İşitme kayıplı kişiler konuşulanları doğru anlayabilmek için karşısında konuşan kişinin sesini, ortamdaki gürültü şiddet seviyesinden daha yüksek şiddette duymak zorundadırlar. Cümlelerin %50 doğru anlaşılması için, ortalama 30 dB işitme kaybında yaklaşık 3-4 dB SGO'ya ihtiyaç duyulurken, 60 dB bir işitme kaybında bu oran yaklaşık 7-8 dB, 80 dB işitme kaybında ise yaklaşık 18-20 dB kadardır⁸.

Yapı malzemelerinin kullanımına bağlı olarak bazı odalarda ve salonlarda yankılanma (sesin duvar, eşya gibi bir engele çarpıp geri dönmesi) daha fazladır. Yankılanma zamanı ise bu yankıların herhangi bir nesneye çarpıp geri dönme süresi olarak isimlendirilir. Zamanı 0,2 sn altında olan yankılar konuşmanın gürülüğünü artırdığı için konuşma algısında da artış yaratmaktadır¹². Ancak sessiz bir sınıf ortamında dahi yankılanma zamanı 0,4-1,2 sn olarak belirlenmiştir¹³⁻¹⁷. Yapılan çalışmalar göstermektedir ki; 0,5 sn üstündeki yankılanmalar konuşmanın anlaşılabilirliğinde bozulmalara sebep olmaktadır¹⁸⁻²⁰.

Ses kaynağı ve dinleyici arasındaki mesafe arttıkça konuşmanın anlaşılabilirliği de kötüleşmektedir. Ses şiddeti ile mesafe arasında ters oranlı bir ilişki mevcuttur. Ses kaynağı ve dinleyici arasındaki mesafe iki katına çıktığında, ses şiddet seviyesinde yaklaşık 6 dB düşüş mevcuttur. Ses kaynağına yarım metre mesafede 70 dB ses şiddet seviyesi, 1 metre mesafede 64 dB; 2 metre mesafede 58 dB; 4 metre mesafede ise 52 dB olacaktır¹¹. Bu durumda sabit gürültü seviyesinde, SGO azalacağı için konuşmanın anlaşılabilirliğinde de kötüleşme elde edilecektir. Sinyal gürültü oranının iyileştirilmesi için gürültü, yankılanma ve mesafe faktörleri frekans modülasyonlu (FM) sistem kullanımı ile en aza indirgenebilmektedir. FM sistem ses kaynağından gelen bilgiyi alarak, gürültüyü baskılar ve frekans modülasyonlu radyo dalgaları halinde dinleyicinin kulağında takılı olan işitme cihazı veya koklear implant alıcısına gönderir. Bu durumda mesafe ve yankılanma faktörlerinin yarattığı negatif durumlarda ortadan kalkarak, sinyal-gürültü oranında iyileşme sağlanır.

Çeşitli çalışmalar FM sistem kullanımının gürültülü ortamlarda konuşma algılamasında artış yaptığını göstermektedir^{8,21}. Wolfe ve Schafer⁹, 2008 yılında yaptıkları çalışmada, koklear implant kullanan kişilerde FM sistem kullanılmayan ortama göre konuşmayı anlamada %50 oranında iyileşme tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada da, konuşmayı ayırt etme puanları 'iyi', 'orta' ve 'kötü' olan üç koklear implant kullanıcısında gürültülü ortamda FM sistem kullanımının işitme eşikleri ve konuşmayı ayırt etme skorları üzerindeki etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışmada Nucleus marka koklear implant kullanan 3 koklear implant kullanıcısında önce sessiz ortamda kullanıcıların sadece koklear implant ile sonra gürültülü ortamda koklear implanta FM sistem takılı olarak değerlendirme yapılmıştır. Sessiz ortamda sadece koklear implant ile yapılan konuşma test sonuçlarına göre kullanıcılar iyi, kötü ve orta derecede konuşma performansına sahip olarak değerlendirilmişlerdir.

OLGU 1

28 yaşında bir koklear implant kullanıcısı. 3 yaşında işitme kaybı tanısı almıştır. Progresif işitme kaybı mevcut olan kullanıcı işitme cihazını belli aralıklarla sürekli kullanmış. Yaklaşık 5 yıldır Nucleus marka Freedom model koklear implant ses işlemcisi kullanıyor. Sessiz ortamda konuşmayı ayırt etme puanı %44 olduğu için 'kötü' konuşma performansı olan kullanıcı olarak değerlendirilmiştir.

OLGU 2

18 yaşında bir koklear implant kullanıcısı. 1 yaşında işitme kaybı konjenital olarak belirlenmiş, 12 yaşında koklear implant ameliyatı olan kullanıcıda implant ameliyatına kadar işitme cihazını düzenli olarak kullanımı mevcut. Nucleus marka Freedom model ses işlemcisi kullanıyor. Sessiz ortamda konuşmayı ayırt etme puanı %88 olduğu için 'iyi' konuşma performansı olan kullanıcı olarak değerlendirilmiştir.

OLGU 3

21 yaşında bir koklear implant kullanıcısı. İşitme kaybı tanı konma yaşı 4 yaş, herediter işitme kaybı mevcut. 7 yaşında koklear implant ameliyatı olan kullanıcının mevcut ses işlemcisi Nucleus marka Freedom modeldir. Sessiz ortamda konuşmayı ayırt etme puanı %60 olduğu için 'orta' derecede konuşma performansı olan kullanıcı olarak değerlendirilmiştir.

Her bir kullanıcı için ayrı ayrı 250-500-1000-2000-4000-6000 Hz.'de işitme eşikleri ve konuşmayı ayırt etme puanları aşağıdaki protokole göre belirlenmiştir:

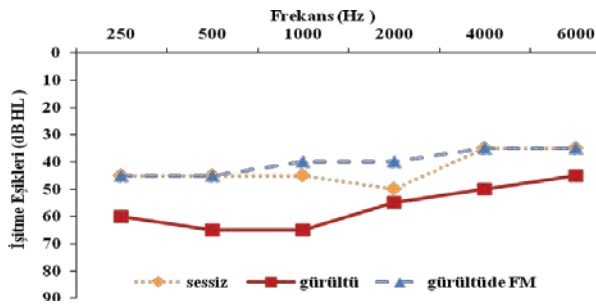
- Sessiz ortamda sadece koklear implant ile
- Gürültülü ortamda sadece koklear implant ile
- Gürültülü ortamda koklear implant + FM sistem ile.

Gürültü şiddet seviyesi tüm testlerde 80 dB SPL şiddet seviyesinde sabit tutulmuştur. İşitme eşiklerinin tespit edilmesinde dar bant gürültü, konuşma testlerinde ise, geniş spektral özelliği olduğu için konuşma gürültüsü verilmiştir.

Konuşma uyaranları 70 dB SPL şiddet seviyesinde verilmiştir. Konuşma testleri için Marmara Üniversitesi tek heceli konuşma listesi kullanılmıştır²².

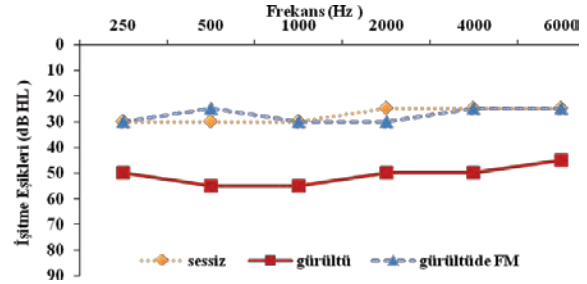
BULGULAR

Her bir vaka için ayrı ayrı sessiz ortamda, gürültülü ortamda ve gürültülü ortamda FM sistem ile elde edilen işitme eşikleri Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3'de gösterilmiştir.

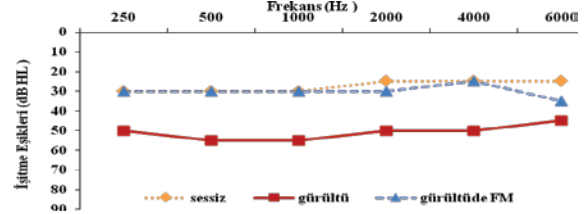


Şekil 1. Vaka 1. 'kötü' konuşma performansı

Gürültülü ortamda sadece koklear implant ile elde edilen işitme eşiklerinde sessiz ortama göre 5-25 dB arasında değişen kötüleşme elde edilmiştir. Gürültüde FM sistem ile elde edilen işitme eşiklerinde ise gürültüde sadece koklear implant ile karşılaştırıldığında 5-25 dB arasında daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Sessiz ortamda koklear implant ve gürültülü ortamda FM sistem ile elde edilen işitme eşiklerinin benzer olduğu gözlenmiştir.

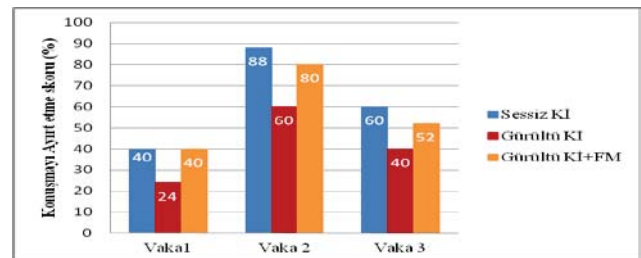


Şekil 2. Vaka 2 'iyi' konuşma performansı



Şekil 3. Vaka 3 'orta' derecede konuşma performansı:

Konuşmayı ayırt etme puanları, Vaka 1 için sessiz ortamda %44, gürültülü ortamda sadece koklear implant ile %24; gürültülü ortamda koklear implant ve FM sistem ile %40; Vaka 2 için, sessiz ortamda %88; gürültülü ortamda sadece koklear implant ile %60; gürültülü ortamda koklear implant ve FM sistem ile %80; Vaka 3 için sessiz ortamda %60; gürültülü ortamda %40; gürültülü ortamda FM sistem ile %52 olarak belirlenmiştir. Her üç vakada da gürültülü ortamda konuşma performanslarında düşüş gözlenirken, gürültülü ortamda FM sistem ile konuşma performanslarının sessiz ortamla benzer şekilde iyileştiği tespit edilmiştir. Konuşmayı ayırt etme puanları vakalar için Şekil 4'de gösterilmiştir.



Şekil 4. Üç ayrı vakadan elde edilen konuşmayı ayırt etme puanları

TARTIŞMA

FM sistem, ses dalgalarını bir verici vasıtası ile ses kaynağından toplayarak, FM modülasyonlu sinyaller halinde dinleyicinin kullandığı işitme cihazı veya koklear implanta takılan alıcıya gönderir. Ortamda sabit bir gürültü olsa bile, ses, mesafe ve yankılanma etkileri ortadan kaldırılarak dinleyiciye ulaşmaktadır. Bu çalışmada konuşma performansı iyi, kötü ve orta derecede olan 3 koklear implant kullanıcısının gürültülü ortamda FM sistemden yararlanma durumları incelenmiştir.

Bu çalışmadaki vakalarda, sessiz ortamda işitme eşikleri ve konuşmayı ayırt etme puanları ne kadar iyi olursa olsun, gürültülü ortamda işitme eşiklerinde kötüleşme, konuşmayı ayırt etme puanlarında belirli bir düşüş tespit edilmiştir. Ancak aynı gürültü şiddet seviyesinde FM sistem kullanıldığı zaman, işitme eşiklerinin sessiz ortam işitme eşikleri seviyesine yükseldiği, konuşmayı ayırt etme puanlarında da, sessiz ortam puanları ile orantılı biçimde belirgin düzelme olduğu belirlenmiştir. FM sistem ile koklear implant kullanıcıları gürültülü ortamda da, sessiz ortamdakine benzer şekilde performans göstermişlerdir.

FM sistem özellikle sınıf ortamı gibi ortamlarda sinyal-gürültü oranını cihazsız duruma göre 20-30 dB oranında²³, konvansiyonel işitme cihazları ile karşılaştırıldığında 12-13 civarında artırmaktadır²⁴.

Johnston ve ark.²⁵ 2009 yılında yaptıkları çalışmada işitsel işleme bozukluğu olan çocuklarda FM sistem kullanımının bu çocukların konuşma algısında ve akademik performanslarında artışa sebep olduğunu belirtmişlerdir.

Nillson ve ark.²⁶ normal işitme durumunda, sinyal-gürültü oranında her 1 dB'lik azalmanın, konuşma algısında %10 oranında kötüleşmeye sebep olduğunu tespit etmişlerdir.

Sessiz ortamlarda konuşma performansı çok iyi olan implant kullanıcılarında bile gürültü ortamda konuşmayı ayırt etme becerilerinde düşüş gözlenmektedir. Koklear implant kullanıcılarının gürültülü ortamda konuşulanları anlamada yaşadıkları zorluklara, konuşma uyarının spektral (şiddet, frekans) özelliklerinin gürültü sebebi ile bozulmasının²⁷ sebep olduğu düşünülmektedir.

FM sistem mikrofonu konuşmacının ağız kısmına çok yakın (15 cm'den daha kısa) mesafede olduğu için, mesafe, yankılanma ve arka plan gürültüsünün etkilerini çok aza indirmektedir. Bu çalışmada da, koklear implant kullanan üç kişinin FM sistem ile gürültülü ortamda, aynen sessiz ortamdakine benzer performans göstermeleri, sistemin hem çocuklarda, hem de yetişkinlerde günlük hayat içinde her türlü gürültülü ortamda kullanılması gerekliliğini göstermektedir.

REFERANSLAR

1. Fryauf-Bertschy H, Tyler RS, Kelsay DM. Performance over time of congenitally deaf and postlingually deafened children using a multichannel cochlear implant. *Journal of Speech and Hearing Research* 1992;35:913-20.
2. Miyamoto RT, Osberger MJ, Robbins AM, Myres WA, Kessler K. Prelingually deafened children's performance with the Nucleus multichannel cochlear implant. *American Journal of Otology* 1993;14(5):437-45.
3. Waltzman SB, Cohen N, Shapiro W. Effects of cochlear implantation on the young deaf child. *Advances in Oto-Rhino-Laryngology* 1995;50:125-8.
4. Miyamoto RT, Svirsky M, Kirk KI, Robbins AM, Todd S, Riley A. Speech intelligibility of children with multichannel cochlear implants. *Annals of Otology, Rhinology and Laryngology* 1997;168:35-6.
5. Svirsky MA, Chute PM, Green J, Bollard P, Miyamoto R. Language development in children who are prelingually deaf who have used the SPEAK or CIS stimulation strategies since initial stimulation. *Volta Review* 2002;102:199-213.
6. Lutman ME, Tait DM. Early communicative behavior in young children receiving cochlear implants: factor analysis of turn-taking and gaze orientation. *Annals of Otology, Rhinology and Laryngology* 1995;166:397-9.
7. Gfeller K, Christ A, Knutson JF, Witt S, Murray KT, Tyler RS. Musical backgrounds, listening habits, and aesthetic enjoyment of adult cochlear implant recipients. *Journal of the American Academy of Audiology* 2000;11:390-406.
8. Schafer EC, Thibodeau LM. Speech recognition abilities of adults using CIs interfaced with FM systems. *Journal of American Academy of Audiology* 2004;15(10):678-91.
9. Wolfe J, Schafer EC. Optimizing the benefit of Auria sound processors coupled to personal FM systems with iConnect2 adaptors. *Journal of American Academy of Audiology* 2008;19(8):585-94.
10. Wouters J, Vanden Bergh J. Speech recognition in noise for cochlear implantees with a two-microphone monaural adaptive noise reduction system. *Ear and Hearing* 2001;22:420-30.
11. Finitzo-Hieber T, Tillman T. Room acoustics effects on monosyllabic word discrimination ability for normal and hearing-impaired children. *Journal of Speech and Hearing Research* 1978;21:440-58.
12. Hall JW III. *New Handbook of Auditory Evoked Responses*. New York: Allyn&Bacon; 2006.
13. Bradley J. Speech intelligibility studies in classrooms. *Journal of the Acoustical Society of America* 1986;80:846-54.
14. Crandell C. Classroom acoustics for hearing-impaired children. *Journal of the Acoustical Society of America* 1992;92:2470.
15. Finitzo-Hieber T. Classroom acoustics. in: Roeser R, editor. 2nd ed. *Auditory disorders in school children*. New York: Thieme-Stratton; 1988. p:221-3.
16. Kodaras M. Reverberation times of typical elementary school settings. *Noise Control* 1960;6:17-9.
17. Knecht HA, Nelson PB, Whitelaw GM, Feth LL. Background noise levels and reverberation times in unoccupied classrooms: predictions and measurements. *American Journal of Audiology* 2002;11: 65-71.
18. Crandell C, Bess F. Speech recognition of children in a "typical" classroom setting. *Asha* 1986; 82.
19. Crum D. The effects of noise, reverberation, and speaker-to-listener distance on speech understanding (Unpublished doctoral dissertation). Evanston, IL: Northwestern Univ. 1974.
20. Olsen W. Acoustics and amplification in classrooms for the hearing impaired. in: Bess FH, editor. *Childhood deafness: Causation, assessment, and management*. New York: Grune & Stratton, 1993.
21. Anderson KL, Goldstein H, Colodzin L, Iglehart F. Benefit of S/N enhancing devices to speech perception of children listening in a typical classroom with hearing aids or a CI. *Journal of Educational Audiology* 2005; 12:14-28.
22. Akşit AM. Konuşmayı ayırtetme testi için izofonik kelime listelerinin oluşturulması (tez). İstanbul: Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Bilim Dalı 1994.
23. McArdle R, Abrams HB, Chisolm TH. When hearing aids go bad: an FM success story. *Journal of American Academy of Audiology* 2005;16: 809-21.
24. Anderson K, Goldstein H. Speech perception benefits of FM and infrared devices to children with hearing aids in a typical classroom. *Language Speech Hearing Services* 2004;35:169-84.
25. Johnston KN, John AB, Kreisman NV, Hall JW III, Crandell CC. Multiple benefits of personal FM system use by children with auditory processing disorder (APD). *International Journal of Audiology* 2009;48: 371-83.
26. Nillson M, Soli SD, Sullivan J. Development of the hearing in noise test for the measurement of speech reception thresholds in quiet and in noise. *Journal of Acoustical Society of America* 1994;95:1085-99.
27. Nelson PB, Jin SH, Carney AE, Nelson DA. Understanding speech in modulated interference: CI users and normal hearing listeners. *Journal of Acoustical Society of America* 2003;113(2):961-68.