

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRKÇE İÇİN FREKANSA ÖZGÜ SÖZCÜK
TANIMA TESTİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

SELHAN GÜRKAN

KULAK BURUN BOĞAZ ANABİLİM DALI
ODYOLOJİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

İZMİR-2011

DEU.HSI.MSc-2008970072

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRKÇE İÇİN FREKANSA ÖZGÜ SÖZCÜK
TANIMA TESTİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

ODYOLOJİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

SELHAN GÜRKAN

Danışman Öğretim Üyesi: PROF. DR. BÜLENT ŞERBETÇİOĞLU

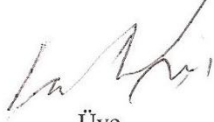
DEU.HSI.MSc-2008970072

Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı
Odyoloji Yüksek Lisans programı öğrencisi Selhan Gürkan “**Türkçe için Frekansa Özgü
Sözcük Tanıma Testinin Geliştirilmesi**” konulu Yüksek Lisans tezini 09.08.2011 tarihinde
başarılı olarak tamamlamıştır.

Başkan
Prof. Dr. Bülent ŞERBETÇİOĞLU



Üye
Prof. Dr. Enis Alpin GÜNERİ



Üye
Prof. Dr. Murat Özgören



İÇİNDEKİLER

TABLolar DİZİNİ	i
ŞEKİLLER DİZİNİ	ii
KISALTMALAR.....	iv
ÖNSÖZ-TEŞEKKÜR	v
ÖZET	1
İNGİLİZCE ÖZET.....	2
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	3
2. GENEL BİLGİLER	
2.1.Konuşmanın Doğası.....	5
2.1.1. Konuşmanın Oluşma Mekanizması	5
2.1.2. Konuşmanın Akustik Özellikleri.....	7
2.2. Konuşmanın Algılanması.....	8
2.2.1. Periferik İşitme Sistemi.....	9
2.2.1.1. Dış Kulak	9
2.2.1.2. Orta Kulak.....	9
2.2.1.3. İç kulak.....	10
2.2.2. Akustik Enerjinin Kodlanması.....	11
2.2.2.1. Frekans Kodlaması	11
2.2.2.2. Şiddet Kodlaması.....	12
2.2.3. İşitme Kaybının Konuşmayı Anlamaya Etkisi.....	13
2.2.4. İşitme Kaybının Konuşmayı Anlama Becerisine Etkisinin Değerlendirilmesi.....	14
2.2.4.1. Konuşmanın İşitilebilirlik Düzeyinin Belirlenmesi.....	15
2.2.4.2. Konuşmanın Anlaşılabilirlik Düzeyinin Belirlenmesi	15
2.3. Sözcük Tanıma Testlerinin Standardizasyonu için Kontrol Edilmesi Gereken Değişkenler.....	15
2.3.1. Donanım ve Kalibrasyon	16
2.3.2. Konuşmada Fazlalık Bilgi	16
2.3.3. Sunum Şiddeti.....	17

2.3.4. Sözcük Uzunluğu	17
2.3.5. İşitme Performansı	18
2.3.6. Sinyal/Gürültü Oranı	19
2.3.7. Sözcüklerin Bilinebilirliği	19
2.3.8. Konuşma Materyallerinin Fonetik Özellikleri	19
2.3.8.1. Sözcük Materyallerinin Fonemik Yapısı	20
2.3.8.2. Konuşmacının Seslendirme Özellikleri	20
2.4. Konuşmanın Spektral Bileşenlerinin Anlaşılabilirliğe Katkı Oranlarının Belirlenmesi .	21
2.4.1. Frekans Etki Alanlı Filtreler	21
2.4.2. Filtrelemenin Konuşmanın Anlaşılabilirliğine Etkisi ve Bant Önem Fonksiyonu	23
2.4.3. Sensorinöral İşitme Kaybının Konuşmayı Anlamada Yol Açtığı Etkinin Filtreleme Yöntemiyle Benzetimi	24
2.5. Frekansa Duyarlı Sözcük Tanıma Testleri	25
2.5.1. Gardner-Yüksek Frekanslı Ünsüz Ayırt Etme Testi	26
2.5.2. Pascoe-Yüksek Frekanslı Sözcük Listesi	26
2.5.3. Frekansa Spesifik Kelimeyi Ayırt Etme Testi.....	26

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Tipi.....	28
3.2. Araştırmanın Yeri ve Zamanı	28
3.3. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi.....	28
3.4. Çalışma Materyali.....	29
3.4.1. Dokuz Eylül Sözcük Tanıma Testinin Geliştirilmesi Aşamasında Oluşturulan Sözcük Havuzunun Özellikleri	
3.4.2. Frekansa Özgü Sözcük Tanıma Testi Materyallerinin Oluşturulması	29
3.4.2.1. Kayıtlama.....	30
3.4.2.2. Kayıtların Filtrelenmiş Türevlerinin Oluşturulması	30
3.5. Araştırmanın Değişkenleri.....	31
3.6. Veri Toplama Araçları	31
3.7. Araştırma Planı	31

3.8. Verilerin Değerlendirilmesi.....	33
3.8.1. Filtrelemenin Sözcük Anlaşılrlığına Etkisi.....	34
3.8.2. Frekansa Özgü Test Materyali Olmaya Aday Olan Sözcüklerin belirlenmesi	34
3.8.3.Yetişkin Erkek ve Çocuk Sesinin Anlaşılrlıklarının Filtrelemeden Etkilenme Oranlarının Karşılaştırılması	36
3.9. Araştırmanın Sınırlılıkları	36
3.10. Etik Kurul Onayı.....	37
4. BULGULAR	38
4.1. Katılımcıların Özellikleri	38
4.2. Eğitim Oranları	38
4.3.Filtrelemenin Etkisi.....	44
5. TARTIŞMA.....	49
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	56
7. KAYNAKLAR.....	57
8. EKLER.....	62

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Fonetik sınıfların akustik özellikleri	8
Tablo 2. İngilizce dili için hazırlanmış konuşma testlerinin 1/3 oktav bant önem fonksiyonları.	24
Tablo 3. Gardner'in yüksek frekanslı ünsüz ayırt etme testinin sözcük listeleri	26
Tablo 4. Pascoe 'nin yüksek frekanslı sözcük listesi	27
Tablo 5. İngilizce dili için hazırlanmış konuşma testlerinin 1/3 oktav bant önem listelerin frekans aralıkları, ortalama ve standart sapmaları	27
Tablo 6. Frekansa spesifik konuşmayı ayırt etme testinin sözcük listeleri.....	27
Tablo 7. Yetişkin erkek sesiyle kaydedilmiş bazı sözcüklerin filtreli türevlerin anlaşılabilirlik oranları	34
Tablo 8. Genel eğim formülünün çeşitli frekans bantlarına özgü uyarlanmış formları ve yüksek eğim oranına sahip sözcük türevlerinin belirlenmesinde kullanılan kesme oranları.....	36
Tablo 9. Katılımcıların listelere göre yaş ortalamaları, cinsiyet ve test kulağı dağılımları	38
Tablo 10. Bant geçirgen filtrelemede, alçak geçirgen kesme frekansının düşürülmesiyle sözcük anlaşılabilirliğinde meydana gelen değişimler.....	48
Tablo 11. Yetişkin sesli listede yer alan her iki ünsüz fonemi de tonsuz olan (sert ünsüz) 38 sözcüğün filtre frekans bandına göre anlaşılabilirlik ortalamaları.....	50
Tablo 12. 6873-10652 Hz frekans bantlı liste sözcükleri arasında bulunan bazı sözcüklerin çeşitli frekans bantlarındaki anlaşılabilirlik değerleri.....	55
Tablo 13. 211-998 Hz frekans bantlı liste sözcükleri arasında bulunan bazı sözcüklerin çeşitli frekans bantlarındaki anlaşılabilirlik değerleri.	55
Tablo 14. 250-1000 Hz frekans bandında 0,25 ve üzeri eğim oranına sahip yetişkin sesli sözcüklerin tüm bantlardaki türevlerinin anlaşılabilirlik ve eğim oranları	62
Tablo 15. 1000-1500 Hz frekans bandında 1 ve üzeri eğim oranına sahip yetişkin sesli sözcüklerin tüm bantlardaki türevlerinin anlaşılabilirlik ve eğim oranları	62
Tablo 16. 1500-2000 Hz frekans bandında 1 ve üzeri eğim oranına sahip yetişkin sesli sözcüklerin tüm bantlardaki türevlerinin anlaşılabilirlik ve eğim oranları	63
Tablo 17. 2000-3000 Hz frekans bandında 1 ve üzeri eğim oranına sahip yetişkin sesli sözcüklerin tüm bantlardaki türevlerinin anlaşılabilirlik ve eğim oranları	64

Tablo 18. 2000-3000 Hz frekans bandında 1 ve üzeri eğim oranına sahip çocuk sesli sözcüklerin tüm bantlardaki türevlerinin anlaşılabilirlik ve eğim oranları	65
Tablo 19. 3000-4000 Hz frekans bandında 1 ve üzeri eğim oranına sahip çocuk sesli sözcüklerin tüm bantlardaki türevlerinin anlaşılabilirlik ve eğim oranları	65
Tablo 20. 3000-6000 Hz frekans bandında 0.5 ve üzeri eğim oranına sahip çocuk sesli sözcüklerin tüm bantlardaki türevlerinin anlaşılabilirlik ve eğim oranları	65

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Konuşma üretiminin lineer modeli	6
Şekil 2. Orta kulağın direnç eşleştirme faktörleri.	10
Şekil 3. İnsan kokleasındaki baziler membranın şematik gösterimi	12
Şekil 4. Dokuz Eylül Konuşmayı Tanıma Testi'nin performans şiddet fonksiyonu	17
Şekil 5. Kadın ve erkek konuşmacılar tarafından seslendirilmiş sesli fonemlerinin temel frekans ortalamalarının yaşa bağlı değişimi.	21
Şekil 6. On iki farklı dilde, kadın ve erkek konuşmacılardan elde edilmiş uzun dönem ortalama konuşma spektrumu.	22
Şekil 7. Yaygın kullanılan frekans etki alanlı 4 farklı filtre tipinin frekans yanıtları	22
Şekil 8. Alçak geçirgen ve yüksek geçirgen filtrelerin tek heceli sözcük tanıma puanlarına etkisi	23
Şekil 9. İngilizce sözcüklerde önem fonksiyon grafikleri.	24
Şekil 10. Yetişkin ve çocuk sesiyle kaydedilmiş “bin” sözcüğünün farklı genişliklere sahip bantlarda filtrelenmiş türevlerinin spektrumları.....	32
Şekil 11. Yetişkin sesiyle kaydedilmiş sözcüklerin 5 ayrı frekans bandında filtrelenmeleri sonucunda anlaşılabilirlik oranlarındaki değişimlerden elde edilen eğim oranları	39
Şekil 12. Çocuk sesiyle kaydedilmiş sözcüklerin 5 ayrı frekans bandında filtrelenmeleri sonucunda anlaşılabilirlik oranlarındaki değişimlerden elde edilen eğim oranları..	40
Şekil 13. Hesaplama sırasında 250-1000 Hz frekans bandında 0,25 ve üzeri eğim oranı saptanan yetişkin sesli 11 sözcüğe uygulanan bant geçirgen filtreleme işleminde, filtre bandının darlaşmasına bağlı olarak sözcüklerin anlaşılabilirlik	

oranlarında görülen değişim	41
Şekil 14. Hesaplama sırasında 1000-1500 Hz frekans bandında 1 ve üzeri eğim oranı saptanan yetişkin sesli 30 sözcüğe uygulanan bant geçirgen filtreleme işleminde, filtre bandının darlaşmasına bağlı olarak sözcüklerin anlaşılabilirlik oranlarında görülen değişim.....	41
Şekil 15. Hesaplama sırasında 1500-2000 Hz frekans bandında 1 ve üzeri eğim oranı saptanan yetişkin sesli 37 sözcüğe uygulanan bant geçirgen filtreleme işleminde, filtre bandının darlaşmasına bağlı olarak sözcüklerin anlaşılabilirlik oranlarında görülen değişim.....	42
Şekil 16. Hesaplama sırasında 2000-3000 Hz frekans bandında 1 ve üzeri eğim oranı saptanan yetişkin sesli 22 sözcüğe uygulanan bant geçirgen filtreleme işleminde, filtre bandının darlaşmasına bağlı olarak sözcüklerin anlaşılabilirlik oranlarında görülen değişim.....	42
Şekil 17. Hesaplama sırasında 2000-3000 Hz frekans bandında 1 ve üzeri eğim oranı saptanan çocuk sesli 14 sözcüğe uygulanan bant geçirgen filtreleme işleminde, filtre bandının darlaşmasına bağlı olarak sözcüklerin anlaşılabilirlik oranlarında görülen değişim.....	43
Şekil 18. Hesaplama sırasında 3000-4000 Hz frekans bandında 1 ve üzeri eğim oranı saptanan çocuk sesli 4 sözcüğe uygulanan bant geçirgen filtreleme işleminde, filtre bandının darlaşmasına bağlı olarak sözcüklerin anlaşılabilirlik oranlarında görülen değişim.....	43
Şekil 19. Hesaplama sırasında 3000-6000 Hz frekans bandında 0.5 ve üzeri eğim oranı saptanan çocuk sesli 11 sözcüğe uygulanan bant geçirgen filtreleme işleminde, filtre bandının darlaşmasına bağlı olarak sözcüklerin anlaşılabilirlik oranlarında görülen değişim.....	43

Şekil 20. Yetişkin erkek sesiyle kaydedilmiş 187 sözcüğün çeşitli bant geçirgen filtre aralıklarında anlaşılabilirlik oranları.	45
Şekil 21. Kız çocuğu sesiyle kaydedilmiş 79 sözcüğün çeşitli bant geçirgen filtre aralıklarında anlaşılabilirlik oranları.	46
Şekil 22. Çocuk ve yetişkin sesleriyle kaydedilmiş filtreli sözcüklerin anlaşılabilirliklerinin karşılaştırılması.	46
Şekil 23. Çocuk ve yetişkin seslerinin alçak geçirgen filtrelemeden etkilenme oranlarının karşılaştırılması.	47
Şekil 24. Yetişkin erkek sesiyle seslendirilmiş “pay” sözcüğün seslendirme başlangıç süresinin amplitüd, zaman ve frekans etki alanlı olarak gösterimi.	53

KISALTMALAR

dB: desiBel

Hz: Hertz

kHz: KiloHertz

RMS: Root Mean Square

SPL: Ses Basınç Düzeyi

FS: Full Scale

TEŞEKKÜR

Odyoloji yüksek lisansına başlamamı sağlayan Dokuz Eylül Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Öğretim Üyelerine, yüksek lisans eğitimim süresince ve tezimin tüm aşamalarında destek sağlayan tez danışmanım Prof. Dr. Bülent ŞERBETÇİOĞLU' na, bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren ve desteğini hiç esirgemeyen Doç. Dr. Günay KIRKIM' a, tezimin her aşamasında büyük destek ve yardımlarını gördüğüm Prof. Dr. Ahmet Ömer İKİZ'e ve Uzman Odyolog Serpil MUNGAN'a, katkı ve yardımlarından dolayı Prof. Dr. Enis Alpin GÜNERİ, Prof. Dr. Murat Özgeren, Uzman Odyolog Başak MUTLU, Odyoloji Yüksek Lisans Öğrencileri Tuğba ŞENER, Seda DURMUŞ, Yaşam Yıldırım BAŞKURT, Zeynep GÜLAPOĞLU, Murtaza AKTAŞ'a, klinik sekreterlerimiz Özlem YAZICIOĞLU ve Hidayet TERZİ, Odyometri Teknikerliği öğrencilerinden Esin BAYRAKTAR, Meryem TUNBALI, Fatma ERDEM, Hatice ÇAKMAKOĞLU, Erhan BİLGİN, Gülhan ÜNAL, Yeşim BANDA, Selen AKINCI, Zeynep ÖZCAN, Habip ZENGİN, Odyometrist Mehmet YAŞAR ve Kamile ÖZTÜRK, Uzman Odyolog Eyüp Kara, tezimin istatistik çalışmalarında katkısı bulunan Ege Üniversitesi Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim Bölümü Öğretim Görevlisi Hatice ULUER, Dokuz Eylül Üniversitesi Elektrik Elektronik Bölümü'nden Yrd. Doç. Dr. Hatice Doğan, sözcükleri dikkat ve sabırla dinleyen ve yanıtlayan katılımcılar ve son olarak yüksek lisans eğitimim süresince sabır ve özverilerini esirgemeyen eşim, annem ve babama sonuz teşekkürler.

SELHAN GÜRKAN
AĞUSTOS, 2011

ÖZET

Türkçe için Frekansa Özgü Sözcük Tanıma Testinin Geliştirilmesi

Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı

selhangurkan@gmail.com

Konuşmayı anlama, toplumsal yaşamdaki bireyin en önemli iletişimsel becerilerinden birisidir. İşitme kaybının değerlendirilmesinde kullanılan konuşma testleri, bireylerin konuşmayı anlama performansı hakkında vazgeçilmez bilgi sağlaması açısından odyolojik test bataryasının temel bir ögesidir. Test uyararı olarak insan sesinin kullanıldığı bu testler, işitsel sistemin işleme kapasitesi hakkında frekansa özgü bilgi sağlamaya pek elverişli değildir. Bu çalışmada, konuşmayı anlama becerisinin frekansa özgü olarak değerlendirilmesine yardımcı olacak Türkçe için frekansa özgü sözcük tanıma testini geliştirmek amaçlandı. Bunun için, Dokuz Eylül Sözcük Tanıma Testi'nin hazırlanma sürecinde oluşturulan sözcük havuzundan yararlanıldı. Yetişkin ve çocuk sesiyle kaydedilmiş tek heceli anlamlı sözcükler farklı genişliklere sahip bant geçiren filtrelerden geçirildi. Bant geçiren filtrelerin yüksek geçiren kesme frekansları sabit 250 Hz iken, alçak geçiren kesme frekansları yetişkin sesli kayıtlarda 4, 3, 2, 1.5 ve 1 kHz; çocuk sesli kayıtlarda 8, 6, 4, 3 ve 2 kHz idi. Böylelikle her bir sözcük kaydının, spektrumu yüksek frekanslarda yarı oktav aralıklarla darlaşan, 5'er adet türevi elde edildi. Tüm türevler normal işiten genç yetişkin katılımcılara dinletildi. Katılımcılardan elde edilen yanıtlara göre, filtre frekans bandının darlaşmasına bağlı olarak sözcüklerin anlaşılabilirliğinde meydana gelen değişimlerin eğim oranları saptandı. Bu çalışmanın sonucuna göre, sözcüklerin anlaşılabilirlik oranları, filtre bant genişliğinin ve her bir sözcüğün spektral yapısının bir fonksiyonu olarak farklı eğim oranlarıyla azalıyordu. 0.25-1 kHz, 1-1,5 kHz, 1.5-2 kHz, 2-3 kHz, 3-4 kHz, 3-6 kHz ve 4-6 kHz frekans bantlarından birinde anlaşılabilirlikleri yüksek bir eğim oranıyla azalan sözcükler, frekansa özgü sözcük tanıma testinin konuşma materyalleri olmaya aday olarak belirlendi.

Anahtar sözcükler: Frekansa özgü sözcük tanıma testi, konuşma odyometrisi, filtreli konuşma testi

ABSTRACT

Development of Frequency Specific Word Recognition Test for Turkish

Selhan GÜRKAN

Dokuz Eylul University, Institute of Health Sciences

Department of Otorhinolaryngology

selhangurkan@gmail.com

Speech perception is one of the most important communicational abilities of human being in daily life. Because of the fact that speech tests that are used for evaluation of hearing impairment supply invaluable information about speech perception performance, they are considered as a basic component of audiological test battery. Utilizing human voice as a test signal, these tests are not convenient for supplying frequency specific information about the processing capacity of auditory system. The aim of this study was to develop a frequency specific word recognition test for Turkish which would aid to obtain frequency specific information in terms of speech perception ability. For this purpose, materials of word lists composed during development of Dokuz Eylul Word Recognition Test were utilized. Monosyllabic meaningful words which were recorded by an adult as well as a kid speaker were band-pass filtered at various widths of frequency bands. The high cut-off frequency of the filter band was set to 250 Hz constant, while the lower cut-off frequencies were set to 4, 3, 2, 1.5, 1 kHz for the adult speaker recordings and 8, 6, 4, 3, 2 kHz for the kid speaker recordings. In this way, for every word recordings, five different filtered derivations narrowing with half octave band intervals were obtained. All derivations were tested on young-adult listeners with normal hearing. According to the results which were obtained from the participants, the slopes of alterations in the rate of intelligibility of words that resulted by narrowing of filter frequency band were determined. As a result of this study, intelligibility rates of words were declining with different slope rates as a function of the filter bandwidth and spectral content of each word. The words which had declining intelligibility rates with high slope in one of the frequency ranges of 0.25-1 kHz, 1-1,5 kHz, 1.5-2 kHz, 2-3 kHz, 3-4 kHz, 3-6 kHz and 4-6 kHz were ascertained as candidate for speech materials of frequency specific word recognition test.

Key words: Frequency specific word recognition test, speech audiometry, filtered speech test

TÜRKÇE İÇİN FREKANS A ÖZGÜ SÖZCÜK TANIMA TESTİNİN GELİŞTİRİLMESİ

1. GİRİŞ VE AMAC

Konuşmayı anlama, insan yaşamında yer alan etkinliklerin çoğunda önemli yer tutarak karmaşık işitsel yaşantıya katılabilmeye bir önkoşul teşkil eder. Bu açıdan konuşmayı anlama becerisi, insan işitsel sistemin değerlendirilmesi gereken en önemli yönü olarak kabul edilir. İşitme sisteminin saf seslerle ölçülmesiyle işitsel duyarlılık hakkında çok değerli bilgilere ulaşılsa da, bu bilgi alıcı dil performansının değerlendirilebilmesi için yeterli değildir (1).

Sensorinöral işitme kayıplı hastaların en önemli yakınması, konuşma sesini duymalarına rağmen anlayamamalarıdır. Bu hastaların konuşmayı anlamada yaşadıkları güçlüğü temel sorumlusu olarak, konuşma sesinin spektrumunda yer alan ve anlaşılabilirliğe önemli katkısı bulunan bazı spektral öğelerinin işitilememesi görülmektedir. Genelde, işitilebilirliğin sağlanmasıyla konuşmayı anlama becerisinin optimal düzeye çıkartılabileceği düşünülse de, bu konuda yapılan çalışmalar durumun sadece işitilebilirlik faktöründen kaynaklanmadığı ve dolayısıyla saf ses duyarlılıkla konuşmayı anlama becerisi arasında belirgin bir ilişki kurulamadığını göstermiştir (1,2,3).

Günümüzde uygulanan konuşma odyometrisinin kökeninde genel olarak, Harvard Psiko-Akustik Laboratuvar'ında II. Dünya Savaşı sırasında geliştirilen konuşma listeleri yer almaktadır. Bu listeler özünde, iletişim sistemlerinin niteliklerini değerlendirmek üzere hazırlanmış olsalar da, zaman içerisinde işitmenin değerlendirilmesinde kullanılmak üzere uyarlandılar. Bu testlerle elde edilen konuşmayı fark etme eşiği, sesin varlığının algılandığı en düşük ses düzeyini gösterir, ancak eşik üstü düzeylerdeki performansı hakkında bilgi sağlamaz. Buna karşın, konuşmayı tanıma testleri gündelik yaşamdaki konuşmayı anlama becerisini öngörmek üzere geliştirilmiştir. Literatürde, sensorinöral tip işitme kayıplı hastaların günlük yaşamdaki konuşmayı anlama performanslarını, saf ses eşiklere göre öngören yöntemlerin çok başarılı olmadığı, konuşma odyometrisiyle bu performansın bireye özgü olarak daha güvenilir ve geçerli değerlendirildiği görüşü egemendir. Bu testler en temel haliyle, tek heceli sözcüklerin eşik üstünde sabit bir şiddette sunulması şeklinde uygulanır. Teste tabi tutulan bireyden duyduklarını tekrar etmesi istenir ve doğru tekrar edilenlerinin yüzdesi alınarak puanlanır (4,5,6).

Konuşmayı tanıma testleri, işitme kaybının veya belirli bir frekans alanındaki amplifikasyonun etkilerini göstermeye duyarlı olarak geliştirilebilirler. Bu özellikteki testler, konuşma materyallerinin spektral analizlerine göre hazırlanırlar (7). Bu çalışmayla amaçlanan da Türkçe için, konuşmayı anlama becerisinin frekansa özgü olarak değerlendirilmesine yardımcı olacak bir sözcük tanıma testi geliştirmektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Konuşmanın Doğası

Konuşma, iletişim amaçlı üretilen anlamlı akustik bilgilerdir ve sözel iletişimin en önemli ögesidir. Fiziksel boyutuyla konuşma, seslendirme organlarının koordine motor hareketleriyle ortaya çıkan akustik dalgalardır. Bu akustik dalgalar bir alıcıya (insan) ulaşmak üzere ortamda yayılırlar ve alıcıya ulaştıkları zaman işitme sisteminin periferinden yüksek kortikal bölgelere doğru ilerleyerek işlenirler (8, 9).

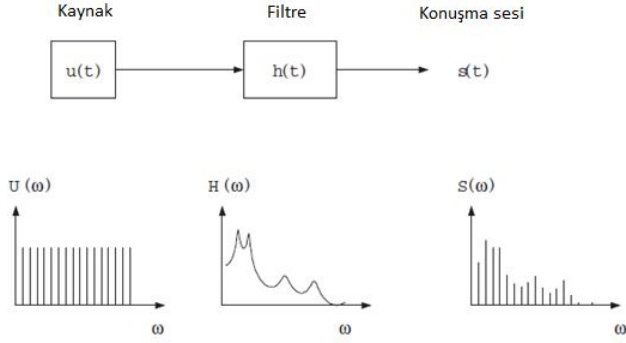
2.1.1. Konuşmanın Oluşma Mekanizması

Konuşma sesi olarak algılanan ses örüntüleri iki temel süreçte oluşur; sesin oluşması ve oluşan sesin, ses yolların (vocal cord) çeşitli şekilleriyle değişime uğrar (8).

Konuşmanın üretimini sağlayan sistem sinir sistemi tarafından yönetilir ve altı temel alt sisteme indirgenebilir:

1. Solunum sistemi: Sesin üretimi için gerekli olan hava akımını sağlar.
2. Larinks: Ses tellerinin (vocal cords) titreşimiyle seslilerin (voiced sounds) üretimini sağlar veya akciğerlerden gelen havanın vokal yollara (oral veya nazal kavite) geçişini sağlar.
3. Velofarinks: Oral veya nazal kaviteyi birleştirir veya ayırır. Böylelikle hava akımı oral kaviteden ya da nazal kaviteden ya da her ikisinden de geçebilir.
4. Dil: Sesli ve sessizlerin üretiminde birçok şekle ve pozisyona girebilme kapasitesine sahiptir.
5. Dudak: Sesli ve sessizlerin üretiminde görevi vardır.
6. Çene: Dudak ve dilin hareket kapasitesini düzenler (10).

Konuşma mekanizmasını açıklamaya ilişkin geliştirilen kaynak-filtre kuramı (bkz. şekil 1), konuşma sesinin akustik özelliklerini modelleyen önemli bir kuramdır. Bu kurama göre seslendirme (articulation) sistemi iki bağımsız alt sistemden oluşur. İlki kaynak, ikincisi aktarma fonksiyonudur. Kaynak, ses tellerinin titreşimiyle oluşan yarı periyodik veya gürültü benzeri sinyallerdir. Seslendirme yollarıyla (vocal tracts) ilişkili olan aktarma fonksiyonu (transfer function) ise doğrusal bir filtre modelidir. Filtre girdisi (input) kaynaktır. Çıktı (output) ise konuşma sesidir.



Şekil 1. Konuşma üretiminin doğrusal bir modeli. Yarı periyodik bir dizi sinyal $u(t)$, spektrum biçimlendirici bir filtreden $h(t)$ geçerek konuşma sesini $s(w)$ oluşturur. Kaynağın, filtrenin ve konuşma sesinin spektrumu sırasıyla $U(w)$, $H(w)$ ve $S(w)$ olarak gösterilmiştir (8).

Konuşmanın üretim süreci, akustik dalgaların oluşumunun fiziksel ilkelerine uygun olarak, bir dizi diferansiyel denklemlerle tanımlanabilir. Bu denklemlerin oluşturulmasında belirleyici olan faktörler aşağıda sıralanmıştır:

1. Seslendirme yollarının seslendirme hareket örüntülerine ilişkin zaman değişkenli (time-varying) alan fonksiyonları.
2. Seslendirme yollarına bağlı nazal kavite.
3. Seslendirme yollarının duvarlarındaki yumuşak dokunun etkisi.
4. Seslendirme yollarının duvarlarında oluşan sürtünme ve ısınma sonucu meydana gelen enerji kayıpları.
5. Seslendirme yollarının duvarlarındaki titreşimden kaynaklı enerji kayıpları
6. Kaynak, uyarılması ve seslendirme yolları üzerindeki yeri.

Yukarıda sıralanan faktörlerden ilk beşi aktarma fonksiyonudur. Bunlar seri olarak bağlanmış filtreler gibi görülebilir. Altıncı faktördeki kaynak, sistem girdisi olarak tanımlanır. Kaynak bileşenleri iki tipe ayrılabilir. Birinci tip, glottiste yer alan yarı periyodik kaynaktır. Bu kaynaktan, ses telleri arasındaki mesafe çok kısadır. Akciğerden gelen hava bu aralıktan geçerken yarı periyodik titreşimlere yol açar. Bu titreşimler seslilerin ve yarı seslilerin üretimini sağlar. Ayrıca kısmi olarak seslendirmeli ünsüzlerin, sürtünmelilerin ve genizsilerin üretiminde rol alır. Diğer tip kaynağın fonksiyonu ise aerodinamik işlemeyle oluşur. Bu süreçte geçici veya sürekli sürtünmeli ünsüzler üretilir. Bu kaynak iki pozisyonda işlev gösterir.

İlkinde, ses telleri tümüyle açıktır. Dolayısıyla, hava farinksten ağza doğru rahatça geçer. Ses, nefes verirken ortaya çıkar. İkincisinde ise ses telleri yine tümüyle açıktır, ancak akciğerden çıkan hava ilerlerken bazı bölgelerdeki daralmalardan dolayı dirençle karşılaşır (8).

2.1.2. Konuşmanın Akustik Özellikleri

Akustik sinyaller fiziksel bağlamda üç temel değişkenle tanımlanırlar. Bunlar frekans, amplitüd ve süredir. Frekans, sesin saniyedeki titreşim sayısıdır ve birimi “Hertz” dir. Akustik bir sinyalin frekansının artışına bağlı olarak perdesi de yükselir. Amplitüd, titreşimin niceliksel açıdan gücü anlamına gelir. Birimi de “desibel” dir. Sesin amplitüdü ne kadar fazla ise, gürlüğü de o kadar artar. Süre ise titreşimin devam ettiği zaman miktarıdır.

Doğal yollarla ortaya çıkan tüm sesler gibi konuşma sesi de birden fazla frekansta enerjisi bulunması açısından karmaşık ses olarak tanımlanır. Bir sesin spektrumu, frekans-zaman etki alanlı enerji örüntüsünü gösterir. Konuşma sesleri spektral özellikleri açısından birbirinden farklıdır. Bu farklılık, konuşma seslerini birbirinden ayırt edilebilmesini sağlar (10).

Fourier kuramına göre akustik dalgalar bir dizi sinüzoidal bileşenden oluşurlar ve bunlar matematiksel olarak tanımlanabilir. Konuşma seslerinin spektrumu bu teknikte gösterilebilir.

Konuşmanın temel frekansını, ses tellerinin titreşim hızı oluşturur ve konuşmanın en düşük frekanslı ögesidir. Temel frekans F_0 olarak ifade edilir ve konuşma sesinin perde algısına önemli etkide bulunur. Ses telleri konuşma sırasında yaklaşık olarak 75 ile 500 Hz aralığında titreşir. Yetişkin erkeklerde bu aralık 75-175 Hz aralığında iken, yetişkin kadınlarda 175-300 Hz, bebeklerde ve küçük çocuklarda bu aralık 300-500 Hz aralığındadır.

Bir seslinin Fourier spektrumu, temel frekanstan (F_0) ve bu frekansın katları olan harmoniklerinden oluşur. Harmoniklerin amplitüdüleri, ses yollarının oluşturduğu konfigürasyonların rezonans örüntülerine bağlı olarak değişim gösterir. Seslendirme yollarının iletim fonksiyonu, ses tellerinde oluşan sesin spektrumundaki belirli bölgeleri güçlendirerek, modifiye eder. Enerjinin düzeyinin en yüksek olduğu bu bölgelere formant adı verilir. Formantlar konuşma spektrumu içerisinde yer alan bir dizi tepe noktası olarak gözlenirler. Formant frekansları değişkenlik gösterebilir.

Ünlülerle ünsüzlerin spektral özellikleri bazı yönleriyle birbirlerinden ayrılırlar. Bu farklılık özellikle işitsel periferdeki kodlanma yöntemlerinde daha açıkça görülmektedir.

Örneğin, bazı ünsüzlerin formant örüntüleri ünlülerinkine oranla oldukça düşük amplitüdüldür. Özellikle, kapantılı ve sürtünmeli ünsüzlerin spektrumdaki enerji dağılımları oldukça dağınıktır. Ayrıca, birçok ünsüzün dalga formunun periyodik bir örüntüsü yoktur ve ses tellerinin titreşmesine gerek duymaksızın ortaya çıkarlar. Bu fonemlerin amplitüdüleri genelde 30 – 50 dB aralığındadır ve komşu seslilerin 40 dB kadar altında kalabilir. Son olarak ünsüzlerin spektral yapısında gözlenen değişimler ünlülerinkine oranla çok daha fazladır ve süreleri görece olarak daha kısadır (11, 12). Tablo 1’de bazı fonetik sınıfların akustik özellikleri gösterilmektedir. Tabloda, ilgili fonetik sınıfın görece ses şiddeti, spektrumu ve süresi yer almaktadır.

Tablo 1: Fonetik sınıfların akustik özellikleri (10)

<i>SINIF</i>	<i>ŞİDDET</i>	<i>SPEKTRUM</i>	<i>SÜRE</i>
Ünlüler	Çok güçlü	Düşük frekanslı	Orta-uzun
Yarı ünlü ve akıcı ünsüzler	Güçlü	Düşük frekanslı	Kısa-orta
Sürtünmeli ve yarı kapantılı ünsüzler	Orta	Yüksek frekanslı	Orta
Genizsi sesler	Orta	Çok düşük frekanslı	Kısa-orta
Kapantılılar	Zayıf	Seslendirme yerine göre değişir	Kısa
Yumuşak sürtünmeli ünsüzler	Zayıf	Düz	Kısa-orta

2.2. Konuşmanın Algılanması

Konuşma, insanın zihindeki duygu, düşünce ve isteklerini iletişim amaçlı olarak bir veya daha fazla dinleyiciye iletmek için seslendirme organıyla ürettiği akustik sinyallerdir. Bu iletiyi oluşturan öğeler, her iki tarafın bildiği dilde yer alan bir dizi sözcüktür. Her bir sözcük bir veya daha fazla heceden ve heceler de kendilerini oluşturan seslerin üretilme yollarını temsil eden fonemlerden oluşur. Her bir fonem, seslendirme yerine ve yöntemine bağlı olarak, birbirinden farklı akustik örüntülere sahiptir (11). Periferik işitme sisteminin en temel işlevi ise, bu akustik örüntüleri nöral kodlara dönüştürerek dinleyicinin iletiyi anlama yolunda ilk

adımı atmasıdır. Periferik sinir sistemi bu dönüştürme işlemini eş zamanlı olarak gerçekleştirerek, karmaşık sinyallerden oluşan konuşma sesinde yer alan linguistik iletilerin çözülebilmeye olanak tanır (12).

İşitsel sistem, akustik bir dalga olan konuşma sesini dilin temelini oluşturan bir dizi anlamlı öğeye dönüştürebilmesi açısından kritik bir görev üstlenmiştir (11). İşitsel sistemin yürüttüğü bu karmaşık görev sözcük, sentaktik yapı ve diğer linguistik boyutlar bağlamında, anlamın ortaya çıkartılmasıyla sonuçlanan bir süreçtir. Bu karmaşık sürecin nasıl işlediğini ortaya koyabilmek zordur. Literatürde, konunun indirgeyici bir yöntemle, daha basit sorulara yanıt aranarak incelendiği görülmektedir. Odyoloji, konu üzerindeki ilgisini daha çok, periferik işitme sistemine, bu sistemin konuşma sesini analiz etme görevini engelleyen hasarlara ve bu hasarların etkisini ortaya koyma üzerine göstermektedir (9,11, 13, 14).

2.2.1. Periferik İşitme Sistemi

Periferik işitme sisteminde akustik dalgaların işitme reseptörlerine iletimi, nöral kodlara dönüşümü ve bu kodların yüksek işitme merkezlerine gönderilmesi süreçleri gerçekleşir. Periferik işitme sistemi, klasik yaklaşımla 3 ana bölüme ayrılarak incelenir. Bu bölümler dış kulak, orta kulak ve iç kulaktır.

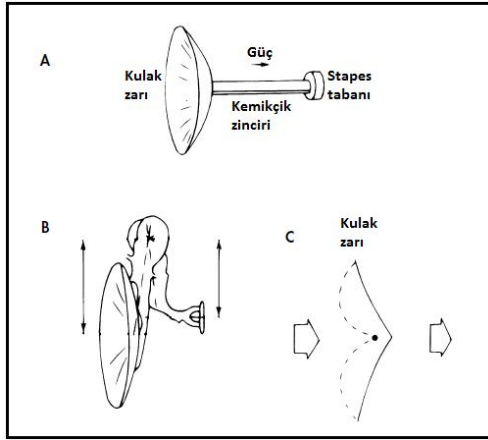
2.2.1.1. Dış Kulak

Kulak kepçesi ve kulak zarına kadar uzanan dış kulak kanalından oluşur. Akustik dalgaların orta kulağa iletimini sağlayan dış kulak, sesin spektrumunda değişime yol açar. Dış kulak, bir çeyrek dalga rezonatörü olarak işlev göstererek, 1-5 kHz frekans aralığında yer alan rezonans frekansını 10 dB kadar güçlendirir.

2.2.1.2 Orta Kulak

Dış kulak kanalından ilerleyen akustik dalgalar, kanalın sonunda yer alan kulak zarını titreştirerek orta kulağa ulaşır. Kulak zarında ortaya çıkan titreşim, zara bağlı kemikçikler aracılığıyla, oval pencereden iç kulağa iletilir. Orta kulağın en önemli işlevi, akustik enerjinin hava yolundan koklear sıvılara geçişi sırasında, düşük dirençli hava ortamıyla yüksek dirençli sıvı ortamı arasında direnç farkını eşleştirmesidir. Bu olmasaydı, direnç farkı nedeniyle enerjinin ancak % 0,1'i koklear sıvıya geçebilirdi. Direnç eşleştirme işlemi, kulak zarının etkin alanıyla kemikçiklerin oval pencereye tutunma noktası olan stapes taban alanı arasındaki

oranın ve kemikçiklerin şeklinden kaynaklanan kaldıraç etkisiyle ve kulak zarının iç bükey yapısıyla gerçekleşir. Her üç etki temsili olarak şekil 2’de gösterilmiştir (13,15, 16).



Şekil 2: Orta kulağın direnç eşleştirme faktörleri. Şeklin A bölümü alan etkisini, B bölümü kaldıraç etkisini, C bölümü kulak zarının iç bükey şeklinden kaynaklanan etkiyi göstermektedir (16).

2.2.1.3. İç Kulak

İç kulak kemik labirent ve onun içerisinde yer alan membranöz labirentten oluşur. Her iki bölüm, kimyasal açıdan birbirinden farklı özelliklere sahip sıvılarla (kemik labirent, perilenf; membranöz labirent, endolenf) doludur. İç kulak işlevsel açıdan iki bölümde incelenir; işitsel sistemle ilgili bölüm olan koklea ve denge sistemiyle ilgili bölüm olan vestibüler sistem. Kokleaya ulaşan akustik enerji, burada nöral kodlara dönüştürülür. Koklear duyu hücreleri, membranöz labirent içerisinde yer alan Corti organındaki tüylü hücrelerdir. Tüylü hücreler, Corti organında yer alan baziler membranın üzerindedir ve iki tip tüylü hücre bulunur. Bunlar, akustik enerjinin nöral impulslara dönüştüğü iç tüylü hücreler ve amplitüdü zayıf sesleri güçlendirme özelliğine sahip dış tüylü hücrelerdir. Dış ve orta kulak yoluyla oval pencereden kokleaya ulaşan akustik enerji, koklear sıvıda ilerlerken baziler membranın dalgalanmasına neden olur. Bu dalgalanma, iç tüylü hücrelerin üzerinde yer alan ve tüysü bir yapıya sahip stereosilyaları eğerek, stereosilyaların altında bulunan iyon kanallarının açılmasını ve endolenfteki potasyum iyonlarının hücre içine geçişini sağlar. Farklı potasyum yoğunluğuna sahip endolenf ve perilenf sıvılarının hücre içerisindeki etkileşimi, hücreyi depolarize ederek afferent nöronların uyarılmasını sağlayan nörotransmitter salınımına yol açar (14, 17, 18).

2.2.2. Akustik Enerjinin Kodlanması

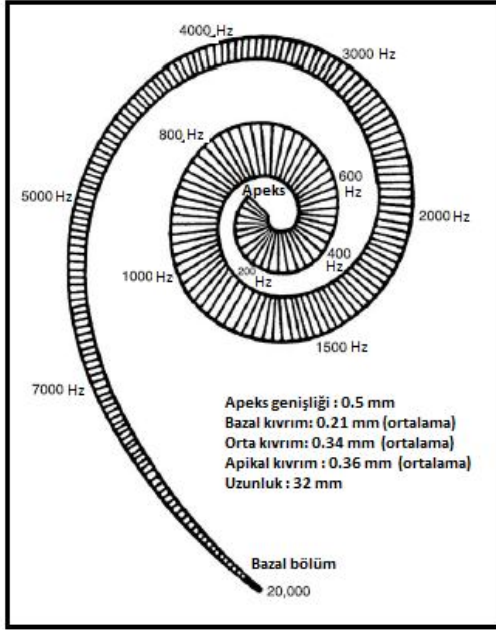
Akustik enerji, kokleada gerçekleşen kodlama işlemiyle, işitsel sinirin dendrit sonlarını uyaracak nitelikte nöral impulslara dönüşür. Bu işlem sırasında sesin frekans, şiddet ve zamansal örüntüleri aslına uygun olarak korunur.

2.2.2.1. Frekans Kodlaması

İnsan kulağının algılayabildiği sesler ortalama olarak 20 Hz – 20 kHz frekans bandındadır ve bu aralık içerisinde, ses frekanslarındaki değişimleri fark etmede oldukça duyarlıdır; bu duyarlılık 1 kHz'lik saf seste 1-2 Hz kadar düşüktür. Kulağın ses frekanslarındaki değişmeyi ayırt etme gücü sesin şiddetinin, frekansının ve süresinin bir fonksiyonu olarak değişiklik gösterir. Frekans ayırt etme gücünün en yüksek olduğu bant, 500-1000 Hz aralığıdır; yüksek frekanslarda (>4 kHz) bu duyarlılık hızlı şekilde düşer (11).

Kokleanın frekans ayırt etme becerisini açıklayan iki kuram bulunmaktadır; yer ve frekans kuramları. Yer kuramına göre bir sesin frekansı, ses dalgalarının baziler membranı en yüksek ittiği bölgeyle tanımlanır. Oval pencereden kokleanın bazal bölümüne giriş yapan akustik enerji, kokleanın apeksine doğru ilerleyen dalgalar oluşturur. Bunun nedeni baziler membran bazal bölümünün yapı olarak sert ve dar olması, apekse doğru gittikçe genişlemesi ve gevşemesidir. İlerleyen dalgalar belirli bir yol aldıktan sonra amplitüdü en yüksek düzeye gelir ve hemen ardından sönümlenir. İlerleyen dalga baziler membranın neresinde en yüksek amplitüde ulaşacağı sesin frekansıyla ilişkilidir. Yüksek frekanslar bazal bölgede en yüksek düzeye ulaşırken frekans düştükçe bu bölge apekse doğru ilerler (bkz. şekil 3). Yer kuramına göre, yalnızca amplitüdün tepe noktasına ulaştığı yerdeki tüylü hücreler etkinleşir ve bu sayede frekansa özgü nöral kodlama gerçekleşir (13,15, 18, 19).

Frekansı 5 kHz'nin altındaki saf seslerin kodlanmasında, nöral ateşlenmeler sesin çevrimlerine (cycle) senkronize gerçekleşir. Spesifik bir sinir lifinde ateşlenme, refrakter periyodunun süresine göre sesin her bir çevriminde olmasa da eş fazlı olarak gerçekleşir. Yani, sinir lifinin ateşlenmeleri arasındaki zaman, uyarıcı sesin periyodunun tam katlarından birine karşılık gelir. Bu ilkeleri referans alan frekans kuramına göre, sesin tizlik peslik algısı zamansal özelliklerine göre kodlanır ve işitme siniri boyunca yol alan impulsların frekansıyla belirlenir. Yüksek frekanslı seslerin işitme sinirindeki impulsları yüksekken, düşük frekanslıların impuls frekansı düşüktür.



Şekil 3: İnsan baziler membranının şematik temsili. Baziler membranının genişliği bazal bölümden apekse doğru artmaktadır. İlerleyen dalgaların en yüksek amplitüde ulaştığı yerler frekansa özgü olarak gösterilmiştir. Buna göre yüksek frekanslar bazal bölümde, düşük frekanslar apikal bölümde algılanmaktadır.

Konuşma sesinin spektral kodlamasında hem frekans kuramının hem de yer kuramının katkısı bulunmaktadır. Frekans kuramının konuşma spektrumundaki düşük frekanslı öğelerin; özellikle konuşma sesinin kodlanmasında önemi daha büyüktür. Zamansal kodlamanın 2.5 kHz'den sonra etkinliğinin azalarak 5 kHz'den itibaren sonlandığı ön görülmektedir. Yüksek frekansların kodlanmasında ise yer kuramının etkinliği ön plandadır (13, 16, 20, 21).

2.2.2.2. Şiddet Kodlaması

Sağlıklı bir insan kulağının 120 dB'lik dinamik aralıkta ses işleme kapasitesi bulunur. Çok yüksek şiddetlerdeki konuşma sesleri yaklaşık olarak 70 – 85 dB SPL aralığındadır. Bu düzeylere genelde ünlü fonemlerde ulaşılır. Bu sırada sürtünmeli ünsüzlerin şiddeti 35 dB SPL kadar düşük kalabilir. Böylelikle konuşma sesinin dinamik aralığı 50 dB'ye ulaşmış olur. Bu büyük dinamik aralık içerisinde, ses şiddeti farklılıklarının ayırt edilebilme kapasitesi değişkenlik gösterir. Düşük ses şiddet düzeylerinde (<40 dB SPL) bu kapasite 1-2 dB iken yüksek şiddetlerde şiddet ayırt edilebilme duyarlılığı azalır. Ses şiddetinin

algılanmasından sorumlu temel faktör aksiyon potansiyeli oluşturan toplam sinir lifi sayısıdır ve ayrıca ateşlenme frekansının, az da olsa etkisi görülmektedir (11, 16).

2.2.3. İşitme Kaybının Konuşmayı Anlamaya Etkisi

Konuşmanın ayırt edilme becerisinde önemli faktörler arasında sayılan işitme kayıpları birçok hastalığı içinde barındıran kapsamı geniş bir kavramdır. İşitme kayıpları iletim ve sensorinöral tip olmak üzere iki ana grupta toplanabilir ve saf ses işitme testi, konuşma testi ve başka birtakım özgün testlerle tanısı konur. Dış ve orta kulak işlevlerini engelleyen morfolojik ve işlevsel değişiklikler, iletim tipi kayıplarına yol açar. Bu patolojiler, kokleaya ulaşan akustik enerjinin şiddetini düşüren ortak bir etkiye sahiptir. Sensorinöral işitme kayıpları ise kokleaya ulaşan akustik enerjinin nöral impulslara dönüşümünü veya bu impulsların işitsel yollarda iletimini engelleyen patolojiler sonucu ortaya çıkar. Örneğin dış tüylü hücrelerin çeşitli nedenlerden dolayı tahrip olmasından dolayı sensorinöral işitme kaybı ortaya çıkar. Dış tüy hücrelerinin işlev gösterememesi, dolaylı olarak iç tüylü hücrelerin duyarlılığını azaltır. Kokleanın maruz kaldığı büyük hasarlarda her iki hücre grubu işlevini yitirebilir. Hasarlı hücrelerin kapladığı bölgede koklea dönüştürme işlevini tam olarak gerçekleştiremeyerek bu bölgenin işitsel sinir liflerini uyaramaz. Zaman içerisinde bu süreç işitsel liflerin fonksiyonel kapasitelerini yitirmeleriyle, işitsel yollar ve daha üst yapılarıdaki nöronların dejenerasyonu ile sonuçlanabilir.

Sensorinöral tip işitme kaybı, iletim patolojilerinden farklı olarak, konuşmayı algılama becerisine telafisi güç bozucu etkilere yol açabilir. Bunun en önemli nedenlerinden birisi, işitsel reseptör hücrelerin duyarlılığının azalmasıdır. Bunun sonucunda işitme eşikleri yükselir. İşitme cihazlarından yararlanılarak sağlanan amplifikasyon, kaybedilen bu becerisinin geri kazanılması için her zaman yeterli olmayabilir. Bunun nedenlerinden birisi, kaybın işitmenin dinamik aralığını daraltmasıdır. Konuşma sesinin 50 dB'ye ulaşan dinamik aralığı göz önüne alındığında, ileri derecede işitme kayıplılarda, bu şiddet aralığındaki bir konuşma sesinin tüm spektrumunun işitilebilir hale gelebilmesi için özel kompresyon devrelerine sahip işitme cihazı gereklidir. Diğer önemli bir neden ise, kokleanın frekans seçiciliğinin azalması ve buna bağlı olarak işlenen sesin frekans çözünürlüğünün zayıflamasıdır. Bu, işitsel sistemin konuşmayı ayırt edebilme becerisini düşüren önemli bir faktördür. Frekans çözünürlüğünün özellikle gürültülü ortamlarda konuşmanın anlaşılabilirliğinde etkisi fazladır. Bu etki şu şekilde gerçekleşir: Konuşma sesleri kokleaya ulaştığında, spektral

düzyeyde filtreleñerek kanallara ayrılır. Böylelikle bu sesler birbirini tamamlayan birçok frekans bandına ayrılarak tonotopik biçimde kodlanır. Herhangi bir ses, spektral genişliğine bağılı olarak, çok veya az sayıda frekans kanalını etkinleştirir. Sensorinöral işitme kayıplılarda, normal işitenlere oranla etkinleşen kanal sayısı azalır. Özellikle gürültülü veya yankılı ortamlarda konuşmanın anlaşılrlığı bozulur. (6, 9, 11, 22, 23, 24).

2.2.4. İşitme Kaybının Konuşmayı Anlama Becerisine Etkisinin Değerlendirilmesi

Konuşmayı anlama işlevi, toplumsal yaşamda yer alan insanın en önemli iletişimsel becerisi olarak kabul edilir. Bu süreç, konuşma spektrumunun farklı bölgelerinde yer alan spektro-temporal bilgilerin periferik işitme organından işitme korteksine uzanan karmaşık bir yolla entegrasyonuyla işler. Bu sürecin herhangi bir noktasında meydana gelen patoloji, bireyin bu becerisini tam olarak yerine getirememesine ve önlem alınmaması durumunda toplumsal yaşamdan soyutlanmasına yol açabilir. Sözel iletişim becerisini konuşmayı anlama boyutuyla değerlendiren konuşma odyometrisi, test sinyali olarak işitsel sisteminin günlük yaşamda sıkça karşılaştığı türden konuşma uyarılarının kullanıldığı standardize edilmiş testlerden oluşur. Bu özelliğıyle konuşma odyometrisi, sonuçları açısından yüksek düzeyde yüzeysel geçerliliğe sahiptir (1,4,22,25,26,27).

İşitme kaybının, konuşmanın anlaşılrlığı üzerindeki etkisi iki karakteristik ögesiyle izlenmektedir; bunlar işitilebilirlik ve distorsiyon öğeleridir. İşitilebilirlik ögesinin etkisi işitmenin keskinliğinde ve sesin gürlük algısında azalmayla karakterizedir. Kendisini işitme eşiklerindeki kötüleşmeyle gösterir. Saf ses odyometri ve konuşmayı alma eşiğı gibi eşik saptama yöntemleriyle düzeyi ortaya konabilen bu etkinin konuşmanın algılanmasına etkisi öngörülebilir düzeydedir. Bu etki kısmen amplifikasyonla telafi edilebilir. Distorsiyon ögesi ise işitilebilirlik etkisinin kontrol edilmesine rağmen konuşmanın anlaşılrlığındaki azalmadır. Distorsiyon, konuşma sesinin netliğinin bozulması olarak da tanımlanabilir ve bu etkinin sonuçlarının öngörülmesi güçtür. Amplifikasyonla telafi edilemeyen bu ögenin konuşmanın anlaşılrlığında yol açtığı bozucu etki özellikle gürültü oranının yüksek olduğu koşullarda daha fazladır (4,28).

Konuşma odyometrisi testleri iki kategoriye ayrılabilir. Birincisi, konuşmanın işitebilirlik düzeyini değerlendiren eşik saptama yöntemleri; ikincisi, işitilebilir düzeydeki konuşma uyarılarının anlaşılrlığını nicelikselleştiren eşik üstü değerlendirme yöntemleridir (25,26,28).

2.2.4.1. Konuşmanın İşitilebilirlik Düzeyinin Belirlenmesi

İşitilebilirlik düzeyinin belirlenmesine ilişkin olarak konuşma odyometrisinde iki tip eşik değer saptanmaktadır; konuşmayı alma eşiği ve konuşmayı fark etme eşiği. Konuşmayı farketme eşiği, bir kişinin konuşma uyarısının varlığını fark ettiği şiddet düzeyidir. Genelde konuşmayı fark etme eşiği bebeklerde, küçük çocuklarda ve sözel yanıt veremeyen veya çok ileri derecede işitme kaybı olan yetişkinlerde saptanır. Konuşmayı alma eşiği ise bir kişinin konuşma uyarısını en az %50 oranında doğru tekrar edebildiği en düşük şiddet düzeyidir (26,27,28).

2.2.4.2. Konuşmanın Anlaşılabilirlik Düzeyinin Belirlenmesi

Konuşmanın anlaşılabilirliğini değerlendiren yöntemler sözcük tanıma testleri adı altında toplanır. Bu testle, kişinin en rahat işittiği şiddet düzeyinde sunulan bir sözcük listesindeki doğru tekrar edebildiği sözcük sayısı yüzdelik orana çevrilir ve böylelikle o kişinin konuşmayı tanıma puanı saptanmış olur (26,28,29).

60 yılı aşkın zamandır odyolojik değerlendirmenin temel öğelerinden biri olarak kullanılan konuşmayı tanıma testleri şu süreçlerde katkı sağlar;

- İşitme kaybının iletişim becerilerine etkisini ortaya çıkarmada,
- İşitme kaybına yol açan lezyon yerinin saptanmasında,
- İşitme kayıplıların takibinde ve rehabilitasyon sürecine ilişkin yapılan değerlendirmelerde,
- İşitme cihazının performansının değerlendirilmesinde,
- Santral işitsel işlevlerin değerlendirilmesinde yardımcı olur (29,30,31,32).

2.3. Sözcük Tanıma Testlerinin Standardizasyonu için Kontrol Edilmesi Gereken Değişkenler

Konuşma odyometrisiyle amaçlanan, işitme kayıplı bireye ait bilişsel ve linguistik faktörlerin etkisi azaltılarak bireyin sözel iletişim becerisinin güvenilir ve geçerli biçimde değerlendirilmesidir. Test sonuçlarının güvenilirlik ve geçerliliğinde testte yer alan sözcüklerin seçimi, konuşmacının ve teste tabi tutulan kişinin dil özellikleri, listede yer alan sözcüklerin

belirlenme yöntemi ve sunum şekli gibi faktörlerin etkili olduğu konuya ilişkin yapılan bazı çalışmalarda gösterilmiştir (33,34).

Carhart, konuşma odyometrisinin temel ilkelerini ortaya koyduğu makalesinde bir konuşma testinin deneysel olarak standardize edilmesinin gerekliliğini vurgulamıştır. Buna göre, sözcük materyalleri kullanılan dile özgü olarak ve nitelikli bir araştırma sonucu seçilmelidir. Ayrıca, bu materyaller dinleyiciye aynı yöntemle sunulmalıdır (25).

2.3.1. Donanım ve Kalibrasyon

Konuşma odyometrisi, canlı veya kayıtlı konuşma seslerinin çeşitli şiddet düzeylerinde sunulabildiği odyometri cihazlarıyla uygulanır. Konuşma sesi canlı olarak cihaza entegre veya harici olarak bağlanmış bir mikrofonla; kayıtlı konuşma sesleri ise cihaza harici olarak bağlanmış bir kayıt çalarla sunulur. Elektriksel sinyallerin akustik enerjiye çeviren transduserler supra-aural, sirkum-aural veya insert kulaklıklar olabileceği gibi kemik vibratörler veya serbest alan hoparlörler de olabilir. Test sonuçlarının güvenilirliği açısından çevresel gürültünün kontrol edilmesi gereklidir. Bunun için, dış ortam seslerini azaltan ses yalıtımlı kabin kullanılmalıdır. Konuşma odyometrisinde kullanılan donanımın uluslararası standartları taşıması, bu donanımın düzenli olarak bakımının yapılması ve uluslararası standartlara uygun olarak belirli aralıklarla kalibre edilmesi gerekmektedir. Kalibrasyon işlemiyle, cihazdan çıkan konuşma sesinin cihaz göstergesinde belirtilen şiddet değeriyle gerçek değeri eşleştirilir (28,35,36).

2.3.2. Konuşmada Fazlalık Bilgi (speech redundancy)

Konuşmada fazlalık bilgi, konuşmanın anlaşılması için gerekli miktarın dışındaki fazlalık veridir. Fazlalık bilgi, içsel fazlalık (intrinsic redundancy) ve dışsal fazlalık (extrinsic redundancy) olarak iki sınıfa ayrılmaktadır. Dışsal fazlalık, özellikle mesajın kendi içeriğiyle ilgilidir ve üç düzeyde bulunur. Bunlar, mesajın fonetik içeriğiyle bağlantılı olan fonetik fazlalık, bir diğeri mesajın gramer yapısıyla ilişkili olan sentaktik fazlalık ve son olarak mesajın kendi anlamıyla ilişkili olan semantik fazlalık bilgi olarak isimlendirilir. Dışsal fazlalık, sözcük materyalinin fonetik yapısı, anlaşılabilirlik düzeyi ve akustik yapısı gibi özelliklerinden oluşmaktadır. İçsel fazlalık, bireyin işitsel duyarlılığını, sosyal, eğitimsel, sözcük ve anlama faktörlerini ayrıca uyarılma, dikkat, motivasyon ve dinleyici kriterlerini içermektedir. İçsel fazlalık, merkezi sinir sisteminin bir işlevidir (36,37).

2.3.3. Sunum Şiddeti

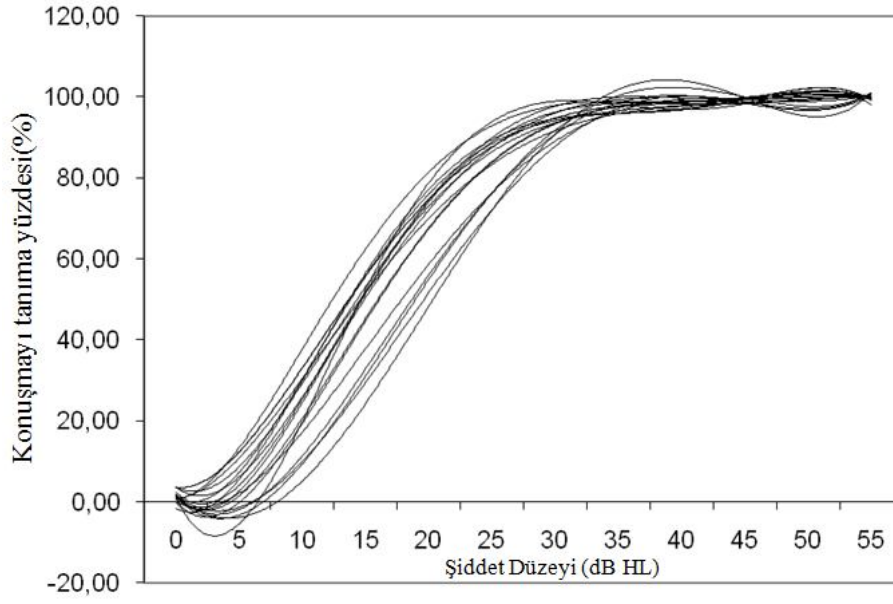
Sözcük tanıma testleri günlük uygulamalarda en rahat gürlük düzeyinde gerçekleştirilir. Bu düzeyin oldukça değişkenlik gösteren subjektif bir değer olması nedeniyle konuşmayı alma eşiğinin 40 dB üzeri gibi bir değer de seçilebilir. Keyfi olarak saptanan bu sabit değer farklı derecelerde işitme kaybına sahip tüm bireyler için uygun olmayabileceği göz önünde bulundurulmalıdır (38).

Sunum şiddetiyle konuşmayı tanıma puanları arasındaki ilişki performans-şiddet fonksiyonlarıyla gösterilmektedir. Performans şiddet fonksiyonu, konuşma materyallerinin sunum şiddetiyle test puanı arasındaki ilişkiyi gösteren eğrilerle ifade edilir. Sunum şiddeti arttıkça test puanlarının da artması beklenir. Şekil 4'te normal işiten genç yetişkinlerin Dokuz Eylül Konuşmayı Tanıma Testi'yle elde edilmiş performans şiddet eğrileri gösterilmektedir.

Performans-şiddet fonksiyon eğrilerinin özellikleri, işitsel korteksin konuşmanın anlaşılması sürecinde kullandığı fazlalık bilgi miktarıyla belirlenir. Genel bir kural olarak, kullanılan fazlalık bilgi miktarı ne kadar fazlaysa eğim o kadar dikleşir. Buna göre, sözcük materyallerinin yapısal ve akustik özellikleriyle bireyin bilişsel ve işitsel fonksiyonları, eğrilerin morfolojisinde etkilidir (1,29,40,44).

2.3.4. Sözcük Uzunluğu

Konuşma testlerinde yer alan öğelerin uzunluğu arttıkça, performans şiddet eğrilerinin dikliği de artar. Bunun nedeni, öğelerin uzunluğunun artmasının sözcük fazlalık bilgi oranının yükselmesine yol açmasıdır. İki ve üç heceli sözcüklerin fazlalık bilgilerinin çok olması, distorsiyon ögesinden pek etkilenmemelerine ve işitilebilirlik ögesine daha duyarlı olmasına yol açar. Bu nedenle konuşmayı alma eşiği testlerinde iki veya üç heceli sözcükler kullanılmaktadır. Fazlalık bilgileri az olan tek heceli sözcükler ise distorsiyon ögesinden daha çok etkilenirler. Bu nedenle, lezyon yerini saptamaya yönelik geliştirilen sözcük tanıma testlerinde tek heceli sözcükler kullanılmaktadır (1,29,40,44).



Şekil 4. Dokuz Eylül Konuşmayı Tanıma Testi'nin performans şiddet fonksiyonunu. Şekilde normal işiten 36 genç yetişkin bireyden elde edilen test puanlarının (dikey eksen) sunum şiddetine bağlı olarak (yatay eksen) değişimi gösterilmektedir. Test puanlarının sunum şiddetinin artışına bağlı biçimde yaklaşık 30 dB HL'ye kadar yükselerek en yüksek değer olan %100'e ulaştığı görülmektedir (39).

2.3.5. İşitme Performansı

İşitme performansının sözcük tanıma puanları ve performans şiddet fonksiyon eğrileri üzerinde çeşitli etkileri bulunmaktadır. Sözcük tanıma testleri işitsel performansın değerlendirmek üzere ve işitme kaybına yol açan patolojilere duyarlı olacak biçimde geliştirilirler. Sözcük tanıma testlerinin lezyon yerine duyarlılığı, sensorinöral işitme kaybının değişik düzeylerdeki distorsiyon etkisiyle olanaklıdır. Sunum şiddetinin artırılmasıyla işitme kaybının işitilebilirlik ögesi kontrol edilse de, distorsiyon ögesinin konuşmanın anlaşılabilirliğinde yol açtığı bozucu etki önlenemez. İşitilebilirlik faktörünün etkisinin ortadan kaldırıldığı durumlarda elde edilen düşük sözcük tanıma puanları koklear veya retrokoklear patolojilerin belirtisi olarak kabul edilir.

Sunum şiddetinin artışıyla konuşmayı tanıma performansı arasındaki doğrusal ilişki iletim patolojilerinde ve distorsiyon ögesi bulunmayan veya etkisi ortaya konamayan koklear patolojilerde gözlenir. Bunun yanı sıra bazı sensorinöral işitme kayıplılarda böyle doğrusal ilişki bulunmaz. Yuvarlanma (roll-over) olgusu olarak tanımlanan bu durumda fonksiyon eğrisi ilk olarak şiddetin artışına bağlı olarak yükseliş gösterse de, belirli bir şiddetten sonra

konuşmayı tanıma puanları ve dolayısıyla eğitim de düşüşe geçer. Yuvarlanma olgusu özellikle retrokoklear patolojilerin ayırıcı tanısına katkı sağlar (1,4,29,40)

2.3.6. Sinyal/Gürültü Oranı

Günlük yaşamda konuşmanın anlaşılabilirliğini etkileyen bir diğer faktör, konuşma sesine eşlik eden gürültü oranıdır. Gürültü, akustik özelliklerine bağlı olarak, konuşma sesinin spektrumun belirli bir bölümünü maskeleyerek iletilen bilgi miktarının azalmasına yol açar. Bu da normal işitenlerden elde edilen performans-şiddet fonksiyon eğrilerinin eğimlerinin azalmasına neden olur. İşitme kayıplılarda periferik işitme sisteminin spektral ve temporal çözünürlüğün düşmesine bağlı olarak, sinyal/gürültü oranının düşmesi, konuşmayı tanıma puanlarını normal işitenlere oranla çok daha hızlı düşürür. Sensorinöral işitme kayıplılarda görülen bu olgu işitme kaybının distorsiyon ögesinin etkisiyle açıklanır. Distorsiyon etkisinin ortaya konması amacıyla konuşma materyalinin farklı sinyal/gürültü oranlarında sunulduğu çeşitli konuşmayı tanıma testleri geliştirilmiştir (1,4,41,42).

2.3.7. Sözcüklerin Bilinebilirliği

Sözcük bilinebilirliği, temel olarak, bir sözcüğün ait olduğu dilde oluşturulmuş derlemdeki kullanım sıklığı olarak tanımlanmaktadır (40). Yapılan çalışmalar bir dilde sık kullanılan sözcüklerin az kullanılanlara oranla daha kolay tanındığını göstermektedir (1, 28). Hudgins (43), konuşma materyallerinin oluşturulması aşamasında bilinebilirlik faktörünün kontrol edilmesi gereken bir değişken olduğunu vurgulamıştır. Egan (44) ise, bu faktörün kontrolü açısından, sözcük tanıma testlerinin yaygın olarak kullanılan sözcüklerden oluşturulmasını önermiştir.

2.3.8. Konuşma Materyallerinin Fonetik Özellikleri

Sözcük tanıma puanları üzerinde etkili bir diğer faktör ise testte kullanılan konuşma materyallerinin spektral yapısıdır (45). Sözcük materyallerinin spektral yapısı, özellikle sensorinöral işitme kayıplıların sözcük tanıma kapasitelerinde etkili bir faktördür. Kokleayı etkileyen bir patoloji, kapladığı alanda duyu hücrelerinin işlev göstermesini engelleyerek konuşma sinyalinde yer alan spektral bilginin işitsel kortekste tam olarak temsil edilememesine neden olur. Bu da sözcükleri oluşturan fonemlerin doğru biçimde algılanamamasına yol açar. Sensorinöral işitme kaybına neden olan patolojilerin çoğunun

yüksek frekansları tuttuğu göz önüne alındığında, bu tip bir patolojiye sahip bireylerin, spektral bilgisi düşük frekanslarda yer alan konuşma materyallerini tanıması daha kolaydır. Sözcük materyallerinin spektral yapısını belirleyen iki öge, sözcüklerin fonemik yapısı ve konuşmacının seslendirme özellikleridir (40, 46).

2.3.8.1. Sözcük Materyallerinin Fonemik Yapısı

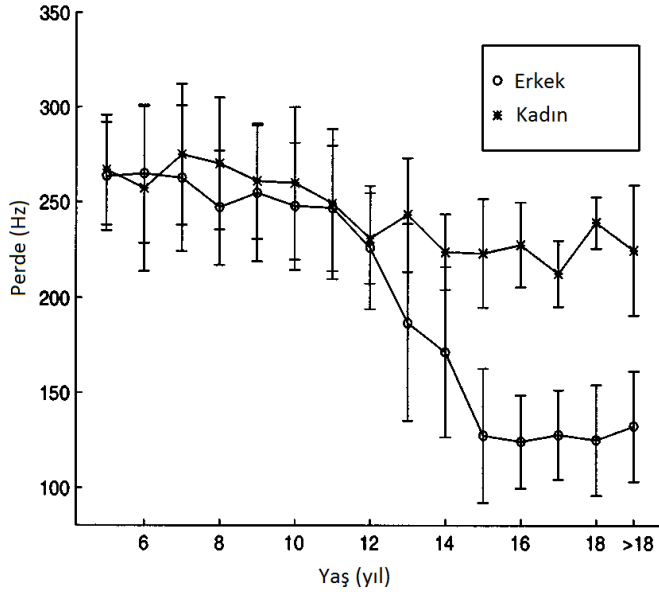
Fonlar, konuşma sesinin seslendirme, algılanma ve spektral özellikleri açısından birbirlerinden farklılaşan yapı taşlarıdır. Fonemler ise fonların soyut temsilleri olarak tanımlanabilirler. Fonlar arası farklılık daha çok fiziksel temellerde açıklanırken bir sözcük içerisinde her zaman için anlamsal bir farklılık yaratmazlar. Buna karşın, değişik fonemler anlamsal düzeyde farklılık oluştururlar (47).

Konuşma materyallerini oluşturan sözcüklerin fonemik yapısı, kontrol edilmesi gereken bir değişken olarak ele alınmaktadır. Fonemik yapının kontrol edilebilmesi için Egan (44) ile Hudgins (43) konuşma testlerinin kullanılan dili temsil edebilme özelliğine sahip olmasının gerektiğini vurgulamış ve konuşma materyallerinin fonemik dengelemesinin sağlanmasını önermişlerdir. İşitme kayıplı bir bireyin günlük yaşamda nadiren karşılaştığı bir fonemi algılayamamasının yarattığı sorun, sık karşılaşılan fonemlerin algılanamamasından kaynaklananlar kadar fazla değildir. Bundan hareketle, konuşma test materyali olarak yararlanılacak her bir fonem günlük yaşamdaki kullanım sıklığı oranında yer almalıdır (28). Konuşma materyallerinin fonemik öğeleri günlük konuşmadaki kullanım sıklığıyla doğru orantılı ise bireyin o testten aldığı sözcük tanıma puanı ile gündelik yaşamdaki işitme performansı arasında birebir ilişki kurulabilir (23).

2.3.8.2. Konuşmacının Seslendirme Özellikleri

Sözcüklerin tanınmasında etkili önemli bir faktör, konuşmacının seslendirme özellikleridir. Bu faktör etkisini sözcüklerin farklı konuşmacılar tarafından veya aynı konuşmacı tarafından farklı zamanlarda seslendirilmesiyle gösterir. Konuşmacının seslendirme özelliklerini belirleyen yapısal faktörler seslendirme yollarının anatomik yapısındaki farklılaşmalardan; dinamik faktörler ise seslendirme organının kullanma tarzındaki farklılaşmalardan kaynaklanır. Yetişkin erkek, kadın ve çocukların seslendirme yollarındaki farklılık, etkisini sesli fonemlerin formant frekanslarında açık şekilde göstermektedir. Şekil 5'te kadın ve erkek konuşmacılar tarafından Amerikan İngilizcesinde

seslendirilmiş sesli fonemlerinin temel frekans ortalamalarının yaşa bağlı değişimi görülmektedir (45, 48, 49).



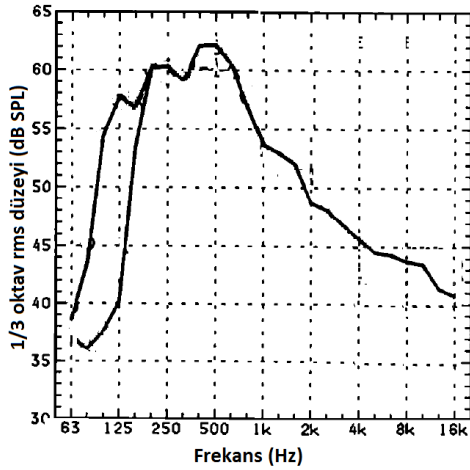
Şekil 5. Kadın ve erkek konuşmacılar tarafından seslendirilmiş sesli fonemlerinin temel frekans ortalamalarının yaşa bağlı değişimi. Grafiğin içerisinde yer alan dikey çizgiler standart sapmaları göstermektedir.

2.4. Konuşmanın Spektral Bileşenlerinin Anlaşılabilirliğe Katkı Oranlarının Belirlenmesi

Konuşma seslerinin spektrumu oldukça geniş bir yer tutar. Şekil 6'da farklı dillerden elde edilmiş uzun dönem ortalama konuşma spektrumu (*Long Term Average Speech Spectrum*) yer almaktadır. Konuşma spektrumu bu kadar geniş olmasına rağmen anlaşılabilirlikte öneme sahip bant aralığı dardır. Spektrumda yer alan çeşitli frekans bantlarının anlaşılabilirliğe sağladığı katkının incelenmesinde sıklıkla filtreleme tekniklerinden yararlanılmaktadır.

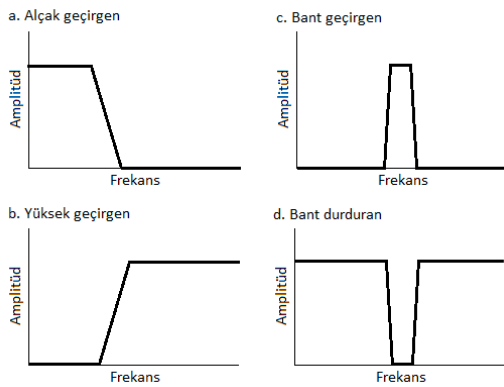
2.4.1. Frekans Etki Alanlı Filtreler

Filtreler istenen sinyali istenmeyenden ayıran mekanik, elektronik veya dijital aygıtlardır. Frekans etki alanlı filtrelerle, konuşma sesinin spektrumunda istenilen genişlikte bir bant zayıflatılarak spektrumdan çıkartılabilir. Filtreler, zayıflattıkları veya ortadan kaldırdıkları sinyalin spektrumdaki yerine göre çeşitli tiplere ayrılırlar. Bunlardan en yaygın



Şekil 6. On iki farklı dilde, kadın ve erkek konuşmacılardan elde edilmiş uzun dönem ortalama konuşma spektrumu. 250 Hz'ye kadar kadın ve erkek değerleri ayrı olarak verilmiş, 250 Hz'den sonra ortalamaları alınmıştır.

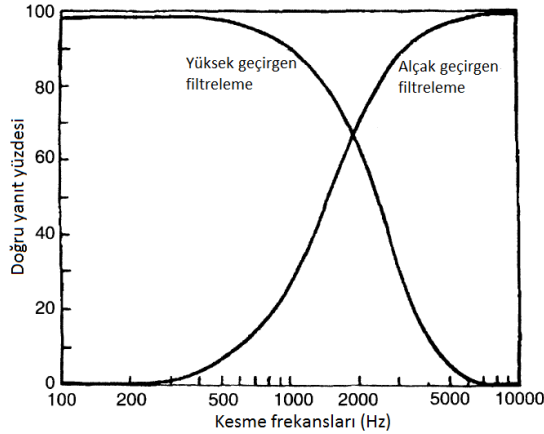
kullanılanları; yüksek geçirgen, alçak geçirgen, bant geçirgen ve bant durduran filtrelerdir (bkz. şekil 7). Alçak geçirgen filtreler, spektrumun alt kısmını belirli bir kesme frekansına kadar geçirirken üst kısmını geçirmezler. Yüksek geçirgen filtreler ise, tersine, spektrumun üst kısmını geçirirken, kesme noktasının üstünde kalan spektral bölgeyi geçirmezler. Bant geçirgen filtreler yalnızca belirli bir bant aralığını geçirirken bant durduran filtreler seçilen bant aralığını geçirmezler (50, 51, 52).



Şekil 7. Yaygın kullanılan frekans etki alanlı 4 farklı filtre tipinin frekans yanıtları. Şeklin (a) kısmında alçak geçirgen filtrelerin, (b) kısmında yüksek geçirgen filtrelerin, (c) kısmında bant geçirgen filtrelerin ve (d) kısmında bant durduran filtrenin frekans yanıtları şemalaştırılmıştır (50).

2.4.2. Filtrelemenin Konuşmanın Anlaşılabilirliğine Etkisi ve Bant Önem Fonksiyonu

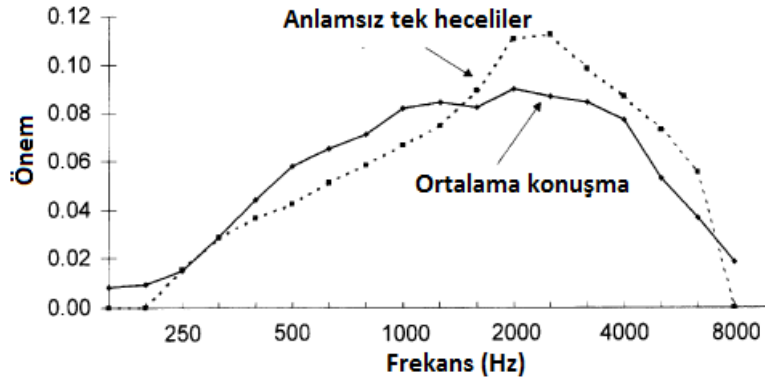
Konuşmanın spektral bileşenleriyle anlaşılabilirlik arasındaki ilişkiyi ortaya koyacak yöntem arayışları 20. yüzyılın başında, “Bell Telephony” laboratuvarında başlamıştır. Sistematik biçimde yürütülen bu çalışmalarda farklı iletişim sistemlerinin aktarma fonksiyonunun etkisine bağlı olarak, konuşmanın anlaşılabilirliğinde yol açtığı zayıflama oranı belirlenmeye ve öngörülme çalışılmıştır. Bu amaçla, tek heceli anlamsız sözcükler çeşitli kesme frekanslarında alçak veya yüksek geçirgen filtrelemelere tabi tutularak normal işiten bireylere dinletilmiş ve sözcük tanıma puanları saptanmıştır (bkz. şekil 8) (53,54). Bu çalışmaların ileriki aşamalarında, konuşma spektrumunda yer alan bantların konuşmanın anlaşılabilirliğine katkı düzeyini belirleyen oranlar hesaplanmıştır. Bant önem fonksiyonları olarak adlandırılan bu oranlar farklı konuşma materyalleri için ayrı olarak hazırlanmıştır (bkz. tablo 2 ve şekil 9). Her bir bantın anlaşılabilirlikte sağladığı bir katkı vardır ve bu katkıya göre 0-1 puan arası bir değer alır. Tüm bantların toplam sağladığı katkı en yüksek 1’dir. Buna göre spektrumun ortasında kalan bantların katkı oranı daha fazladır.



Şekil 8. Alçak geçirgen ve yüksek geçirgen filtrelerin tek heceli sözcük tanıma puanlarına etkisi. Yatay eksen filtre kesme frekanslarını, dikey eksen sözcük tanıma puanlarını vermektedir. Sözcük tanıma puanları, filtre kesme frekanslarının yüksek geçirgen filtrelemelerde yükselmesine, alçak geçirgen filtrelemelerde ise alçalmasına bağlı olarak düşmektedir.

Tablo 2. İngilizce dili için hazırlanmış konuşma testlerinin 1/3 oktav bant önem fonksiyonları. NNS, İngilizce dilinde sık kullanılan fonemlerden seçilmiş anlamsız tek heceli sözcük listesi; CID-22, fonemik dengeli sözcük tanıma testi; NU6, tek heceli sözcük tanıma testi; DRT, uyaklı tanısal test; kısa pasajlar, okunması kolay öykü alıntıları; SPIN, tek heceliler ve ortalama konuşma (55).

Bant Merkez Frekansı (Hz)	NNS	CID-22	NU6	DRT	Kısa Pasajlar	SPIN	Ortalama
160	0.0000	0.0365	0.0168	0.0000	0.0114	0.0000	0.0083
200	0.0000	0.0279	0.0130	0.0240	0.0153	0.0255	0.0095
250	0.0153	0.0405	0.0211	0.0330	0.0179	0.0256	0.0150
315	0.0284	0.0500	0.0344	0.0390	0.0558	0.0360	0.0289
400	0.0363	0.0530	0.0517	0.0571	0.0898	0.0362	0.0440
500	0.0422	0.0518	0.0737	0.0691	0.0944	0.0514	0.0578
630	0.0509	0.0514	0.0658	0.0781	0.0709	0.0616	0.0653
800	0.0584	0.0575	0.0644	0.0751	0.0660	0.0770	0.0711
1000	0.0667	0.0717	0.0664	0.0781	0.0628	0.0718	0.0818
1250	0.0774	0.0873	0.0802	0.0811	0.0672	0.0718	0.0844
1600	0.0893	0.0902	0.0987	0.0961	0.0747	0.1075	0.0882
2000	0.1104	0.0938	0.1171	0.0901	0.0755	0.0921	0.0898
2500	0.1120	0.0928	0.0932	0.0781	0.0820	0.1026	0.0868
3150	0.0981	0.0678	0.0783	0.0691	0.0808	0.0922	0.0844
4000	0.0867	0.0498	0.0562	0.0480	0.0483	0.0719	0.0771
5000	0.0728	0.0312	0.0337	0.0330	0.0453	0.0461	0.0527
6300	0.0551	0.0215	0.0177	0.0270	0.0274	0.0306	0.0364
8000	0.0000	0.0253	0.0176	0.0240	0.0145	0.0000	0.0185



Şekil 9. İngilizce sözcüklerle belirlenmiş önem fonksiyon grafikleri. Düz çizgiyle gösterilen Pavlovic'in ortalama konuşma önem fonksiyonu (55), kesikli çizgiyle gösterilen French ve Steinberg'in (53) anlamsız tek heceli sözcükler kullanarak elde ettiği önem fonksiyonudur.

2.4.3. Sensorinöral İşitme Kaybının Konuşmayı Anlamada Yol Açtığı Etkinin Filtreleme Yöntemiyle Benzetimi

Literatürde, sensorinöral işitme kaybının konuşmayı anlama becerisinde yol açtığı etkinin normal işitenlerde benzetimi amacıyla filtreleme yöntemlerinden yararlandırıldığı

görülmektedir. Bu çalışmalardan bazıları odyogram konfigürasyonu ile sözcük tanıma kapasitesi arasında ilişki olduğunu gösterirken bazıları ise iki faktör arasında basit bir ilişkinin kurulamayacağına işaret etmektedir.

Sher ve Owens'ın yaptıkları çalışmada (56) 2000 Hz üzeri frekanslarda işitme kaybı bulunan sensorinöral işitme kayıplıların sözcük tanımada yaptıkları fonemik hata örüntüleri incelenmiştir. Aynı konuşma materyali 2000 Hz kesme frekanslı alçak geçiren filtrelemeden geçirilerek normal işiten başka bir gruba dinletilmiş ve iki grubun sözcük tanıma puanları arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Araştırmacılar, iki grubun hata örüntülerinin benzer olduğunu göstermiş ve filtreleme yöntemiyle elde edilen sonuçların sensorinöral işitme kayıplı için bazı durumlarda genellenebileceğini savunmuşlardır. Bilger ve Wang (57), sensorinöral işitme kayıplıların sözcük tanımada yaptıkları hataların çok boyutlu analizini yaptıklarında, fonem hataları benzer olanların odyogram konfigürasyonunda benzerlik bulunduğunu göstermişlerdir. Wang ve arkadaşlarının yayınında referans gösterildiği şekliyle (Reed ve Bilger, 58) aynı konuşma materyalleri değişik kesme frekanslı alçak ve yüksek geçiren filtrelemeden geçirilerek normal işiten başka bir gruba dinletilmiş ve iki grubun hata örüntülerinde benzerlik saptanmıştır.

Walden ve arkadaşları (59), sensorinöral işitme kaybının daha iyi benzetimi amacıyla konuşma materyallerinin spektrumunu frekansa özgü filtreleme tekniğiyle odyogram konfigürasyonuna benzer biçimde şekillendirmiştir. Filtrelenen konuşma materyalleri normal işiten gruba dinletilmiş ve sonuçlar sensorinöral işitme kayıplılardan elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. İki grubun sonuçları arasında ilişki bulunamamıştır. Buna karşın benzer yöntemle Fabry ve Van Tasell'in yaptığı çalışmada (60), benzetim grubuyla sensorinöral işitme kayıplı grubun sonuçları arasında birçok benzerlik gösterilmiştir.

2.5. Frekansa Duyarlı Sözcük Tanıma Testleri

Yüksek frekanslı işitme kayıplı, yüksek frekanslı akustik öğeler barındıran konuşma seslerini düşük frekanslılara göre daha güç tanımaktadır. Hatta yüksek frekanslı ünsüz ağırlıklı sözcük listeleri amplifikasyon kazançlarına fonemik dengeli listelere oranla çok daha duyarlıdır. Literatürde, frekansa duyarlı sözcük tanıma testlerinin daha çok işitme cihazlarının performansını değerlendirme amacıyla geliştirildiği görülmektedir (61, 62, 63).

2.5.1. Gardner – Yüksek Frekanslı Ünsüz Ayırt Etme Testi

Yüksek frekanslı işitme kayıplılarda işitme cihazı performansının değerlendirilmesi amacıyla İngilizce dilinde geliştirilmiş olan bu test her biri 25 sözcük içeren iki listeden oluşmaktadır. Listedeki sözcükler ağırlıklı olarak yüksek frekanslı işitme kayıplıların sıklıkla karıştırdığı “p”, “t”, “k”, “s”, “f”, “q” ve “h” ünsüzlerinden oluşmaktadır. Listeler tablo 3’te gösterilmiştir. Listedeki sözcüklerin tiz perdeli bir kadın sesiyle okunması durumunda, testin yüksek frekans kayıplara duyarlılığın artacağı belirtilmektedir (62).

Tablo 3. Gardner’in yüksek frekanslı ünsüz ayırt etme testinin sözcük listeleri. Sözcükler ağırlıklı olarak “p”, “t”, “k”, “s”, “f”, “q” ve “h” ünsüzlerinden oluşmaktadır.

LİSTE 1				
1. kits	2. sip	3. tipped	4. sis	5. tip
6. kick	7. skips	8. ticks	9. hiss	10. hicks
11. skits	12. kit	13. pit	14. hick	15. picks
16. hit	17. six	18. fixed	19. kiss	20. skit
21. spit	22. hits	23. ticked	24. fit	25. sipped

LİSTE 2				
1. kicked	2. hips	3. fits	4. fix	5. stick
6. its	7. tick	8. tips	9. pick	10. skipped
11. hip	12. sips	13. sit	14. stiff	15. fist
16. skip	17. pits	18. thick	19. hissed	20. spits
21. sick	22. kicks	23. sits	24. picked	25. kissed

2.5.2. Pascoe - Yüksek Frekanslı Sözcük Listesi

Gardner’in yüksek frekanslı ünsüz ayırt etme testiyle benzer biçimde, işitme kayıplıların ayırt etmede zorlandığı fonemlerin ağırlıkta olduğu sözcüklerden oluşan 50 tek heceli sözcüklü listeden oluşmaktadır (tablo 4). İngilizce dilindeki sözcükleri oluşturan fonemlerin %63’ü sessiz sürtünmeli ve sessiz patlamalı, geri kalan genizsi, yanal ve sesli patlamalıdır (63).

2.5.3. Hacettepe Frekansa Spesifik Kelimeyi Ayırt Etme Testi

Türkçe için hazırlanmış olan Frekansa Spesifik Kelimeyi Ayırt Etme Testi, her biri 20 sözcükten oluşan 4 listeden meydana gelmektedir. Sessiz-sesli-sessiz harf dizimi bulunan tek heceli sözcüklerin spektral analizi yapılarak frekans özellikleri belirlenmiş ve listelere

ayrılmıştır. Listelerin spektral özellikleri tablo 5’de, listelerde yer alan sözcükler tablo 6’de gösterilmiştir (63).

Tablo 4. Pascoe ‘nin yüksek frekanslı sözcük listesi

HIGH-FREQUENCY WORD LIST (HF)				
1. Chick	11. Sick	21. Boat	31. Oat	41. Grime
2. Chip	12. Sift	22. Coke	32. Poke	42. Grind
3. Hick	13. Sip	23. Coat	33. Pope	43. Lime
4. Hip	14. Sippet	24. Folk	34. Road	44. Line
5. Hiss	15. Sis	25. Goad	35. Robe	45. Mime
6. Hit	16. Sit	26. Goat	36. Rope	46. Mine
7. Hits	17. Skip	27. Hope	37. Row	47. Nine
8. Pip	18. Skit	28. Load	38. Soak	48. Rhine
9. Pit	19. Thick	29. Low	39. Soap	49. Rhyme
10. Ship	20. Tip	30. Oak	40. Wrote	50. Wine

Tablo 5. Frekansa Spesifik Konuşmayı Ayırt Etme Testi’nde yer alan listelerin frekans aralıkları, ortalama ve standart sapmaları.

F-KAT Listeleri	Frekans Aralığı (Hz)	Ortalama (Hz)	SS
Liste1 (L1)	211-998	419.27	±218.16
Liste 2 (L2)	1199-3862	2447.76	±1009.03
Liste 3 (L3)	4082-5993	4627.06	±460.45
Liste 4 (L4)	6872-10 652	7796.19	±1458.04

Tablo 6. Frekansa spesifik konuşmayı ayırt etme testinin sözcük listeleri

LİSTE-1		LİSTE- 2		LİSTE-3		LİSTE-4	
REY	BİN	BEY	CEM	TÜY	ŞAL	ÇİZ	SAĞ
BAĞ	BEL	KOK	ROL	KÜF	SON	FES	KES
NEM	BOL	BİL	KAR	TÜM	RAF	KOÇ	KIZ
VAN	DEV	MIH	KAP	KÖK	PİL	HAZ	SİM
DAL	RUH	BAK	DUT	TAŞ	KÜP	SAF	DİL
YÖN	BEN	TAY	VUR	ŞUT	KIŞ	SAP	FAR
BÖL	NAL	KAN	GÜN	ÇÖL	CAN	ŞOK	SİS
KOL	LOP	KUM	ZİL	ŞİŞ	FİŞ	TOP	ZOR
DEM	PUL	ŞAN	POT	ŞEN	GÖZ	TEZ	SUS
YEL	BAL	PIR	KOR	ŞEF	SÜT	COP	TIP

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Tipi

Araştırma, ileriye yönelik klinik çalışma olarak planlandı.

3.2. Araştırmanın Yeri ve Zamanı

Araştırma, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi KBB AD'de gerçekleştirildi. Araştırmaya Etik Kurul Onayı alınır alınmaz başlandı ve veri toplama işlemi 20.05.2011 tarihinde sonlandırıldı.

3.3. Araştırmanın Evreni ve Örnekleme

Araştırma evrenini normal işiten genç yetişkinler oluşturdu. Örneklem olarak 18-30 yaş aralığında, normal işiten ve çalışmada uygulanacak testlere uyum sağlayacak yeterlilikte bilişsel fonksiyonlara sahip gönüllü 120 birey alındı (87). Bireylerin anadilleri Türkçe idi ve yazı yazmalarına mani olabilecek herhangi bir engelleri yoktu. Katılımcılara araştırmanın amacı hakkında bilgilendirme yazılı ve sözlü olarak yapıldı ve bilgilendirildiğine dair yazılı imza alındı.

Bireylerin işitmelerinin normal olup olmadığının belirlenmesi amacıyla saf ses odyometri ve konuşma odyometrisi testleri uygulandı. Bu testler Interacoustic AC33 klinik odyometri cihazıyla gerçekleştirildi. Telephonix TDH 39P supraaural hava yolu kulaklık kullanıldı. Testler, ortam gürültüsü 30 dB (A) SPL düzeyinin altında, teste tabi tutulan bireyin testi uygulayan kişiyi göremeyeceği konumda, iki odalı ses yalıtımlı kabinde yapıldı. Saf ses hava yolu ölçümleri 250 Hz-8000 Hz arası tüm oktav frekanslarda ve ayrıca 3000 Hz ve 6000 Hz frekanslarında gerçekleştirildi. Konuşma odyometrisinde her katılımcının konuşmayı alma eşiği ve konuşmayı ayırt etme skoru saptandı. En az bir kulağında, saf ses eşik değerleri tüm frekanslarda 15 dB HL ve altında, konuşmayı ayırt etme skoru %80'in üzerinde saptanan bireyler çalışmaya katıldı.

3.4. Çalışma Materyali

Frekansa özgü sözcük tanıma testinin oluşturulmasında, Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanan Dokuz Eylül Sözcük Tanıma Testi'nin hazırlık aşamasında oluşturulmuş sözcük havuzundan ve bu sözcüklerin ses kayıtlarından yararlanıldı.

3.4.1. Dokuz Eylül Sözcük Tanıma Testinin Geliştirilmesi Aşamasında Oluşturulan Sözcük Havuzunun Özellikleri

Havuzdaki sözcüklerin bilinebilirlik düzeyi objektif ve subjektif yöntemlerle kontrol edilmişti. Objektif kontrolü için, Türkçe Derlem içerisinde harf dizilimi sessiz-sesli-sessiz şeklinde olan tek heceli sözcüklerden, kullanım sıklığı en yüksek ilk 500 sözcük seçilmişti. Tek heceli sözcükler seçilerek dışsal fazlalık bilgi düzeyinin düşük tutulması amaçlanmışti. Seçilen sözcükler Türk Dil Kurumu'nun Büyük Türkçe Sözlüğü'yle taranarak anlamsız olanlar, ekonomi terimi, teknik terim, yer, kurum, kuruluş, para isimleri ve özel isim içeren sözcükler elenmişti. Kalan sözcükler Türk Dil Kurumu yayınları içerisinde yer alan Yazılı Türkçenin Kelime Sıklığı Sözlüğü kitabından da yararlanılarak oradaki sıklığı ve belirlenen sözcüklerin bu kitapta da var olup olmadığı açısından kontrol edilmiş; bu sözlükte de yer almayan sözcükler elenmişti. Bilinebilirlik düzeyinin subjektif kontrolü için, geriye kalan sözcükler 16-70 yaş arası, çeşitli eğitim düzeyindeki 380 bireye sorgulatılmışti. Bireylerden sözcüklerin bilinebilirliği açısından puanlama yapması istenmiş, bilinebilirlik puanı düşük (<%80) olan sözcükler elenmişti (39).

3.4.2. Frekansa Özgü Sözcük Tanıma Testi Materyallerinin Oluşturulması

Dokuz Eylül Konuşmayı Tanıma Testi'nin sözcük havuzundaki 345 sözcük, Türkçe derlemdeki kullanım sıklığına göre sıralandı. Oluşturulması planlanan alt test sayısı ve katılımcı sayısı göz önüne alınarak kullanım sıklığı en yüksek ilk 200 sözcük seçildi.

3.4.2.1. Kayıtlama

Sözcüklerin kayıtlamasında konuşmanın anlaşılabilirliğinde önemi bulunan frekans bandının geniş tutulması amacıyla; alçak frekansların önemini arttırmak için yetişkin erkek sesi, yüksek frekansların önemini arttırmak için küçük çocuk sesi kullanıldı.

Yetişkin erkek sesi için Dokuz Eylül Konuşmayı Tanıma Testi'nin geliştirilmesi aşamasında oluşturulan ses kayıtları yararlandı. Bu kayıtlar arasından sözcük havuzu olarak belirlenen 200 sözcüğün kaydı seçildi. Bu kayıtların özellikleri şu şekildeydi: Sözcükler, anadili Türkçe olan ve İstanbul ağzı ile konuşan profesyonel erkek tiyatro sanatçısı tarafından profesyonel bir ses stüdyosunda, Neumann U87 marka geniş diyaframlı kondansatör mikrofonla seslendirilmişti. Mikrofondan çıkan sinyaller AVALON AD2022 preamplifikatör ile yükseltilmiş, Digidesign Digi 002R ses kartı ile 44.1 kHz örnekleme oranında ve 16 bit çözünürlükte analog-dijital dönüşümü yapılmıştı. Sözcükler, bilgisayar ortamında Protools LE 8 Software düzenlenmiş, ayrı ayrı PCM wav formatında kaydedilmişti. (5,53,56,90).

Küçük çocuk sesi için sözcük havuzunda yer alan sözcüklerden, yüksek frekans ögesi fazla olan kapantılı ve sürtünmeli fonemi bulunan sözcüklerden (10) 100'ü seçildi. Sözcükler, anadili Türkçe olan, İstanbul ağzıyla konuşan ve özgün bir seslendirme bozukluğu bulunmayan 5 yaşındaki bir kız çocuğu tarafından ses yalıtımlı bir odada Shure PG48 vokal kondensatör mikrofonla seslendirildi. Mikrofondan çıkan sinyaller M-Audio Profire 610 Firewire ses kartı ile Adobe Audition, sürüm: 3.0 programı kullanılarak 44.1 kHz örnekleme oranında ve 16 bit çözünürlükte PCM wav formatında, dijital olarak kaydedildi. Bu kayıtlardan 16'sı yüksek gürültü veya seslendirme bozukluğu nedeniyle dışlandı.

3.4.2.2. Kayıtların Filtrelenmiş Türevlerinin Oluşturulması

Çocuk ve yetişkin sesli kayıtlar, yüksek geçirgen kesme frekansı sabit olan, ancak alçak geçiş kesme frekansı yarım oktav aralıklarla 5 farklı düzeyde darlaşan bant geçirgen dijital filtrelerden geçirilerek, her bir sözcüğün 5 adet türevi elde edildi. Yetişkin sesli kayıtlar için kullanılan filtre bantları: 250-4000 Hz, 250-3000 Hz, 250-2000 Hz, 250-1500 Hz ve 250-1000 Hz; çocuk sesli kayıtlarınki 250-8000 Hz, 250-6000 Hz, 250-4000 Hz, 250-3000 Hz ve 250-2000 Hz idi (bkz. şekil 10).

Filtreleme işlemi bilgisayar ortamında Adobe Audition (sürüm: 3.0) programı kullanılarak sonlu impuls yanıtı filtre (finite impuls response) ile gerçekleştirildi. Filtreleme işlemlerinde 8192 FFT boyutu ve Blackman pencere fonksiyonu kullanıldı. Dijital filtreler,

geçiş bandının dışındaki frekansları 120 dB zayıflatıyordu ve filtrelerin frekans yanıtı dikdörtgen fonksiyonluydu.

Filtreli kayıtların RMS (root-mean-square) değerlerinin 1000 Hz kalibrasyon referans tonuyla eşleştirilebilmesi için, tüm kayıtlar Adobe Audition (sürüm: 3.0) programıyla -14 FS'ye normalize edildi.

3.5. Araştırmanın Değişkenleri

Araştırmanın bağımsız değişkenleri 286 adet sözcük kaydı ve bunlara uygulanan filtreleme işlemleriydi. Bağımlı değişken ise, bu kayıtların normal işiten genç yetişkinlerden elde edilen anlaşılabilirlik oranlarındaki değişme idi.

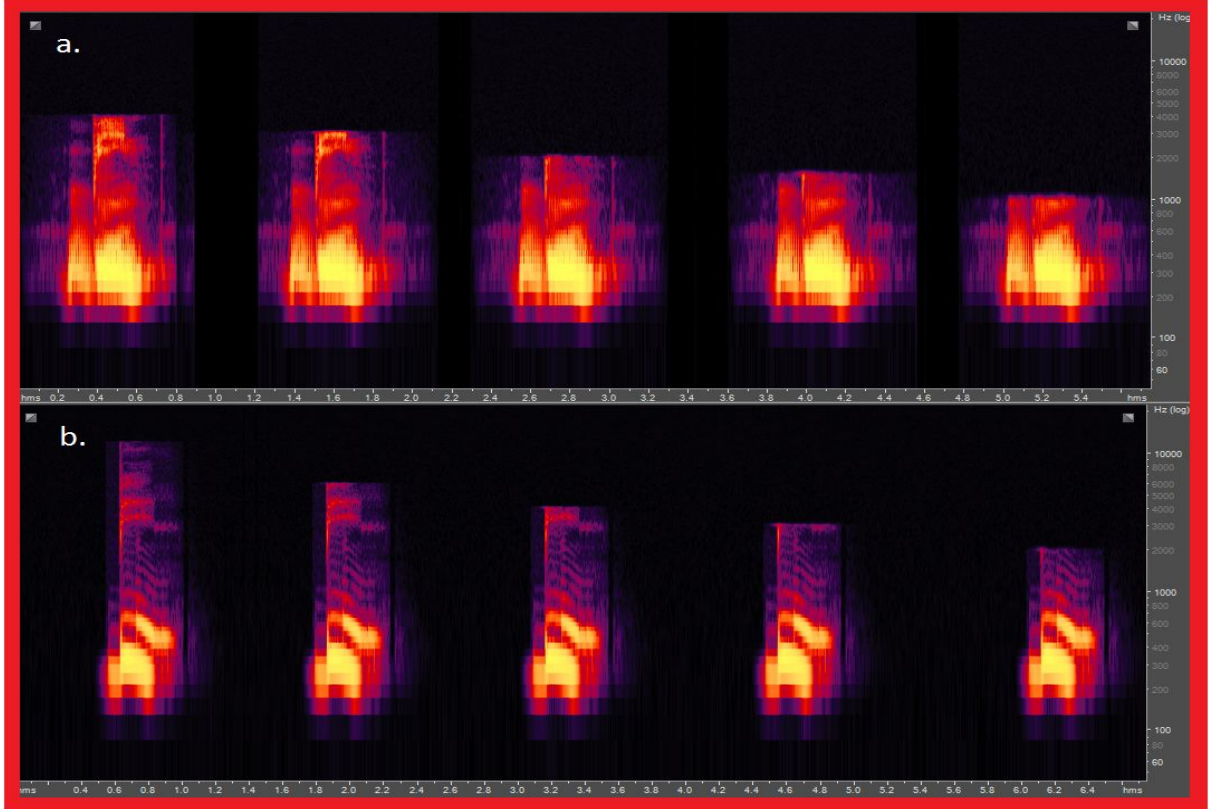
3.6. Veri Toplama Araçları

Kayıtların araştırmaya katılan bireylere dinletilebilmesi için Interacoustic AC 33 klinik odyometri cihazı kullanıldı. Dijital kayıtlar odyometri cihazına, M-Audio Profire 610 Firewire harici ses kartı bağlanmış bir dizüstü bilgisayarla sunuldu. Bilgisayarda işletim sistemi olarak Windows 7 Home Premium bulunuyordu. Dijital kayıtların sunumu için Winamp (sürüm: 5.601) programı kullanıldı. Interacoustic AC33 klinik odyometri cihazının donanımsal kalibrasyonu ANSI 2004 standartlarına uygun olarak çalışmanın hemen öncesinde yapıldı. Kalibrasyonda Brüel & Kjaer marka sound level meter ve 6 cc coupler kullanıldı. Konuşma odyometrisinin kalibrasyonu PCM wav formatındaki -14 dB FS'lik 1000 Hz kalibrasyon tonu referans alınarak yapıldı. Her test öncesinde ANSI 2004 standartlarına uygun olarak, bilgisayarın ses çıkış gücü, 1000 Hz kalibrasyon tonu referans alınarak, odyometride 0 VU'yu gösterecek şekilde ayarlandı. Kayıtlar, araştırmaya katılan bireylere, gürültü düzeyi 30 dB(A) SPL'den düşük ses yalıtımlı odada, Telephonix TDH 39P supraaural kulaklıkla dinletildi.

3.7. Araştırma Planı

Filtreleme sürecinin sonunda 1000 adet yetişkin sesli, 460 adet çocuk sesli türev elde edildi. Bu kayıtların tümünün dinletilerek yanıtların alınması çok zaman alacağından yetişkin kaydı randomize biçimde ikiye bölünerek yetişkin liste 1 (500 öge), yetişkin liste 2 (500 öge)

ve çocuk listesi (460 öge) olmak üzere kayıtlar 3 ayrı gruba ayrıldı. Her bir liste 40 farklı katılımcıya dinletildi. Liste seçimi sıraya göre yapıldı (1. katılımcıya yetişkin liste 1, katılımcıya yetişkin liste 2, 3. katılımcıya çocuk listesi, 4. katılımcıya yetişkin liste 1...).



Şekil 10. Yetişkin ve çocuk sesiyle kaydedilmiş “bin” sözcüğünün farklı genişliklerdeki bantlarda filtrelenmiş sözcük türevlerinin spektrumları. Şeklin “a” kısmındaki sözcük yetişkin erkek tarafından seslendirilmiştir. Bant geçiren filtre aralıkları sol baştan itibaren sırayla 250-4000 Hz, 250-3000 Hz, 250-2000 Hz, 250-1500 Hz ve 250-1000 Hz’dir. Şeklin “b” kısmındaki ise sözcük 5 yaşında bir kız çocuğu tarafından seslendirilmiştir. Bant geçiren filtre aralıkları sol baştan itibaren sırayla 250-8000 Hz, 250-6000 Hz, 250-4000 Hz, 250-3000 Hz ve 250-2000 Hz’dir. Şeklin yatay eksen milisaniye cinsinden zamanı göstermektedir. Dikey eksen ise frekansı göstermektedir. Şeklin üzerindeki parlak bölgeler enerjinin yoğun olduğu bölgeleri göstermektedir.

Kayıtlar bireylere konuşmayı alma eşiklerinin 40 dB üzerinde şiddet düzeyinde dinletildi. Kayıtlar, taraf etkisinin kontrol edilebilmesi açısından, katılımcıların yarısının sağ kulağından, diğer yarısının sol kulağından dinletildi. Yalnızca tek kulağıyla çalışmaya dahil olma ölçütlerini taşıyan katılımcıların bu ölçütlere sahip olan tarafı seçilirken, her iki kulağıyla dahil olma ölçütleri taşıyanların tarafı bir sağ ve bir sol olarak sıralanmış listeye göre belirlendi. Yorgunluk etkisinin kontrol edilebilmesi için, listelerdeki kayıtlar sunum öncesinde karıştırılarak her bir katılımcıya değişik sırada sunuldu.

Kayıtların sunum hızı katılımcılar tarafından belirlendi. Test ortamında, katılımcıların önünde bilgisayarla bağlantılı bir düğme bulunuyordu. Katılımcılar hazır olduklarında bu düğmeye basarak sıradaki kaydı dinlediler. Düğmeye basıldığında, otomatik olarak sıradaki kayıt çalışıyordu.

Katılımcılara verilen yönerge şu ifadelerden oluştu: “Şimdi size sözcük tanıma testi uygulayacağım. Bazı sözcükler dinleyeceksiniz. Sizden istediğim duyduğunuz sözcükleri önünüzde duran kağıttaki numaralandırılmış boşluklara sırayla yazmanız. Sözcükleri teker teker dinleyeceksiniz ve her bir sözcüğü dinlemek için önünüzde bulunan düğmeye basmanız gerekiyor. Bazı sözcükleri anlamakta güçlük yaşayabilirsiniz. Bu durumda duyduğunuzu neye benzetiyorsanız onu yazabilirsiniz. Toplamda dinleyeceğiniz sözcük sayısı 500 (veya 460). Eğer test sırasında yorulduğunuzu veya dikkatinizin dağıldığını hissederseniz bana bildirin; istediğiniz kadar ara verebiliriz.”

Yanıtlar, katılımcılardan yazılı olarak alındı. Bunun için katılımcılara A4 boyutunda yanıt kağıdı verildi. Kağıtta 1’den 500’e kadar numaralandırılmış boş alanlar vardı. Katılımcılardan, duydukları sözcükleri numaralandırılmış boşluklara yazmaları istendi.

3.8. Verilerin Değerlendirilmesi

Veriler SPSS 15.0 ve Microsoft Office 2007 Excell programlarıyla analiz edildi. Türevlerin anlaşılabilirlik oranları belirlenirken yapılan psikometrik değerlendirmede, yanıtlar doğruluk ve yanlışlıklarına göre puanlandı. Katılımcının verdiği yazılı yanıt doğruysa “1”; 1 veya daha fazla harf hatası varsa “0” olarak puanlandı. Daha sonra her bir türeve verilen yanıtların ortalaması alınarak anlaşılabilirlik oranları belirlendi. Bu türevler, uygulanan filtre bantlarına göre sınıflandırıldı. Sınıflandırılan verilerden örnek bir kesit tablo 7’de gösterildi.

Tablo 7. Yetişkin erkek sesiyle kaydedilmiş bazı sözcüklerin filtrelili türevlerinin anlaşılabilirlik oranları. En baştaki sütunda alfabetik sıraya göre ilk 6 sırada yer alan sözcükler, diğer sütunlarda da bu sözcüklerin, sırasıyla 250-1000 Hz, 250-1500 Hz, 250-2000 Hz, 250-3000 Hz ve 250-4000 Hz filtre bantlı türevlerinin anlaşılabilirlik oranları yer almaktadır.

	250-1000 Hz	250-1500 Hz	250-2000 Hz	250-3000 Hz	250-4000 Hz
bağ	0,85	0,97	0,95	0,85	0,95
bak	0,65	0,93	1,00	0,95	0,95
bar	0,03	0,20	0,58	0,88	0,95
bas	0,13	0,40	0,78	0,83	0,90
baş	0,00	0,03	0,85	1,00	0,95
bey	0,00	0,00	0,33	0,75	0,75

3.8.1. Filtrelemenin Sözcük Anlaşılabilirliğine Etkisi

Veri sayısı 200'ün altında kaldığı için normal dağılım hesaplamasında Shapiro-Wilk Testi uygulandı. Veriler normal dağılım göstermediği için ($P < 0,05$) gruplar arasında farklılaşma olup olmadığının analizi non-parametrik test olan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testiyle yapıldı. Yetişkin sesli kayıtlarla çocuk sesli kayıtlar birbirinden ayrı olarak incelendi. Filtrelemenin sözcük anlaşılabilirliğine etkisinin istatistiksel analizi için farklı bantlardaki anlaşılabilirlik oranları birbirleriyle karşılaştırıldı. Aralarında anlamlı farklılaşmanın bulunup bulunmadığı belirlendi.

3.8.2. Frekans Özgü Test Materyali Olmaya Aday Olan Sözcüklerin Belirlenmesi

Frekansa özgü sözcük tanıma testi, bireylerin sözcük tanıma performanslarını çeşitli frekans bantlarına özgü değerlendirmek üzere geliştirilmek istendi. Alt testleri oluşturmaya aday, uygun konuşma materyallerinin seçimi için, bant geçiren filtrenin alçak geçiren kesme frekansının düşmesine bağlı olarak sözcüklerin anlaşılabilirlik oranlarında meydana gelen azalmanın eğim oranları araştırıldı. Eğim oranları hesaplanan frekans bantları 250-1000 Hz, 1000-1500 Hz, 1500-2000 Hz, 2000-3000 Hz, 3000-4000 Hz, 3000-6000 Hz, 4000-6000 Hz ve 6000-8000 Hz idi. Eğim oranlarının hesaplanmasında genel eğim formülünden yararlanıldı. Bu formül şu idi:

$$m = (y_2 - y_1) / (x_2 - x_1)$$

Formülde, (x_1, y_1) ile (x_2, y_2) aynı doğru üzerinde bulunan ve eğimi hesaplanacak olan iki noktanın koordinatlarıydı. Buna göre sözcük kayıtlarına uygulanan bant geçiren

filtrelerin kesme frekansları x düzlemine, filtrelenmiş sözcük türevlerinin anlaşılabilirlik oranları y düzlemine yerleştirildi. Eğimi hesaplanacak olan bir sözcüğün iki türevinden, frekans bandı dar olanının anlaşılabilirlik oranı “ y_1 ” ile, bu türevin frekans bandının yüksek kesme frekansı ise “ x_1 ” ile; aynı şekilde frekans bandı geniş olanının anlaşılabilirlik oranı “ y_2 ” ile, bu türevin frekans bandının yüksek kesme frekansı ise “ x_2 ” ile gösterildi.

Bir sözcüğün herhangi bir türevinin anlaşılabilirlik oranının sahip olabileceği en yüksek değer 1 iken en düşük değer 0 idi. Bu nedenle formülde yer alan $(y_2 - y_1)$ 'in alabileceği değerler 1 ile -1 aralığında yer alabilirdi. Eğimi hesaplanan iki sözcük türevinin yüksek kesme frekansları arasındaki fark (“ $x_2 - x_1$ ” değeri) oktav cinsinden ele alındı. Bu değer 250-1000 Hz frekans bandı için 2 iken, 1000-1500 Hz, 1500-2000 Hz, 2000-3000 Hz, 3000-4000 Hz, 4000-6000 Hz ve 6000-8000 Hz frekans bantları için $\frac{1}{2}$ ve 3000-6000 Hz frekans bandı için 1 idi. Dolayısıyla, sözcüklerin 2 oktav genişlikteki frekans bandındaki eğim aralıkları 0,5 ile -0,5 aralığında, $\frac{1}{2}$ oktav genişliğindeki frekans bantları için eğim aralıkları 2 ile -2 aralığında ve 1 oktav genişliğindeki frekans bandı için eğim aralığı 1 ile -1 aralığında yer alabilirdi.

Bir sözcüğün herhangi bir frekans bandında oluşturduğu eğimin saptanmasında, hesaplamada kullanılmayan diğer türevlerine ait anlaşılabilirlik oranlarının katkısının alınabilmesi için eğim formülü şu şekilde uyarlandı:

$$m \text{ (uyarlama)} = \left[\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \right] [(1 - y_a) (1 - y_b) (1 - y_c)] [(y_k) (y_l) (y_m) (y_n)]$$

Yukarıdaki formülde yer alan y_a, y_b ve y_c , frekans bandı y_1 'den dar olan türevlerin anlaşılabilirlik oranlarını; y_k, y_l, y_m ve y_n frekans bandı y_2 'den geniş olan türevlerin anlaşılabilirlik oranlarını temsil etmekteydi. Çarpma işleminde “0” yutan eleman olduğundan, $y_k, y_l, y_m, y_n, (1 - y_a), (1 - y_b)$ ve $(1 - y_c)$ değerlerinden 0 olanlar, yine 0'a yakın olan 0.00001 değeriyle değiştirilerek çarpım sonucunun 0'laşması engellendi.

Yukarıda belirtilen frekans bantlarının birinde, eğim oranı yüksek saptanan bir sözcüğün iki türevinden frekans bandı daha geniş olanı, kendi frekans bandına özgü alt testin konuşma materyali olmaya aday olarak belirlendi. Yüksek eğim oranına sahip konuşma materyallerinin seçiminde bir kesme değeri kullanıldı. Bu değer, bir frekans bandında elde edilebilecek en yüksek eğim oranının yarısı olarak kabul edildi. Uyarlanmış eğim formülünün her bir frekans bandına özgü dönüştürülmüş formu ve bu frekans bantlarında yüksek eğime sahip sözcük türevlerinin belirlenmesinde kullanılan kesme değerleri tablo 8'de gösterildi

Tablo 8. Genel eğim formülünün çeşitli frekans bantlarına özgü uyarlanmış formları ve yüksek eğim oranına sahip sözcük türevlerinin belirlenmesinde kullanılan kesme oranları.

Frekans bandı (Hz)	Seslendiren	Bant genişliği (oktav)	Frekans bandına özgü uyarlanmış genel eğim formülü	Kesme değeri
250-1000	Yetişkin	2	$\left[\frac{y_{1000} - 0}{2} \right] [(y_{1500 \text{ Hz}}) (y_{2000 \text{ Hz}}) (Y_{3000 \text{ Hz}}) (Y_{4000 \text{ Hz}})]$	0,25
1000-1500	Yetişkin	½	$\left[\frac{y_{1500} - y_{1000}}{1/2} \right] [(y_{2000 \text{ Hz}})(Y_{3000 \text{ Hz}})(Y_{4000 \text{ Hz}})]$	1
1500-2000	Yetişkin	½	$\left[\frac{y_{2000} - y_{1500}}{1/2} \right] [(1 - y_{1000 \text{ Hz}}) [(Y_{3000 \text{ Hz}}) (Y_{4000 \text{ Hz}})]]$	1
2000-3000	Yetişkin	½	$\left[\frac{y_{3000} - y_{2000}}{1/2} \right] [(1 - y_{1000 \text{ Hz}})(1 - y_{1500 \text{ Hz}}) [(Y_{4000 \text{ Hz}})]]$	1
2000-3000	Çocuk	½	$\left[\frac{y_{3000} - y_{2000}}{1/2} \right] [(Y_{4000 \text{ Hz}})(Y_{6000 \text{ Hz}})(Y_{8000 \text{ Hz}})]$	1
3000-4000	Yetişkin	½	$\left[\frac{y_{4000} - y_{3000}}{1/2} \right] [(1 - y_{1000 \text{ Hz}})(1 - y_{1500 \text{ Hz}})(1 - y_{2000 \text{ Hz}})]$	1
3000-4000	Çocuk	½	$\left[\frac{y_{4000} - y_{3000}}{1/2} \right] [(1 - y_{2000 \text{ Hz}}) [(Y_{6000 \text{ Hz}})(Y_{8000 \text{ Hz}})]]$	1
4000-6000	Çocuk	½	$\left[\frac{y_{6000} - y_{4000}}{1/2} \right] [(1 - y_{2000 \text{ Hz}})(1 - y_{3000 \text{ Hz}}) [(Y_{8000 \text{ Hz}})]]$	1
250-8000	Çocuk	½	$\left[\frac{y_{8000} - y_{6000}}{1/2} \right] [(1 - y_{2000 \text{ Hz}})(1 - y_{3000 \text{ Hz}})(1 - y_{4000 \text{ Hz}})]$	1
3000-6000	Çocuk	1	$\left[\frac{y_{6000} - y_{3000}}{1/2} \right] [(1 - y_{2000 \text{ Hz}}) [(Y_{8000 \text{ Hz}})]]$	0,5

3.8.3. Yetişkin Erkek ve Çocuk Sesinin Anlaşılabilirliklerinin Filtrelemeden Etkilenme Oranlarının Karşılaştırılması

Yetişkin erkek ve çocuk sesinin anlaşılabilirliklerinin filtrelemeden etkilenme oranlarının karşılaştırılabilmesi için, her iki listede ortak kullanılan sözcükler belirlendi. Karşılaştırma için her iki listede ortak kullanılan ve 250-4000 Hz filtre bantlı türevlerinin anlaşılabilirlik oranı 0,8'in üzerinde olan sözcükler seçildi. Karşılaştırma, sözcüklerin 250 – 2000 Hz, 250 – 3000 Hz ve 250 – 4000 Hz filtre bantlı türevlerinin anlaşılabilirlik oranlarıyla yapıldı. Veri sayısı 200'ün altında kaldığı için normal dağılım hesaplamasında Shapiro-Wilk Testi uygulandı.

Veriler normal dağılım göstermediği için ($P<0,05$) gruplar arasında farklılaşma olup olmadığının analizi Wilcoxon İşaretli Sıralar Testiyle yapıldı.

3.9. Araştırmanın sınırlılıkları

Araştırmada elde edilen veriler sınırlı bir yaş grubundan, 18-30 yaş aralığındaki bireylerden toplanmıştır.

3.10. Etik Kurul Onayı

Çalışmaya başlamadan önce Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi (DEÜTF) Etik Kurulu'ndan 23.06.2010 tarih ve 2010/05-09 no'lu toplantısında; 99-İOC/2010 protokolü ile onay alındı. Çalışmaya katılan her bir bireye bilgilendirilmiş onam formu imzalatıldı.

4. BULGULAR

4.1. Katılımcıların Özellikleri

Araştırmaya 120 birey katıldı. Katılımcıların 68'i kadın, 52'si erkekti. Altmış birinin sağ kulağı, elli dokuzunun ise sol kulağı araştırmaya alındı. Araştırmaya katılan bireylerin listelere göre yaş, cinsiyet ve test kulağı bilgileri tablo 9'da verildi.

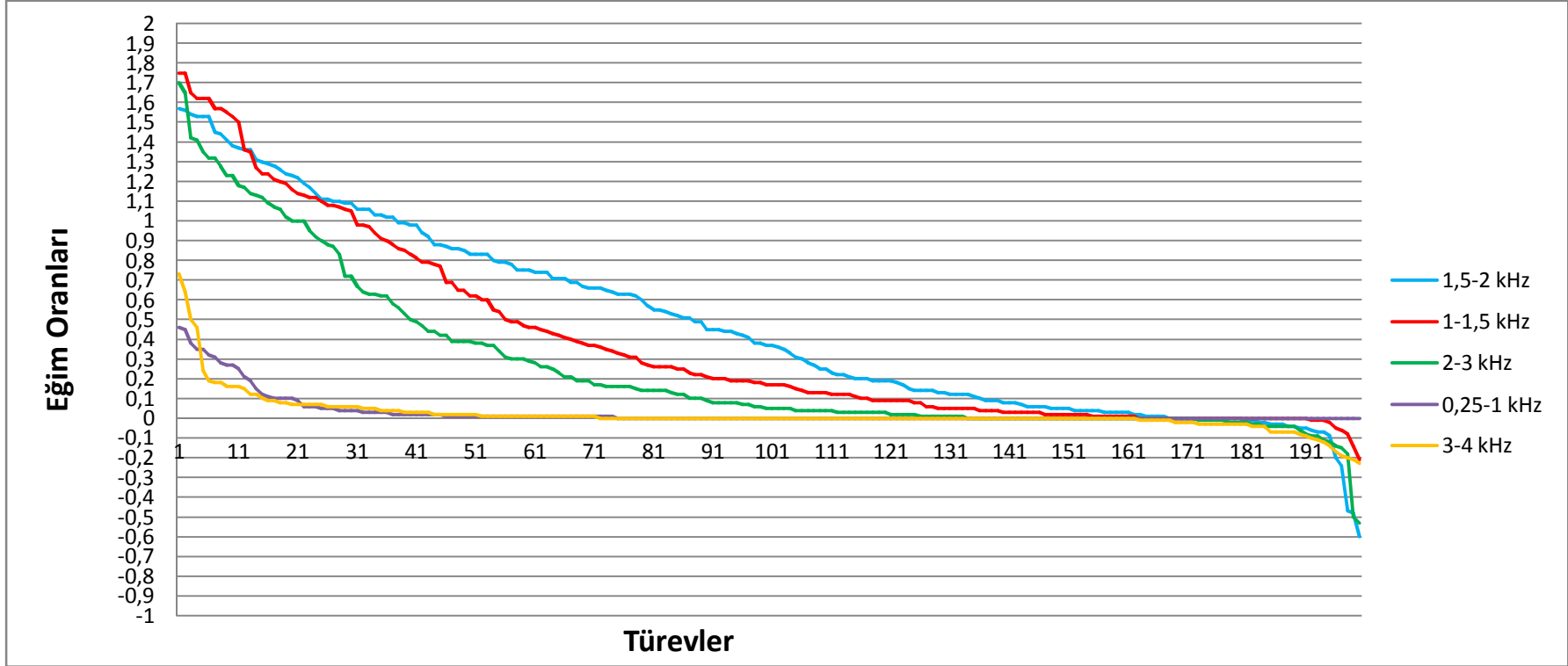
Tablo 9. Katılımcıların listelere göre yaş ortalamaları, cinsiyet ve test kulağı dağılımları.

Grup	Cinsiyet		Yaş ortalaması ve standart sapma (yıl)	Test Kulağı	
	Kadın	Erkek		Sağ	Sol
Yetişkin Liste 1	22	18	22,25±4,20	20	20
Yetişkin Liste 2	23	17	22,78±4,06	22	18
Çocuk Liste	23	17	22,38±3,83	19	21

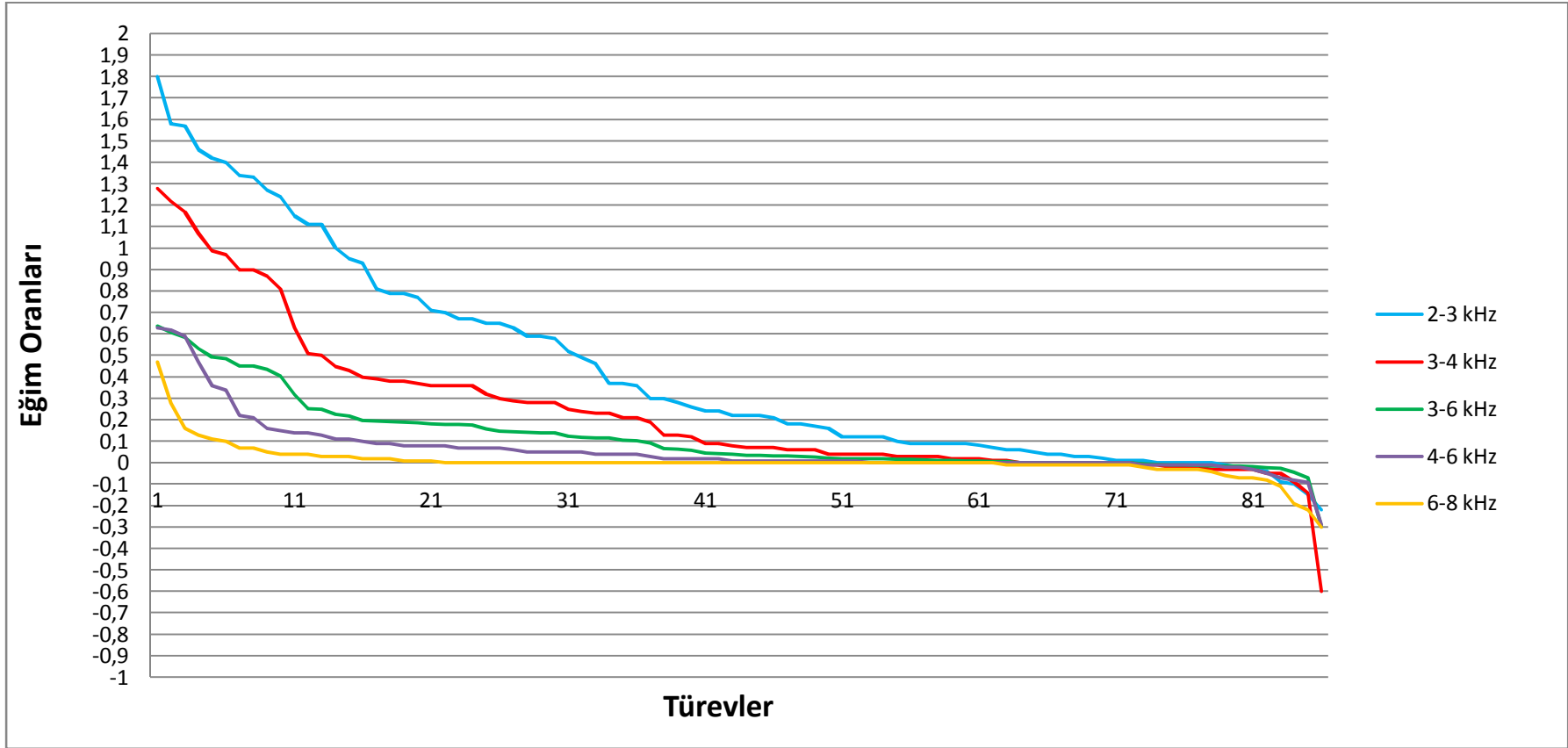
4.2. Eğim Oranları

Yetişkin sesli sözcüklerin 250-1000 Hz, 1000-1500 Hz, 1500-2000 Hz, 2000-3000 Hz, 3000-4000 Hz; çocuk sesli sözcüklerin 2000-3000 Hz, 3000-4000 Hz, 3000-6000 Hz, 4000-6000 Hz, 6000-8000 Hz frekans bantlarında oluşturdukları eğim oranları belirlendi. Bu oranların yetişkin sesli sözcüklerdeki dağılımı şekil 11'de, çocuk sesli sözcüklerdeki dağılımı şekil 12'de gösterildi.

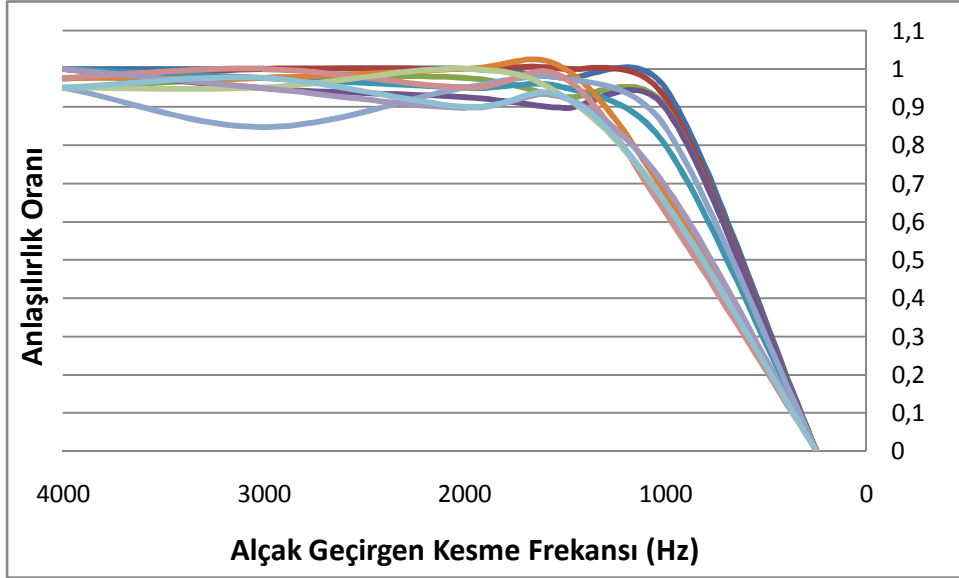
250-1000 Hz, 250-1500 Hz, 250-2000 Hz, 250-3000 Hz, 250-4000 Hz ve 250-6000 Hz frekans bantlarına özgü konuşma materyali olmaya aday, yüksek eğim oranlı türeve sahip sözcüklerin 5 farklı filtre bandındaki anlaşılabilirlik oranları ve oranlardan elde edilen eğim oranları Ek 1'de yer alan tablo 14, tablo 15, tablo 16, tablo 17, tablo 18, tablo 19 ve tablo 20'de; bu sözcüklerin 5 farklı filtre bandındaki anlaşılabilirlik oranlarından elde edilen eğim grafikleri şekil 13, şekil 14, şekil 15, şekil 16, şekil 17, şekil 18 ve şekil 19'da gösterildi.



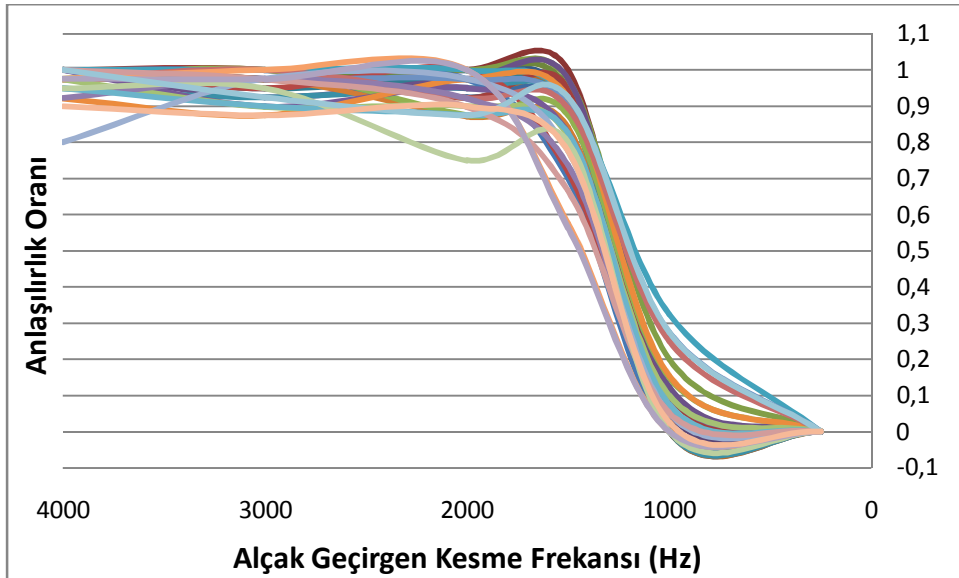
Şekil 11. Yetişkin sesiyle kaydedilmiş sözcüklerin 5 ayrı frekans bandında filtrelenmeleri sonucunda anlaşılabilirlik oranlarındaki değişimlerden elde edilen eğim oranları. Grafikler sözcüklerin filtrelenmiş türevlerinin 5 ayrı frekans bandındaki eğim oranlarını göstermektedir. Bunlar renklerine göre yukarıdan aşağıya; açık mavi 1,5-2 kHz, kırmızı 1-1,5 kHz, yeşil 2-3 kHz, lacivert 0,25-1 kHz ve sarı 3-4 kHz şeklinde sıralanmıştır. Şeklin dikey eksenini eğim oranlarını; yatay eksenini de türevlerinin sayısını, eğim oranları büyükten küçüğe doğru sıralanmış olarak göstermektedir. 0,25-1 kHz’de alınabilecek en yüksek eğim oranı 0,5’ken diğer bantlarda bu oran 2’dir.



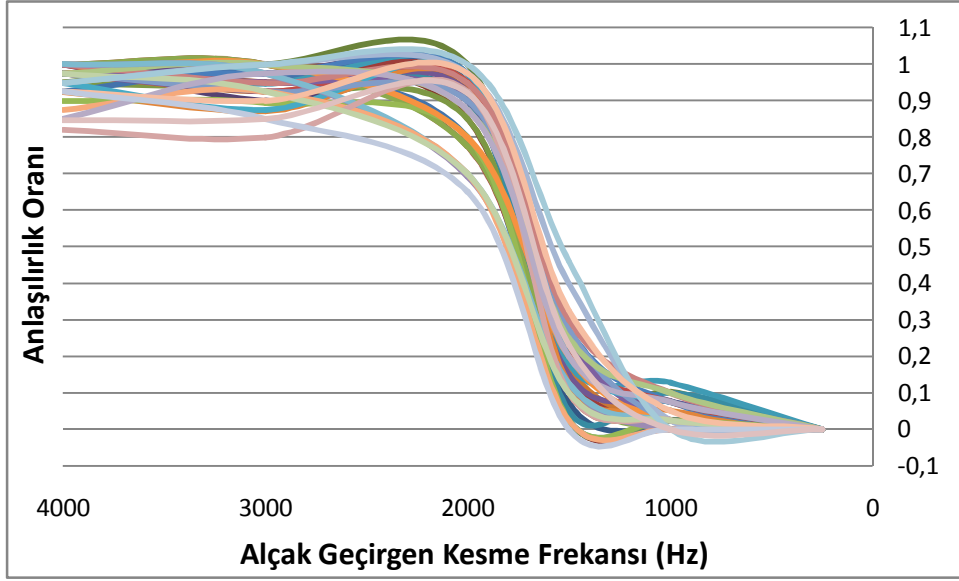
Şekil 12. Çocuk sesiyle kaydedilmiş sözcüklerin 5 ayrı frekans bandında filtrelenmeleri sonucunda anlaşılabilirlik oranlarındaki değişimlerden elde edilen eğim oranları. Grafikler sözcüklerin filtrelenmiş türevlerinin 5 ayrı frekans bandındaki eğim oranlarını göstermektedir. Bunlar renklerine göre yukardan aşağıya; açık mavi 2-3 kHz, kırmızı 3-4 kHz, yeşil 3-6 kHz, lacivert 4-6 kHz ve sarı 6-8 kHz şeklinde sıralanmıştır. Şeklin dikey eksenini eğim oranlarını; yatay eksenini de türevlerinin sayısını, eğim oranları büyükten küçüğe doğru sıralanmış olarak göstermektedir. 3-6 kHz’de alınabilecek en yüksek eğim oranı 1’ken diğer bantlarda bu oran 2’dir.



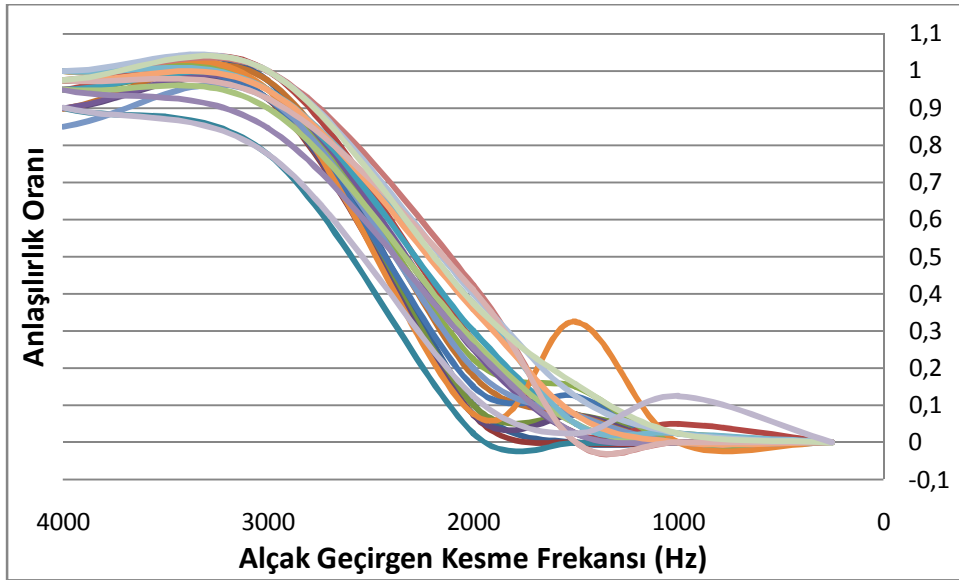
Şekil 13. Hesaplama sırasında 250-1000 Hz frekans bandında 0,25 ve üzeri eğim oranı saptanan yetişkin sesli 11 sözcüğe uygulanan bant geçirgen filtreleme işleminde, filtre bandının darlaşmasına bağlı olarak sözcüklerin anlaşılabilirlik oranlarında görülen değişim. Bant geçirgen filtrenin yüksek geçirgen kesme frekansı sabit 250 Hz iken alçak geçirgen kesme frekansları 4000, 3000, 2000, 1500 ve 1000 Hz'dir.



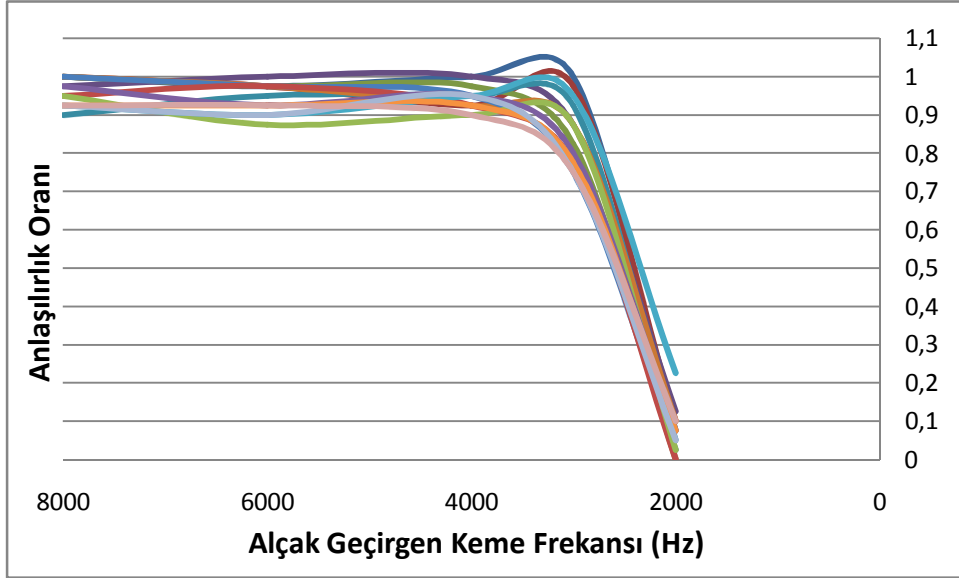
Şekil 14. Hesaplama sırasında 1000-1500 Hz frekans bandında 1 ve üzeri eğim oranı saptanan yetişkin sesli 30 sözcüğe uygulanan bant geçirgen filtreleme işleminde, filtre bandının darlaşmasına bağlı olarak sözcüklerin anlaşılabilirlik oranlarında görülen değişim. Bant geçirgen filtrenin yüksek geçirgen kesme frekansı sabit 250 Hz iken alçak geçirgen kesme frekansları 4000, 3000, 2000, 1500 ve 1000 Hz'dir.



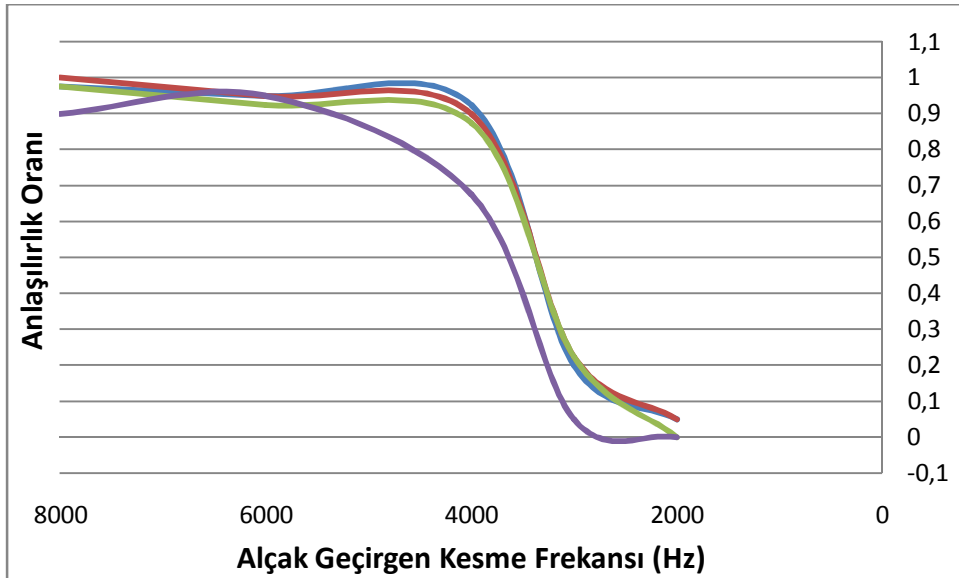
Şekil 15. Hesaplama sırasında 1500-2000 Hz frekans bandında 1 ve üzeri eğim oranı saptanan yetişkin sesli 37 sözcüğe uygulanan bant geçirgen filtreleme işleminde, filtre bandının darlaşmasına bağlı olarak sözcüklerin anlaşılabilirlik oranlarında görülen değişim. Bant geçirgen filtrenin yüksek geçirgen kesme frekansı sabit 250 Hz iken alçak geçirgen kesme frekansları 4000, 3000, 2000, 1500 ve 1000 Hz'dir.



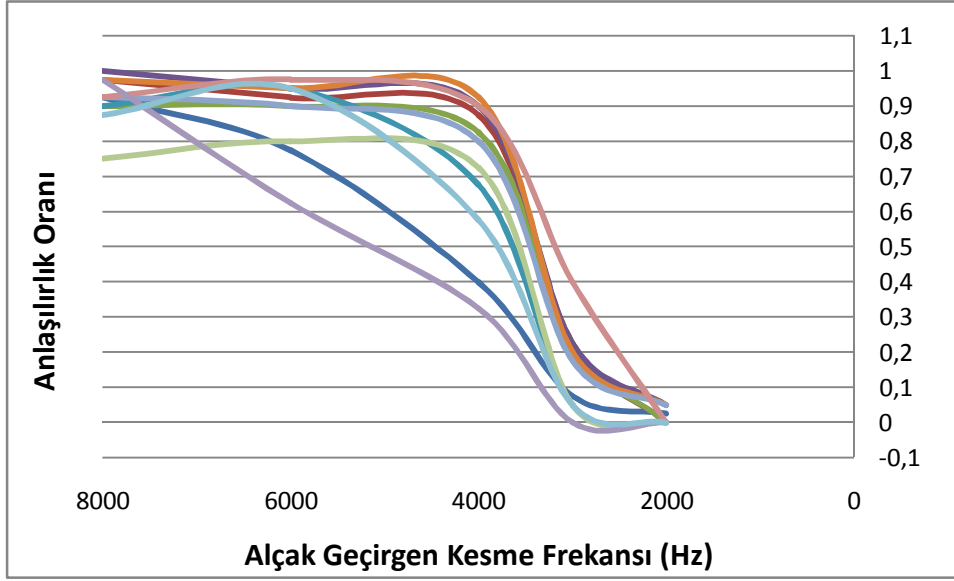
Şekil 16. Hesaplama sırasında 2000-3000 Hz frekans bandında 1 ve üzeri eğim oranı saptanan yetişkin sesli 22 sözcüğe uygulanan bant geçirgen filtreleme işleminde, filtre bandının darlaşmasına bağlı olarak sözcüklerin anlaşılabilirlik oranlarında görülen değişim. Bant geçirgen filtrenin yüksek geçirgen kesme frekansı sabit 250 Hz iken alçak geçirgen kesme frekansları 4000, 3000, 2000, 1500 ve 1000 Hz'dir.



Şekil 17. Hesaplama sırasında 2000-3000 Hz frekans bandında 1 ve üzeri eğim oranı saptanan çocuk sesli 14 sözcüğe uygulanan bant geçirgen filtreleme işleminde, filtre bandının darlaşmasına bağlı olarak sözcüklerin anlaşılabilirlik oranlarında görülen değişim. Bant geçirgen filtrenin yüksek geçirgen kesme frekansı sabit 250 Hz iken alçak geçirgen kesme frekansları 8000, 6000, 4000, 3000 ve 2000 Hz'dir.



Şekil 18. Hesaplama sırasında 3000-4000 Hz frekans bandında 1 ve üzeri eğim oranı saptanan çocuk sesli 4 sözcüğe uygulanan bant geçirgen filtreleme işleminde, filtre bandının darlaşmasına bağlı olarak sözcüklerin anlaşılabilirlik oranlarında görülen değişim. Bant geçirgen filtrenin yüksek geçirgen kesme frekansı sabit 250 Hz iken alçak geçirgen kesme frekansları 8000, 6000, 4000, 3000 ve 2000 Hz'dir.



Şekil 19. Hesaplama sırasında 3000-6000 Hz frekans bandında 0.5 ve üzeri eğim oranı saptanan çocuk sesli 11 sözcüğe uygulanan bant geçirgen filtreleme işleminde, filtre bandının darlaşmasına bağlı olarak sözcüklerin anlaşılabilirlik oranlarında görülen değişim. Bant geçirgen filtrenin yüksek geçirgen kesme frekansı sabit 250 Hz iken alçak geçirgen kesme frekansları 8000, 6000, 4000, 3000 ve 2000 Hz'dir.

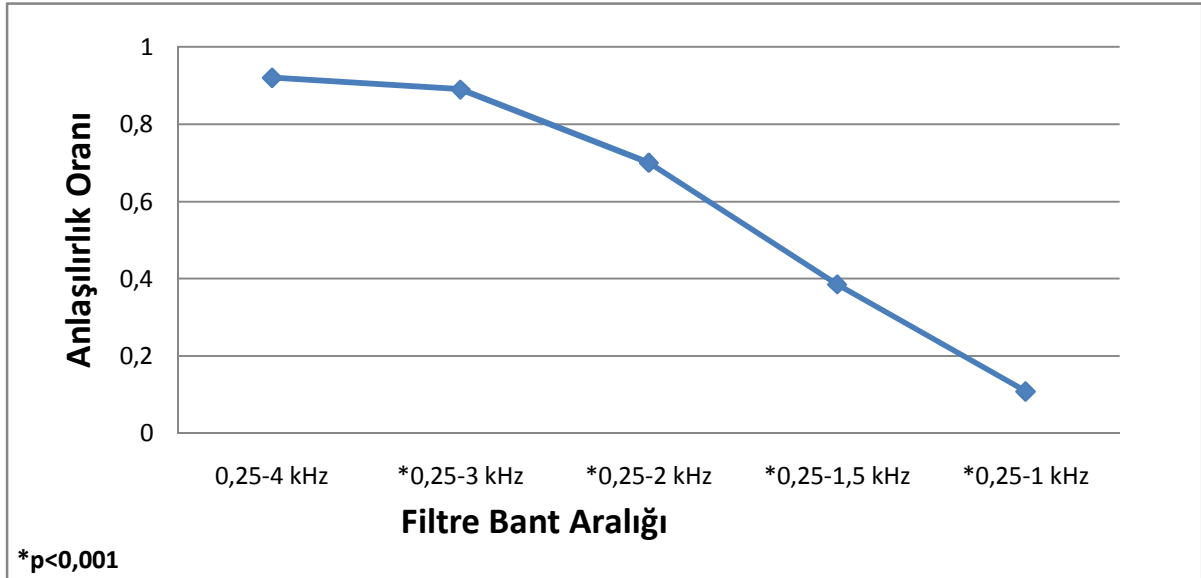
4.3. Filtrelemenin Etkisi

Bant geçirgen filtrelemede alçak geçirgen kesme frekansının düşürülmesiyle sözcük anlaşılabilirliği arasındaki ilişki yetişkin ve çocuk sesli kayıtlarda ayrı ayrı incelendi. Yetişkin erkek sesinin kullanıldığı sözcüklerde alçak geçirgen kesme frekansı 4 kHz'den 3 kHz'ye, 3 kHz'den 2 kHz'ye, 2 kHz'den 1,5 kHz'ye ve 1,5 kHz'den 1 kHz'ye düşürüldüğünde, kız çocuğu sesinin kullanıldığı sözcüklerde alçak geçirgen kesme frekansı 8 kHz'den 6 kHz'ye, 6 kHz'den 4 kHz'ye, 4 kHz'den 3 kHz'ye ve 3 kHz'den 2 kHz'ye düşürüldüğünde sözcüklerin anlaşılabilirlik ortalamaları düşüyordu (bkz. tablo 10). Anlaşılabilirliklerinde sorun bulunan kayıtları belirlemek üzere, yetişkin sesinin kullanıldığı kayıtlarda, 250-4000 Hz frekans bandında filtreden geçirilmiş sözcüklerin anlaşılabilirlik ortalamasının 2 standart sapma altı olan 0,50; kız çocuğu sesinin kullanıldığı kayıtlarda, anlaşılabilirlik ortalamasının 2 standart sapma altı olan 0,35 oranının altında bir değerde anlaşılabilirliğe sahip yetişkin sesli kayıtlarda 13, çocuk sesli kayıtlarda 6 sözcük listeden çıkartıldı ve düzeltilmiş haliyle yeniden ortalamaları alındı. Ortalamalarda gözlenen düşüş Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonucuna göre anlamlıydı (8

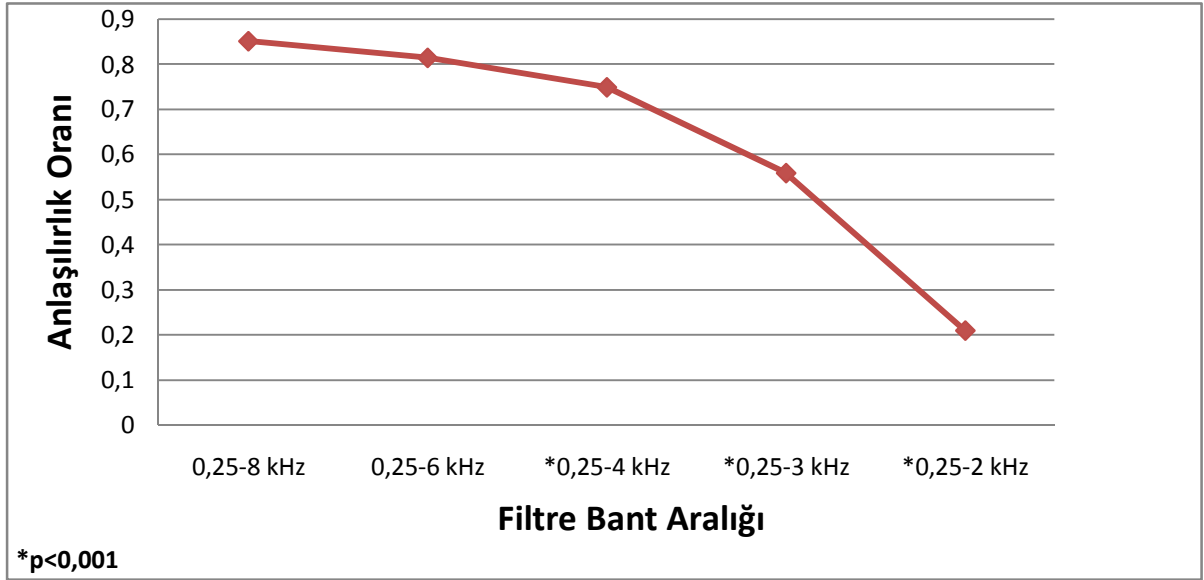
kHz'den 6 kHz'ye düşüş için p değeri = 0,016; diğer tüm p değerleri <0,001). Düzeltilmiş haliyle oranlar şekil 20 ve şekil 21'de gösterildi.

Tablo 10. Bant geçirgen filtrelemede, alçak geçirgen kesme frekansının düşürülmesiyle sözcük anlaşılrlığında meydana gelen değişmeler.

Seslendiren	Filtre bant aralığı	Sözcük sayısı	Anlaşılrlık ortalaması	Standart sapma
Yetişkin erkek	250 -4000 Hz	200	0,88	0,19
Yetişkin erkek	250 -3000 HZ	200	0,86	0,18
Yetişkin erkek	250 - 2000 Hz	200	0,68	0,29
Yetişkin erkek	250 - 1500 Hz	200	0,37	0,34
Yetişkin erkek	250 - 1000 Hz	200	0,10	0,19
Kız çocuğu	250 -8000 Hz	86	0,80	0,22
Kız çocuğu	250 -6000 HZ	86	0,78	0,21
Kız çocuğu	250 - 4000 Hz	86	0,71	0,24
Kız çocuğu	250 - 3000 Hz	86	0,53	0,29
Kız çocuğu	250 - 2000 Hz	86	0,20	0,25

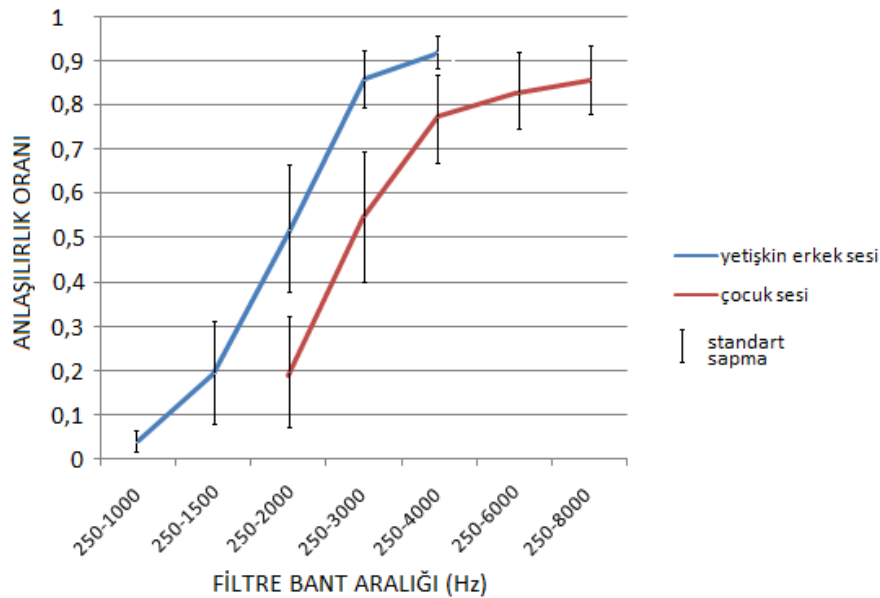


Şekil 20. Yetişkin erkek sesiyle kaydedilmiş 187 sözcüğün çeşitli bant geçirgen filtre aralıklarında anlaşılrlık oranları.



Şekil 21. Kız çocuğu sesiyle kaydedilmiş 79 sözcüğün çeşitli bant geçiren filtre aralıklarında anlaşılabilirlik oranları.

Yetişkin erkek ve çocuk sesinin anlaşılabilirliklerinin filtrelemeden etkilenme oranları karşılaştırması, her iki listede ortak kullanılan sözcüklerin ortak kullanılan 250 – 2000 Hz, 250 – 3000 Hz ve 250 – 4000 Hz filtre bantlarındaki anlaşılabilirlik oranlarıyla yapıldı. Yetişkin ve çocuk sesleriyle kaydedilmiş 44 sözcüğün bu üç banttaki anlaşılabilirlik ortalamaları şekil 22’de gösterildi.



Şekil 22. Çocuk ve yetişkin sesleriyle kaydedilmiş filtreli sözcüklerin anlaşılabilirliklerinin karşılaştırılması.

Yetişkin sesiyle kaydedilmiş sözcüklerin en geniş spektrumu olan 250-4000 Hz frekans bandındaki anlaşılabilirlik oranlarıyla çocuk sesiyle kaydedilmiş sözcüklerin en geniş spektrumu olan 250 – 8000 Hz frekans bandındaki anlaşılabilirlik oranları arasında Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonucuna göre anlamlı farklılık saptandı ($p<0,001$). Buna göre 250-8000 Hz frekans bandında çocuk sesli sözcüklerin anlaşılabilirlik oranı, 250-4000 Hz frekans bandı yetişkin sesli sözcüklerden anlamlı olarak daha düşüktü. Seslendirme özelliklerinden kaynaklanan farklılıkların kontrol edilebilmesi için, 250-4000 Hz frekans bandında anlaşılabilirlik oranları düşük olan ($< 0,8$) 20 sözcük dışlanarak analize 24 sözcük alındı. Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonucuna göre, bu elemelerden sonra yetişkin ve çocuk sesiyle kaydedilmiş sözcüklerin 250-4000 Hz frekans bandındaki anlaşılabilirlik oranlarında anlamlı farklılık bulunmuyordu. Ancak, 250-3000 Hz ve 250-2000 Hz bant aralıklarında çocuk sesli sözcüklerin anlaşılabilirliği yetişkin seslilere göre anlamlı olarak azalıyordu (250-3000 Hz bant aralığında $p<0,01$; 250-2000 Hz bant aralığında $p<0,001$) (bkz. şekil 23).



Şekil 23. Çocuk ve yetişkin seslerinin alçak geçirgen filtrelemeden etkilenme oranlarının karşılaştırılması. Analiz için hem yetişkin hem de çocuk sesiyle kaydedilmiş, 250-4000 Hz frekans bandında anlaşılabilirlik oranı 0,80 ve üzeri olan 24 ortak sözcük alındı.

Yetişkin sesli listede yer alan ve her iki fonemi de tonsuz (sert) ünsüz olan sözcükler belirlendi. Bu sözcüklerin çeşitli frekans bantlarında bant geçirgen filtrelenmiş türevlerinin anlaşılabilirlik oranlarının ortalamaları tablo 11’de gösterildi.

Tablo 11. Yetişkin sesli listede yer alan her iki ünsüz fonemi de tonsuz olan (sert ünsüz) 38 sözcüğün filtre frekans bandına göre anlaşılabilirlik ortalamaları.

Frekans aralığı	Ortalama	En yüksek anlaşılabilirlik oranı
250-1000 Hz	0,03	0,23
250-1500 Hz	0,22	0,9
250-2000 Hz	0,60	1
250-3000 Hz	0,84	1
250-4000 Hz	0,88	1

5. TARTIŞMA

İşitme kaybının etkileri iki temel faktöre indirgenebilir. Bunlar işitme duyarlılığının düşmesiyle karakterize olan işitilebilirlik faktörü ve işitilen sesin netliğindeki bozulmayla karakterize olan distorsiyon faktörleridir. Saf ses odyometri testiyle işitme eşikleri saptanarak, işitilebilirlik faktörünün etkisi frekansa özgü olarak değerlendirilebilir. Ancak, saf seslerle yapılan bu testle distorsiyon faktörünü değerlendirebilmek çok olanaklı değildir. Bu faktörün en iyi şekilde değerlendirildiği yöntem eşik üstü konuşma testleridir. Test uyararı olarak konuşma sesinin kullanıldığı bu testler, konuşma sesinin doğal yapısına bağlı olarak frekansa özgü değerlendirme yapmaya pek elverişli değildir. Özellikle işitme cihazı denemelerinde amplifikasyon kazancının daha hassas yöntemlerle değerlendirilebilmesi için konuşmayı anlama becerisinin frekansa özgü olarak değerlendirilebilmesi önemli bir gereksinim oluşturmuştur (4,28, 62,63).

Bu araştırmada, sensorinöral işitme kayıplı bireylerin sözcük tanıma becerilerini frekansa özgü olarak değerlendirebilecek özellikte materyal geliştirmek amaçlandı. Bu materyal şu varsayımlardan yola çıkılarak hazırlandı: Normal işitenler tarafından doğru tekrarlanmasına yetecek en küçük frekans aralığında filtrelenerek fazlalık spektral bilgisi en düşük düzeye getirilmiş bir sözcük kaydı, işitilebilir koşullarda herhangi bir kişi tarafından doğru tekrar edilemiyorsa, bu bulgu o kişinin, o frekans bandına özgü olarak sözcük tanıma becerisinde bir sorun olduğunu gösterebilir. Eğer sözcüklerin anlaşılabilmesi için gerekli olan en küçük frekans aralığı, farklı fonemik yapıları gereği birbirlerinininkinden farklılaşıyorsa, değişik frekans bantlarına duyarlı sözcük tanıma materyalleri geliştirilebilir. Araştırmada bu varsayımlardan yola çıkılarak, her biri farklı bir frekans bandında anlaşılır olan, ancak bant aralığı belirli bir oranda darlaştığında anlaşılabilirliklerini kaybeden konuşma materyalleri geliştirildi. Bu materyallerin ortak yönü, anlaşılabilirlikleri için spektrumlarındaki tüm bilginin algılanmasının gerekli olduğunun belirlenmiş olmasıydı.

Araştırmada 200'ü yetişkin, 86'sı çocuk tarafından seslendirilmiş sözcük kayıtlarının, anlaşılabilirlikleri için gerekli olan en dar frekans bandı belirlendi. Bunun için, frekans etki alanlı filtreleme işlemiyle, her bir sözcük kaydının spektrumu 5 farklı genişlikte daraltılarak 5 adet türevi elde edildi. Ardından, bu türevler normal işiten genç yetişkin bireylere dinletilerek her birinin anlaşılabilirlik oranları elde edildi. Böylelikle her bir sözcüğün hangi spektral aralığa

kadar anlaşılabilirliğini koruduğu ve anlaşılabilirlik oranlarının nasıl bir eğimle düştüğü belirlenmiş oldu.

Filtreleme işleminde bant geçiren filtre kullanıldı. Kullanılan filtre bantları yetişkin sesli sözcük kayıtlarında 250-4000 Hz, 250-3000 Hz, 250-2000 Hz, 250-1500 Hz ve 250-1000 Hz iken çocuk sesli sözcük kayıtlarında 250-8000 Hz, 250-6000 Hz, 250-4000 Hz, 250-3000 Hz ve 250-2000 Hz idi. Filtrenin sabit 250 Hz yüksek geçiren kesme işlemiyle, konuşmanın anlaşılmasında öneme sahip olmayan bir bölge sözcük spektrumlarından çıkartılırken, 1000 Hz'ye ulaşan alçak geçiren kesme işlemiyle ise, konuşmanın anlaşılabilirliğinde kritik öneme sahip frekans aralığının büyük bölümü spektrumlardan çıkartılmış oldu (53,54,55).

French ve Steinberg'in çalışması (53), konuşma seslerinin hem alçak geçiren filtrelemeyle yüksekte alçağa doğru hem de yüksek geçiren filtrelemeyle alçaktan yükseğe doğru filtrelendiğinde tedrici olarak anlaşılabilirliğini kaybettiğini gösteriyordu (bkz. şekil 8). Bu çalışmada, sözcük kayıtlarının spektrumları yüksek frekanslardan alçak frekanslara doğru daraltılarak anlaşılabilirlikleri için gerekli olan frekans bantları araştırıldı. Yüksek frekanslardan alçak frekanslara doğru daraltma işlemiyle, etki alanı yüksek frekanslarda olan işitsel patolojilerin değerlendirilmesi amaçlandı. Bu tercihin nedeni sensorinöral işitme kaybının en yaygın görülen konfigürasyonunun yüksek frekansların tutulduğu patolojiler olmasıydı (65). Bu tercihin bir sonucu olarak, bir sözcük kaydının anlaşılabilirliği için gerekli olan en dar frekans bandının yüksek frekanslı bölgesi alçak frekanslı bölgeye göre daha önemli hale geldi. Örneğin, x sözcüğünün anlaşılabilirlik oranlarının 0.25-4 kHz'de 1, 0.25-3 kHz'de 0, 0.25-2 kHz'de 0, 0.25-1.5 kHz'de 0 ve 0.25-1 kHz'de 0 olduğu varsayıldığında, x sözcüğünün anlaşılabilirliği için gerekli olan frekans aralığı 0.25-3 kHz olacaktır. X sözcüğünün anlaşılabilirliği için gerekli olan bandın 3 kHz'ye yakın olan yukarı kısmının önemi net olarak ortaya konmuştur. Çünkü sözcük 0.25-3 kHz'de tam olarak anlaşılırken, 0.25-2 kHz'de anlaşılır değildir. Bandın 250 Hz'ye yakın olan aşağı kısmının anlaşılabilirliğe katkısı ise araştırılmamıştır. Bunun nedeni, yukarıda da belirtildiği üzere işitsel patolojilerin genelde yüksek frekanslardan alçak frekanslara doğru ilerleyerek varlık göstermesiydi. O halde, x sözcüğü anlaşılabilirliği için gerekli olan en dar aralık olan 0.25-3 kHz frekans bandında sunulduğunda, bu bandın içerisinde yer alan yüksek frekanslı öğelerin algılanamamasına yol açan işitsel bir patolojinin varlığı durumunda, sözcüğün doğru tekrarlanamaması beklenecektir.

Sözcüklerin farklı fonemik özellikleri ve seslendirici farklılığı anlaşılabilirlik için gerekli olan en dar frekans aralığının değişmesine yol açıyordu. Bu sayede, anlaşılabilirlik için gerekli olan en dar frekans aralığı 0.25-1 kHz, 0.25-1.5 kHz, 0.25- 2 kHz, 0.25-3 kHz, 0.25-4 kHz ve 0.25- 6 kHz frekans bantlarından biri olan konuşma materyalleri elde edildi. Tüm bunlar göz önüne alındığında, yüksek frekanslarda işitme kaybı bulunan bir kişinin, kayba yol açan patolojisi sözcük tanıma becerisini etkileyecek düzeydeyse, bu kişinin anlaşılabilirliği için gerekli olan en dar frekans aralığı 0.25-1 kHz veya 0.25-1.5 kHz gibi alçak frekanslarda yer alan konuşma materyallerini doğru tekrarlaması; 0.25-4 kHz veya 0.25-6 kHz gibi yüksek frekanslarda yer alan konuşma materyallerini tekrarlamada hata yapması beklenir.

Frekansa özgü değerlendirme yapması amaçlanan bu testin, patolojik olanı patolojik olmayandan ayırt edebilmesi için seçicilik ve duyarlılık gücünün yüksek olması gereklidir. Bir testin saptadığı “gerçek negatif” oranıyla ilişkili bir faktör olan seçicilik oranının yükseltilmesi o testin saptadığı “yalancı pozitif” sayısının düşürülmesiyle sağlanır (66). Bir türevin anlaşılabilirlik oranının düşük olması, “normaller” tarafından zor tekrar edildiğini gösterdiğinden, böyle bir test materyali “yalancı pozitif” sayısını yükseltme potansiyeline sahiptir. Bu nedenle, konuşma materyali olarak anlaşılabilirlik oranı yüksek türevlerin kullanılmasıyla testin seçicilik gücünün artacağı öngörüldü.

Duyarlılık ise bir testin saptadığı “gerçek pozitif” sayısı ile ilişkilidir. Duyarlılığının yükselmesi, o testin “yalancı negatif” sayısını düşürür (66). Test materyali olarak seçilecek yüksek anlaşılabilirlik oranına sahip bir türev, frekans bandı daraltıldığında anlaşılabilirliğini çok kaybetmiyorsa, bu materyalin frekans bandında patolojisi bulunan, ancak bir alt bantta patolojisi bulunmayan kişi tarafından doğru tekrarlanma olasılığı vardır. Bu materyalin bir alt banttaki anlaşılabilirlik oranı yüksekse bu hastanın “yanlış negatif” tanı alma olasılığı artacaktır. Bu nedenle, konuşma materyali olarak alt banttaki anlaşılabilirlik oranları düşük türevlerin kullanılmasıyla, testin duyarlılık gücünün artacağı öngörüldü.

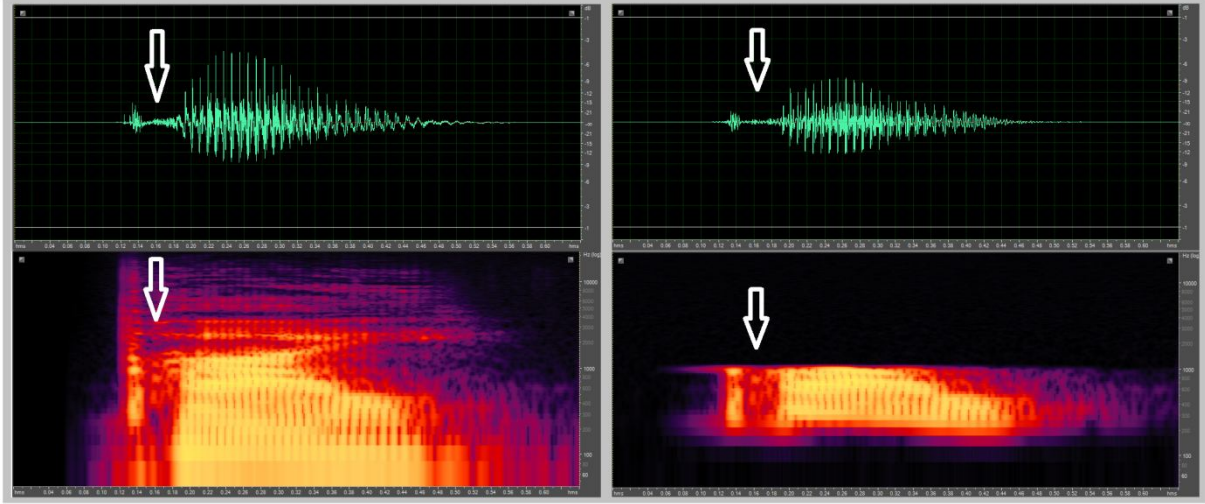
Testin duyarlılık ve seçicilik gücünün yüksek tutulabilmesi için, test materyali olmaya aday materyaller, belirli bir frekans bandında anlaşılabilirliğini en yüksek oranda kaybeden türevler arasından belirlendi. İdeal bir test materyalleri, anlaşılabilirlik oranları belirli bir frekans bandına kadar 1, o bandın altındaki bantlarda 0 olan sözcüklerden elde edilebilirdi. Gerçekte ise, sözcüklerin anlaşılabilirlik oranları en geniş frekans bantlarında bile 1’ zor ulaşıyordu ve dar frekans bantlarında da hemen 0’a inmiyordu. İdeale en yakın konuşma materyallerinin belirlenebilmesi için genel eğim formülünden yararlanıldı. Bu formülle, bant geçirgen

filtrenin alçak geçirgen kesme frekansının düşürülmesine bağlı olarak sözcüğün anlaşılabilirliğinde meydana gelen değişimin eğim oranları hesaplandı. Herhangi bir frekans bandında elde edilen eğim oranları, temelinde, sözcüklerin o bandın iki ucundaki kesme frekanslarında elde edilen anlaşılabilirlik oranlarının farkına dayanıyordu. Herhangi bir frekans bandında en yüksek eğim oranına sahip sözcüklerin eğimin başladığı yerdeki anlaşılabilirlik oranları yüksek, eğimin bittiği yerdeki anlaşılabilirlik oranları düşük olmalıydı. Sözcüklerin tümünün çeşitli frekans bantlarında oluşturdukları eğim oranlarının birbirleriyle karşılaştırılmasıyla, duyarlılık ve seçicilik gücünün artırılabilmesi için aranan ölçütleri en çok taşıyan konuşma materyallerinin seçimi olanaklı oldu.

Eğim oranlarının formüle göre hesaplanmasında sözcüğün iki ayrı frekans bandındaki anlaşılabilirlik oranları kullanılıyordu. Bu formüle göre hesaplanmış eğim oranlarında sözcüğün diğer üç frekans bandındaki değerlerinin katkısı izlenemiyordu. Anlaşılabilirlik oranları subjektif yöntemlerle elde edilmişti ve eğim oranlarına bu değerlerin de dahil edilmesiyle sonuçların güvenilirliğinin artacağı düşünülüydü. Bu amaçla, sözcüklerin herhangi bir frekans bandında elde edilen eğim oranları, daha geniş bantlardaki anlaşılabilirlik oranlarıyla ve daha dar bantlardaki anlaşılabilirlik oranlarının 1 ile olan farkıyla çarpıldı. Örneğin, bir sözcüğün anlaşılabilirlik oranları 0.25-3 kHz'de 1, 0.25-2 kHz'de 0 olsun, bu bandın eğim oranını belirleyen değer 1 ve 0 değerleri arasındaki fark olacaktır. Eğim oranı $(1-0) / (1/2) = 2$ şeklinde hesaplanacaktır. Bu eğim oranı, sözcüğün 0.25-4 kHz'deki anlaşılabilirlik oranıyla çarpılacaktır. Sözcüğün 0.25-4 kHz'deki anlaşılabilirlik oranı idealdeki gibi 1 ise bu çarpım sonucu değiştirmeyecektir. Ancak, idealden uzaklaşarak 1'in altına düşmüşse eğim oranını azaltacaktır. Aynı şekilde 2 kHz, 1.5 kHz ve 1 kHz'deki anlaşılabilirlik oranları idealdeki gibi 0 ise, 0'ın 1 ile farkı 1 olduğundan, bu değerlerin eğim oranıyla çarpılması sonucunda eğim oranı değişmeyecektir. Ancak, alçak bantlardaki anlaşılabilirlik oranları ne kadar yüksek ise, bu değerlerin 1 ile farkının eğim oranıyla çarpımı, eğim oranını düşürecektir.

Sözcük kayıtlarının filtreleme işlemlerinde, kullanılan filtrenin frekans yanıtı dikdörtgen fonksiyonluydu. Dikdörtgen fonksiyonun tercih edilmesindeki neden, filtrenin kesme frekanslarının ardından gelen geçiş aralığının ortadan kaldırılmak istenmesiydi. Geçiş aralığının uzun olması, bu aralıkta kalan frekansların yüksek şiddetlerde algılanabilmesine yol açabilirdi. Bu da kontrol edilmesi güç bir değişkene yol açardı. Dijital filtreleme işlemlerinde dikdörtgen fonksiyonunun gürültü üretme potansiyeli vardı. Bu potansiyel hem gerçek zamanlı filtre yerine daha önceden oluşturulmuş kayıtları filtreleyen program kullanılarak

hem de filtrelemede gürültü önleyici bir pencere fonksiyonu kullanılarak etkisi ortadan kaldırılmaya çalışıldı. Sözcük kayıtlarının filtrelenmiş türevleri özel olarak dinlendi ve kayıtların anlaşılmasında etkisi olabilecek türden bir gürültüye rastlanmadı. Ayrıca, sert ünsüzlerin algılanmasında önemi olan seslendirme başlangıç süresi (vice onset time) kayıt ve filtreleme işlemlerinin ardından izlenerek kontrolü yapıldı. Şekil 24’te bir izleme örneği gösterilmektedir.



Şekil 24. Yetişkin erkek sesiyle seslendirilmiş “pay” sözcüğün seslendirme başlangıç süresinin amplitüd, zaman ve frekans etki alanı olarak gösterimi. Şeklin üst kısmında amplitüd-zaman etki alanı olarak, alt kısmında spektografik olarak görülmektedir. Şeklin sol kısmında sözcük kaydının filtrelenmemiş hali, sağ kısmında da 250-1000 Hz bant geçirgen filtrelenmiş hali gösterilmektedir. Ok işaretleriyle gösterilen bölümlerde, seslendirme başlangıç süreleri gösterilmektedir. Sağda yer alan şekilde de görüleceği üzere sözcük kaydı filtrelendikten sonra da seslendirme başlangıç süresi rahatlıkla izlenebilmektedir.

Literatürde yer alan alçak geçirgen filtrelemenin konuşmanın anlaşılabilirliğine etkisini gösteren çalışmalar, etkilenmenin daha çok kesme frekansının 3 kHz’nin altına inmesiyle başladığını göstermektedir. Yetişkin sesiyle elde edilen bu bulgular, 3 kHz üzerindeki frekanslar için, yüksek eğim oranına sahip konuşma materyallerinin yetişkin sesiyle elde edilemeyebileceğini gösterdi. Çocuk sesinin temel frekansının daha yüksek ve çocukların daha küçük artikülatlara sahip olması nedeniyle, alçak geçirgen filtrelemenin etkisinin, çocuk sesiyle kaydedilmiş sözcüklerde daha yüksek frekanslarda gözlenmesi beklendi. Bu araştırmadan elde edilen bulgular, yetişkin erkek sesiyle kaydedilmiş sözcüklerde alçak geçirgen filtrelemenin kesme frekansının 4 kHz’den 3 kHz’ye düşürülmesinin, sözcük

anlaşılabilirliğini anlamlı olarak düşürdüğünü gösterdi ($p < 0,001$) (şekil 19). Ancak, 250-3000 Hz frekans bandındaki en düşük anlaşılabilirlik oranlarının dahi görece olarak yüksek olması (ortalama 0,36), testin duyarlılık gücünü azaltabilirdi. Bu bulgular, yetişkin sesinin 3 kHz üstünü frekansa özgü değerlendirmek için etkili olmayabileceğini gösterdi.

Bu araştırma, çocuk sesinin anlaşılabilirliğinin alçak geçiren filtrelemeden yetişkin sesine oranla daha çok etkilendiğini gösterdi (22). 250-4000 Hz frekans bandında anlaşılabilirlik oranları açısından birbirinden farklılaşmayan hem çocuk hem de yetişkin tarafından seslendirilen sözcükler, 250-3000 Hz ve 250-2000 Hz frekans bantlarında, anlaşılabilirlik oranları açısından birbirlerinden anlamlı olarak farklılaştılar ($p < 0,001$). Bu bulgular çocuk sesinin anlaşılabilirliğinde, yüksek frekansların yetişkinlere oranla daha önemli olduğuna işaret etti.

Çocuk sesli kayıtların 250-4000 Hz frekans bandının frekansa özgü oranları yüksek değildi (şekil 12). Daha yüksek frekansa özgü oranlı materyallerin seçilebilmesi için, frekansa özgü oranı elde edilirken kullanılan 1/2 oktavlık genişleme aralığı 1 oktava çıkartıldı. Yani, 250-6000 Hz'ye duyarlı listenin frekansa özgü oranları 250-3000 Hz ile 250-6000 Hz'in anlaşılabilirlik oranlarıyla hesaplandı. Bu durumda, frekansa özgü oranı yüksek sözcük türevleri saptanabilirdi.

Literatürde kısmi olarak frekansa özgü değerlendirme yapmak üzere geliştirilmiş sözcük tanıma testleri yer almaktadır. Yüksek frekanslı sözcük listeleri olarak anılan bu materyallerin en bilinen örnekleri Gardner'in Yüksek Frekanslı Ünsüz Ayırt Etme Testi (62) ve Pascoe'nin (63) Yüksek Frekanslı Sözcük Listesidir. İşitme kayıplıların yüksek frekanslardaki sözcük tanıma becerisini değerlendirmek üzere geliştirilen bu listeler, sensorinöral işitme kayıplıların ayırt etmede zorlandığı sert (tonsuz) ünsüzlerin ağırlıkta olduğu sözcüklerden oluşmaktadır. (tablo 3 ve tablo 4). Bu araştırmanın sonucuna göre, her iki harfi de tonsuz fonemlerin büyük çoğunluğunun düşük frekanslarda dahi görece olarak anlaşılabilirliklerini koruyabildikleri görüldü (tablo 11). Bu yöntemle hazırlanmış testler yüksek oranda “yanlış negatif” saptama potansiyeli taşıdığından tanısal yönde bilgi sağlamaya elverişli olmayabilir.

Frekansa özgü değerlendirme yapmak üzere geliştirilmiş başka bir test Hacettepe Frekansa Spesifik Konuşmayı Ayırt Etme Testi'dir (63). Türkçe dilinde geliştirilmiş bu testte frekansa özgü listeler, sözcüklerin spektral analizine göre oluşturulmuştur. Sözcükler spektral genişliklerine göre dört ayrı listede sınıflandırılmışlardır (bkz. tablo 5). Bu araştırmanın bulgularıyla Frekansa Spesifik Konuşmayı Ayırt Etme Testi'nin materyallerinin özelliklerini karşılaştırabilmek üzere Frekansa Spesifik Konuşmayı Ayırt Etme Testi'nin 211-998 Hz ve

6873-10.652 Hz bant aralıklı listelerde bulunan ve bu çalışmada incelemesi yapılan ortak sözcüklerin çeşitli frekans bantlarındaki anlaşılabilirlik oranları karşılaştırılmıştır (bkz. tablo 12 ve tablo 13). Tablo 12 incelendiğinde, 6883-10.652 Hz frekans bantlı listede bulunan ve bu çalışmada incelemesi yapılmış sözcüklerin birçoğunun anlaşılabilirliklerini 250-1500 Hz frekans bandına kadar koruduğu görülmektedir. Spektral genişliği 211-998 Hz olarak sınıflandırılmış listenin sözcükleri ise, tablo 13’de görüldüğü üzere, çok azının 250-1000 Hz’de anlaşılabilirliğini koruduğu görülmektedir. Bu bulgular, bir sözcüğün spektrumundaki enerjilerin tümünün, sözcüğün anlaşılabilirliği için gerekli olmadığına işaret etmektedir. Bu haliyle Hacettepe Frekansa Spesifik Konuşmayı Ayırt Etme Testi’nin frekansa özgü değerlendirme yapması olanaklı görülmemektedir.

Tablo 12. 6873-10652 Hz frekans bantlı liste sözcükleri arasında bulunan bazı sözcüklerin çeşitli frekans bantlarındaki anlaşılabilirlik değerleri.

	250-1000 Hz	250-1500 Hz	250-2000 Hz	250-3000 Hz	250-4000 Hz
zor	0,125	0,8	0,65	0,925	0,975
tez	0,025	0,078947	0,871795	0,55	0,925
haz	0,075	0,825	0,875	0,9	0,95
kes	0,075	0,025	0,15	0,75	0,8
sağ	0,05	0,384615	0,8	0,871795	0,975

Tablo 13. 211-998 Hz frekans bantlı liste sözcükleri arasında bulunan bazı sözcüklerin çeşitli frekans bantlarındaki anlaşılabilirlik değerleri.

	250-1000 Hz	250-1500 Hz	250-2000 Hz	250-3000 Hz	250-4000 Hz
bağ	0,846154	0,974359	0,95	0,846154	0,95
nem	0,025641	0,605263	0,75	0,974359	0,975
dal	0,1	0,948718	1	0,974359	1
yön	0,051282	0,736842	0,921053	0,975	0,923077
bin	0,05	0,025	0,275	1	0,95
pul	0,025	0,225	0,525	0,7	0,6
nal	0,1	0,7	0,775	0,85	0,825
ruh	0,625	0,975	0,95	1	0,975
bol	0,236842	0,641026	0,589744	0,564103	0,615385
dev	0,1	0,05	0,9	0,925	0,975

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada sensorinöral işitme kayıplıların sözcük tanıma becerisini frekansa özgü olarak değerlendirmeye yardımcı olacak bir test geliştirilmek istendi. 0.25-1 kHz, 1-1,5 kHz, 1.5-2 kHz, 2-3 kHz, 3-4 kHz, 3-6 kHz ve 4-6 kHz frekans bantlarından birinde anlaşılabilirlikleri yüksek bir eğim oranıyla azalan sözcükler, frekansa özgü sözcük tanıma testinin konuşma materyalleri olmaya aday olarak belirlendi. Bu testin işitme kayıplı bireylere de uygulanarak patolojik olanları ayırt etmedeki becerisinin ortaya konulması ayrıca planlanmaktadır. Böylece, oluşturulan frekansa özgü sözcük tanıma testinin tanısal değeri de anlaşılacaktır.

7. KAYNAKLAR

- 1- Penrod JP, Speech threshold and word recognition/discrimination testing, In:Katz J, ed. Handbook of Clinical Audiology, fourth edition. USA: Williams & Wilkins, 1994; 147-164.
- 2- Raz I, Noffsinger D. Identification of synthetic, voiced stop consonants by hearing impaired listeners. *Audiology* 1985;24: 437-448.
- 3- Ching TYC, Dillon H, Byrne D. Speech recognition of hearing-impaired listeners: Predictions from audibility and the limited role of high-frequency amplification. *J. Acoust. Soc. Am.* 1998;103 (2): 1128-1140.
- 4- Wilson RH, McArdle R. Speech signals used to evaluate functional status of the auditory system. *Journal of Rehabilitation Research & Development* 2005;42 (4):79-94.
- 5- Stach BA. *Clinical Audiology: An Introduction*. London, Singular Publishing Group Inc, 1998; 229-248.
- 6- Maltby M. A new speech perception test for profoundly deaf children. *Deafness and Education International* 2000; 2 (2): 86-100.
- 7- Duggirala V, Studebaker GA, Pavlovic CV, Sherbecoe RL. Frequency importance functions for a feature recognition test material. *J. Acoust. Soc. Am.* 1988;83 (6): 2372-2382.
- 8- Carlos Avendaño C, Deng L, Hermansky H, Gold B. The analysis and representation of speech. *Springer Handbook of Auditory Research* 2004;18: 63-100.
- 9- Faulkner A, The Auditory processing of speech, In: Luxon L, Ed. *Textbook of Audiological Medicine Clinical Aspects of Hearing and Balance*. Martin Dunitz, 2003; 309-321.
- 10- Bernthal JE, Bankson NW. *Articulation and phonological disorders*. Third edition. New Jersey, Prentice-Hall Inc. 1993; 10-11.
- 11- Greenberg S, Ainsworth WA, Speech processing in the auditory system, In: Greenberg S, Ainsworth WA, Popper AN, Fay RR, Ed. *Speech Processing In The Auditory System: An Overview*. Springer Handbook of Auditory Research, 2004; 18: 1-115.

- 12- Abrams DA, Kraus N, Auditory pathway representations of speech sounds in humans, In: Katz J, Ed. Handbook Of Clinical Audiology, sixth edition. USA: Williams & Wilkins, 2009; 611-626.
- 13- Møller AR. Hearing, anatomy physiology and disorders of the auditory system. Second edition. USA, Elsevier. 2006; 19-39.
- 14- Møller AR. Hearing, anatomy physiology and disorders of the auditory system. Second edition. USA, Elsevier. 2006; 41-56.
- 15- Avan P, Bonfils P. Anatomy of peripheral auditory and vestibular systems, In: Luxon L, Ed. Textbook of Audiological Medicine Clinical Aspects of Hearing and Balance. Martin Dunitz, 2003; 3-11.
- 16- Lonsbury-Martin BL, Martin GK, Luebke AE, Physiology of the auditory and vestibular systems, In: Snow JB, Ballenger JJ, Ed. Ballenger's Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery, Sixteenth Edition. Spain: BC Decker Inc, 2003; 68-133.
- 17- Gacek RR, Gacek MR, Anatomy of the auditory and vestibular systems, In: Snow JB, Ballenger JJ, Ed. Ballenger's Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery, Sixteenth Edition. Spain: BC Decker Inc, 2003; 1-24.
- 18- Rosen S, Howell P. Signals and systems for speech and hearing. 2nd edition. UK, Emerald Group Publishing Limited. 201; 6-82.
- 19- Møller AR. Hearing, anatomy physiology and disorders of the auditory system. Second edition. USA, Elsevier. 2006; 93-150.
- 20- Atkinson RL, Atkinson RC, Hilgard ER. Psikolojiye giriş I. Birinci basım. İstanbul. 1995; 174-176.
- 21- Evans EF, Physiology of the auditory system, In: Luxon L, Ed. Textbook of Audiological Medicine Clinical Aspects of Hearing and Balance. Martin Dunitz, 2003; 157-178.
- 22- Grant KW, Tufts JB, Greenberg S. Integration efficiency for speech perception within and across sensory modalities by normal-hearing and hearing-impaired individuals. J. Acoust. Soc. Am. 2007;121 (2): 1164–1176.
- 23- Møller AR. Hearing, anatomy physiology and disorders of the auditory system. Second edition. USA, Elsevier. 2006; 206.
- 24- Stach BA. Clinical audiology: an introduction. London, Singular Publishing Group Inc. 1998;94

- 25- Carhart R. Basic principles of speech audiometry. *Acta Otolaryngologica* 1951;40 (1&2): 62-71.
- 26- Boothroyd A. Developments in speech audiometry. *British Journal of Audiology* 1968;2: 3-10.
- 27- Ramkissoon I. Speech recognition thresholds for multilingual populations. *Communication Disorders Quarterly* 2001;22: 158-162.
- 28- McArdle R, Hnath-Chisolm, Speech audiometry, In: Katz J, Ed. *Handbook Of Clinical Audiology*, sixth edition. USA: Williams & Wilkins, 2009; 64-79.
- 29- Carhart R. Problems in the measurement of speech discrimination. *Arch Otolaryng* 1965;82 (3): 253-260.
- 30- Gengel RW, Miller L, Rosenthal E. Between and within listener variability in response to CID W-22 presented in noise. *Ear & Hear* 1981;2 (2): 78-81.
- 31- Koehnke J, Besing JM. A procedure for testing speech intelligibility in a virtual listening environment. *Ear & Hear* 1996;17 (3): 211-217
- 32- Thomson S. Comparison of word familiarity: Conversational words v. NU-6 list words. *Lincoln Journal Star* 2002;1-6.
- 33- Nissen SL, Haris RW, Jennings LJ, Eggett DL, Holly B. Psychometrically equivalent Mandarin bisyllabic speech discrimination materials spoken by male and female talkers. *Int J Audiol* 2005;44: 379-390.
- 34- Mackersie CL. Tests of speech perception abilities. *Otolaryngology & Head and Neck Surgery* 2002;10: 392-397.
- 35- American National Standards Institute. Specification for Audiometers. ANSI S3.6 2004. New York; ANSI.
- 36- Ballantyne D. *Handbook of audiological techniques*. First edition. London, Butterworth-Heinemann Ltd. 1990; 101-114.
- 37- Jauhiainen T. Some factors affecting auditory word discrimination. *Scand Audiol* 1976; 5: 79-82.
- 38- Kent RD, Wiley TL, Strennen ML. Consonant discrimination as a function of presentation level. *Audiology* 1979;18: 212-224.
- 39- Mungan S. Yetişkinler için Türkçe tek heceli konuşmayı tanıma testinin geliştirilmesi. İzmir, Yüksek Lisans Tezi Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, 2010.
- 40- Turner CW, Hurtig RR. Proportional frequency compression of speech for listeners with sensorineural hearing loss. *J. Acoust. Soc. Am.* 1999;106 (2): 877-886.

- 41- Lee LW, Humes LE. Evaluating a speech-reception threshold model for hearing impaired listeners. *J. Acoust. Soc. Am.* 1993; 93 (5): 2879-2885
- 42- Rhebergen KS, Versfeld NJ. A Speech Intelligibility Index. *J. Acoust. Soc. Am.* 2005;117 (4): 2181-2192.
- 43- Hudgins CV, Hawkins JE, Karlin, JE, Stevens SS. The development of recorded auditory tests for measuring hearing loss for speech. *Laryngoscope* 1947;57(1): 57-89.
- 44- Egan J. Articulation testing methods. *Laryngoscope* 1948; 58: 955-991.
- 45- Hood JD, Poole JP. Influence of the speaker and other factors affecting speech intelligibility. *Audiology* 1980;19: 434-455.
- 46- Shannon RV, Zeng FG, Kamath V, Wygonski J, Ekelid M. Speech recognition with primarily temporal cues. *Science* 1995;270 (5234): 303-304.
- 47- Ainsworth WA, Greenberg S. Auditory processing of speech, In: Greenberg S, Ainsworth WA, ed. *Listening to Speech: An Auditory Perspective*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2006; 3-17
- 48- Mullennix JW, Pisoni DB, Martin CS. Some effects of talker variability on spoken word recognition. *J. Acoust. Soc. Am.* 1989; 85 (1): 365-378.
- 49- Lee S, Potamianos A, Narayanan S. Acoustics of children's speech: Developmental changes of temporal and spectral parameters. *J. Acoust. Soc. Am.* 1999;105 (3): 1455-1468.
- 50- Smith WS. *The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing*. San Diego, California Technical Publishing, 1997; 261-276
- 51- Rosen S, Howell P. *Signals and systems for speech and hearing*. 2nd edition. UK, Emerald Group Publishing Limited, 201; 6-82.
- 52- Byrne D, Dillon H, Tran K, Arlinger S ve ark. An international comparison of long-term average speech spectra. *J. Acoust. Soc. Am.* 1994;96 (4): 2108-2120.
- 53- French NR, Steinberg JC. Factors governing the intelligibility of speech sound. *J. Acoust. Soc. Am.* 1947;19(1): 90-119.
- 54- Amlani AM, Punch JL, Ching TYC. Methods and applications of the audibility index in hearing aid selection and fitting. *Trends Amplif* 2002; 6: 81-129.
- 55- Pavlovic CV. Band importance functions for audiological application. *Ear & Hearing* 1994;15 (1): 100-104.

- 56- Sher AE, Owens E. Consonant confusions associated with hearing loss above 2000 Hz. *Journal of Speech and Hearing Research* 1974;17: 669-681.
- 57- Bilger RC, Wang MD. Consonant confusions in patients with sensorineural hearing loss. *Journal of Speech and Hearing Research* 1976;19: 718-748.
- 58- Wang MD. A comparison of the effects of filtering and sensorineural hearing loss on patterns of consonant confusions. *Journal of Speech and Hearing Research* 1978;21: 5-36.
- 59- Walden BE, Montgomery AA, Schwartz DM, Prosek RA. A comparison of the effects of hearing impairment and acoustic filtering on consonant recognition. *Journal of Speech and Hearing Research* 1981;46: 32-43.
- 60- Fabry DA, Tassell DJV. Masked and filtered simulation of hearing loss: Effects on consonant recognition. *Journal of Speech and Hearing Research* 1986;29: 170-178.
- 61- Skinner MW. Speech intelligibility in noise-induced hearing loss: Effects of high-frequency compensation. *J. Acoust. Soc. Am.* 1980;67(1): 306-317.
- 62- Gardner HJ. Application of a high-frequency consonant discrimination word list in hearing-aid evaluation. *J Speech Hear Disord* 1971;36: 354-355
- 63- Pascoe DP. Frequency responses of hearing aids and their effects on the speech perception of eight hard-of hearing subjects. Missouri, The Degree of Doctor of Philosophy, Washington University, 1974.
- 64- Tekin Ö. Frekans spesifik kelimeyi ayırt etme testi'nin normal işiten ve işitme kayıplı kişilerde değerlendirilmesi. Ankara, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, 2002.
- 65- Hogan CA, Turner CW. High frequency audibility: Benefits for hearing impaired listeners. *J. Acoust. Soc. Am.* 1998;104(1): 432-441
- 66- Altman DG, Bland JM. Diagnostic tests 1: sesnsitivity and specificity. *BMJ* 1994;308: 1552

8. EK

Ek 1. 0,25-1 kHz, 1-1,5 kHz, 1,5-2 kHz, 2-3 kHz, 3-4 kHz, 3-6 kHz ve 4-6 kHz frekans bantlarında frekansa özgü sözcük tanıma testi için konuşma materyali olmaya aday sözcükler.

Tablo 14. 250-1000 Hz frekans bandında 0,25 ve üzeri eğim oranına sahip yetişkin sesli sözcüklerin tüm bantlardaki türevlerinin anlaşılabilirlik ve eğim oranları.

	Anlaşılabilirlik Oranları					Eğim Oranları				
	0,25-1 kHz	0,25-1,5 kHz	0,25-2 kHz	0,25-3 kHz	0,25-4 kHz	0,25-1 kHz	1-1,5 kHz	1,5-2 kHz	2-3 kHz	3-4 kHz
mum	0,95	0,98	1	1	1	0,46	0,05	0	0	0
kum	0,92	1	1	1	0,97	0,45	0,15	0	0	0
mal	0,9	0,93	0,98	0,98	0,95	0,38	0,05	0,01	0	0
kul	0,9	0,9	0,93	0,95	1	0,35	0	0,01	0	0
ham	0,8	0,95	0,95	0,98	1	0,35	0,28	0	0	0
vur	0,68	1	1	0,98	0,98	0,32	0,62	0	0	0
bağ	0,85	0,97	0,95	0,85	0,95	0,31	0,2	-0,01	0	0
ruh	0,63	0,98	0,95	1	0,98	0,28	0,65	-0,02	0	0
bak	0,65	0,93	1	0,95	0,95	0,27	0,5	0,05	0	0
gam	0,69	0,92	0,9	0,95	1	0,27	0,39	-0,01	0	0
vah	0,65	0,93	0,9	0,98	0,95	0,25	0,46	-0,02	0	0

Tablo 15. 1000-1500 Hz frekans bandında 1 ve üzeri eğim oranına sahip yetişkin sesli sözcüklerin tüm bantlardaki türevlerinin anlaşılabilirlik ve eğim oranları.

	Anlaşılabilirlik Oranları					Eğim Oranları				
	0,25-1 kHz	0,25-1,5 kHz	0,25-2 kHz	0,25-3 kHz	0,25-4 kHz	0,25-1 kHz	1-1,5 kHz	1,5-2 kHz	2-3 kHz	3-4 kHz
dağ	0,1	1	1	0,97	1	0,05	1,75	0	0	0
nar	0	0,92	1	0,95	1	0	1,75	0,15	-0,01	0
dal	0,1	0,95	1	0,97	1	0,05	1,65	0,09	0	0
dön	0	0,93	0,92	0,97	0,97	0	1,62	0	0,01	0
tok	0,03	0,9	0,98	0,95	1	0,01	1,62	0,14	0	0
her	0,05	0,93	0,95	0,98	1	0,02	1,62	0,04	0	0
gaz	0,03	0,9	0,93	0,97	1	0,01	1,57	0,05	0,01	0
han	0,1	0,95	0,92	1	1	0,04	1,57	-0,05	0,01	0
don	0,2	0,97	1	1	1	0,1	1,55	0,04	0	0
dur	0,13	0,98	0,98	0,93	1	0,05	1,53	0	0	0
tur	0	0,9	0,95	0,93	0,95	0	1,5	0,09	0	0
suç	0	0,7	0,97	1	1	0	1,36	0,55	0,02	0

tan	0,03	0,84	0,87	0,98	0,97	0,01	1,35	0,05	0,03	0
göl	0,05	0,72	1	0,95	1	0,02	1,27	0,51	-0,03	0
not	0,15	0,88	0,88	1	0,98	0,06	1,24	0	0,03	0
del	0,1	0,83	0,95	0,9	1	0,04	1,24	0,2	-0,02	0
kan	0,15	0,92	0,97	0,88	0,92	0,06	1,21	0,07	-0,01	0
mor	0,33	0,92	1	1	1	0,15	1,2	0,1	0	0
laf	0,28	0,9	0,97	0,98	1	0,12	1,19	0,11	0	0
dam	0,25	0,89	0,92	1	0,97	0,1	1,16	0,04	0,01	0
yön	0,05	0,74	0,92	0,98	0,92	0,02	1,14	0,31	0,02	0
göl	0,1	0,82	0,9	0,9	0,97	0,03	1,13	0,13	0	0
haz	0,08	0,83	0,88	0,9	0,95	0,02	1,12	0,08	0,01	0
men	0	0,58	1	1	0,98	0	1,12	0,83	0	0
tak	0,05	0,78	0,98	0,98	0,8	0,01	1,1	0,3	0	0
toz	0	0,8	0,75	0,95	0,95	0	1,08	-0,09	0,08	0
yıl	0,05	0,67	0,9	0,97	1	0,01	1,08	0,43	0,05	0
yör	0	0,56	1	0,97	0,98	0	1,07	0,83	-0,02	0
bor	0,03	0,78	0,9	0,88	0,9	0,01	1,06	0,19	-0,01	0
zam	0,28	0,93	0,88	0,93	1	0,1	1,05	-0,07	0,01	0

Tablo 16. 1500-2000 Hz frekans bandında 1 ve üzeri eğim oranına sahip yetişkin sesli sözcüklerin tüm bantlardaki türevlerinin anlaşılabilirlik ve eğim oranları.

	Anlaşılabilirlik Oranları					Eğim Oranları				
	0,25-1 kHz	0,25-1,5 kHz	0,25-2 kHz	0,25-3 kHz	0,25-4 kHz	0,25-1 kHz	1-1,5 kHz	1,5-2 kHz	2-3 kHz	3-4 kHz
köy	0	0,08	0,92	0,95	0,98	0	0,13	1,57	0,05	0
baş	0	0,03	0,85	1	0,95	0	0,04	1,56	0,28	-0,01
çay	0,03	0,03	0,9	0,93	0,98	0	0	1,54	0,05	0,01
güç	0,03	0,1	0,93	0,95	1	0	0,13	1,53	0,04	0,01
bez	0,03	0,03	0,9	0,9	1	0	0	1,53	0	0,02
bir	0,1	0,1	1	1	0,95	0	0	1,53	0	0
yem	0,08	0,13	0,95	0,98	0,98	0	0,09	1,45	0,04	0
yan	0,03	0,15	0,95	0,95	0,98	0	0,22	1,44	0	0
yaş	0,03	0,03	0,85	0,93	0,95	0	0	1,41	0,14	0,01
dev	0,1	0,05	0,9	0,93	0,98	0	-0,08	1,38	0,04	0,01
zil	0,08	0,21	0,97	0,98	1	0,01	0,25	1,37	0	0
yük	0,03	0,18	0,95	0,93	0,97	0	0,26	1,36	-0,04	0
cep	0,03	0,03	0,8	0,98	0,93	0	0	1,36	0,31	-0,02
yüz	0,03	0,1	0,78	1	1	0	0,12	1,31	0,39	0
taç	0	0,13	0,78	1	1	0	0,19	1,3	0,39	0
set	0,08	0,15	0,93	0,93	0,98	0	0,13	1,29	0	0,01
vay	0,13	0,18	0,97	0,95	0,97	0,01	0,09	1,28	-0,04	0
yak	0,05	0,13	0,95	0,87	0,92	0	0,11	1,26	-0,12	0
yay	0,08	0,23	0,95	0,93	1	0,01	0,26	1,24	-0,04	0,01
net	0,08	0,28	0,98	0,98	0,98	0,01	0,37	1,23	0	0

şık	0,03	0,03	0,8	0,89	0,9	0	0	1,22	0,16	0
yağ	0,08	0,2	0,97	0,88	0,95	0,01	0,2	1,19	-0,14	0
coş	0,03	0,25	0,9	0,95	0,98	0	0,38	1,17	0,07	0
yat	0,03	0,2	0,8	1	0,98	0	0,27	1,14	0,3	-0,01
cam	0,1	0,3	0,95	0,95	1	0,01	0,36	1,11	0	0
düş	0	0,13	0,69	0,98	1	0	0,17	1,11	0,49	0,01
say	0,03	0,28	0,9	0,93	0,98	0	0,41	1,1	0,03	0,01
hep	0,1	0,25	0,88	1	0,98	0,01	0,26	1,1	0,16	0
dış	0,03	0,13	0,7	0,98	1	0	0,14	1,09	0,47	0,01
yer	0	0,03	0,7	0,93	0,88	0	0,03	1,09	0,38	-0,03
koç	0,03	0,4	0,98	1	0,95	0	0,69	1,06	0,03	0
taş	0,03	0,1	0,7	0,93	0,98	0	0,09	1,06	0,39	0,03
fay	0,03	0,1	0,93	0,8	0,82	0	0,09	1,06	-0,18	0
kök	0,05	0,33	0,98	0,9	0,93	0,01	0,45	1,03	-0,09	0
tüy	0,08	0,2	0,88	0,98	0,85	0,01	0,18	1,03	0,13	-0,02
çok	0	0,46	1	1	0,95	0	0,88	1,02	0	0
tip	0	0	0,65	0,85	0,93	0	0	1,02	0,37	0,05

Tablo 17. 2000-3000 Hz frekans bandında 1 ve üzeri eğim oranına sahip yetişkin sesli sözcüklerin tüm bantlardaki türevlerinin anlaşılabilirlik ve eğim oranları.

	0,25-3 kHz Frekans Bandına Duyarlı Yetişkin Sesli Sözcükler									
	Anlaşılabilirlik Oranları					Eğim Oranları				
	0,25-1 kHz	0,25-1,5 kHz	0,25-2 kHz	0,25-3 kHz	0,25-4 kHz	0,25-1 kHz	1-1,5 kHz	1,5-2 kHz	2-3 kHz	3-4 kHz
çit	0	0	0,1	0,97	0,97	0	0	0,19	1,7	0
şiş	0	0	0,08	0,92	0,97	0	0	0,13	1,65	0,09
düz	0	0,08	0,08	0,93	0,9	0	0,01	0	1,42	-0,04
kel	0,03	0,08	0,1	0,93	0,95	0	0,01	0,04	1,41	0,04
fiş	0	0	0,03	0,78	0,9	0	0	0,03	1,35	0,24
göç	0	0,08	0,18	0,97	0,9	0	0,02	0,18	1,32	-0,12
çöp	0	0,13	0,15	0,93	0,98	0	0,03	0,05	1,32	0,07
bin	0,05	0,03	0,28	1	0,95	0	-0,01	0,45	1,28	-0,07
şey	0	0,03	0,25	0,95	0,9	0	0,01	0,38	1,23	-0,07
dün	0	0,15	0,23	0,95	1	0	0,06	0,14	1,23	0,07
dök	0	0,33	0,08	0,95	1	0	0,05	-0,47	1,18	0,06
tür	0	0,05	0,3	0,95	0,95	0	0,03	0,45	1,17	0
çiğ	0	0,08	0,2	0,93	0,85	0	0,02	0,2	1,14	-0,11
şen	0	0,05	0,28	0,9	0,95	0	0,02	0,38	1,13	0,07
cin	0	0	0,43	1	0,98	0	0	0,83	1,12	-0,03
çöl	0	0,03	0,26	0,85	0,95	0	0,01	0,37	1,09	0,15
tek	0,03	0,05	0,38	0,95	1	0	0,02	0,6	1,07	0,06
şef	0	0,08	0,36	0,95	0,98	0	0,05	0,53	1,06	0,03
leş	0,03	0,13	0,4	1	1	0	0,08	0,54	1,02	0
çam	0	0	0,41	0,93	0,98	0	0	0,74	1	0,06
tüm	0,03	0,16	0,38	1	0,98	0	0,1	0,41	1	-0,03

giy	0,13	0,03	0,13	0,78	0,9	0	-0,02	0,12	1	0,19
-----	------	------	------	-------------	-----	---	-------	------	----------	------

Tablo 18. 2000-3000 Hz frekans bandında 1 ve üzeri eğim oranına sahip çocuk sesli sözcüklerin tüm bantlardaki türevlerinin anlaşılrlık ve eğim oranları.

	Anlaşılrlık Oranları					Eğim Oranları				
	0,25-2 kHz	0,25-3 kHz	0,25-4 kHz	0,25-6 kHz	0,25-8 kHz	2-3 kHz	3-4 kHz	4-6 kHz	6-8 kHz	3-6 kHz
maç	,08	1,00	1,00	,98	1,00	1,80	,00	,00	,00	-,02
cep	,10	,98	,93	,98	1,00	1,58	-,09	,00	,00	,00
leş	,00	,83	,98	,98	1,00	1,57	,29	,00	,00	,15
hiç	,13	,88	1,00	1,00	,98	1,46	,21	,00	,00	,11
baş	,05	,93	,95	,95	,90	1,42	,04	,00	,00	,02
taç	,10	,88	,93	,98	1,00	1,40	,09	,01	,00	,09
geç	,03	,75	,95	,98	1,00	1,34	,38	,01	,00	,22
şaş	,00	,78	,93	,98	,95	1,33	,28	,02	,00	,19
pes	,03	,88	,90	,88	,95	1,27	,04	-,01	,00	,00
cin	,08	,80	,95	,93	,98	1,24	,25	-,01	,00	,11
güç	,23	,95	,95	,90	,93	1,15	,00	,00	,00	-,04
beş	,08	,78	,93	,93	,93	1,11	,24	,00	,00	,13
dip	,05	,75	,95	,90	,93	1,11	,32	-,02	,00	,13
çöp	,10	,75	,90	,93	,93	1,00	,23	,01	,00	,15

Tablo 19. 3000-4000 Hz frekans bandında 1 ve üzeri eğim oranına sahip çocuk sesli sözcüklerin tüm bantlardaki türevlerinin anlaşılrlık ve eğim oranları.

	Anlaşılrlık Oranları					Eğim Oranları				
	0,25-2 kHz	0,25-3 kHz	0,25-4 kHz	0,25-6 kHz	0,25-8 kHz	2-3 kHz	3-4 kHz	4-6 kHz	6-8 kHz	3-6 kHz
giy	,05	,20	,93	,95	,98	,26	1,28	,04	,00	,69
dik	,05	,23	,90	,95	1,00	,30	1,22	,07	,01	,69
çek	,00	,23	,88	,93	,98	,36	1,17	,08	,01	,68
fiş	,00	,05	,68	,95	,90	,06	1,07	,47	-,03	,81

Tablo 20. 3000-6000 Hz frekans bandında 0.5 ve üzeri eğim oranına sahip çocuk sesli sözcüklerin tüm bantlardaki türevlerinin anlaşılrlık ve eğim oranları.

	Anlaşılrlık Oranları					Eğim Oranları				
	0,25-2 kHz	0,25-3 kHz	0,25-4 kHz	0,25-6 kHz	0,25-8 kHz	2-3 kHz	3-4 kHz	4-6 kHz	6-8 kHz	3-6 kHz
fış	,00	,05	,68	,95	,90	,06	1,07	,47	-,03	,81
yay	,00	,05	,58	,95	,88	,05	,87	,62	-,06	,79
giy	,05	,20	,93	,95	,98	,26	1,28	,04	,00	,69
dik	,05	,23	,90	,95	1,00	,30	1,22	,07	,01	,69
çek	,00	,23	,88	,93	,98	,36	1,17	,08	,01	,68
pek	,05	,18	,80	,90	,93	,17	,99	,14	,01	,64
caz	,03	,08	,40	,78	,93	,03	,45	,63	,16	,63
tır	,00	,00	,33	,63	,98	,00	,40	,59	,47	,61
dek	,00	,23	,83	,90	,90	,30	,97	,10	,00	,61
şış	,00	,05	,73	,80	,75	,04	,81	,11	-,03	,56
şef	,00	,40	,90	,98	,93	,65	,90	,08	-,01	,53

Ek 2. Etik Kurul Raporu.

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSİZ OLMAZAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR DEĞERLENDİRME KOMİSYONU KARARI

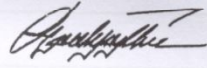
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel (Invaziv) Olmayan Klinik Araştırmalar Değerlendirme Komisyonu

Sayı: 98
Konu: Karar hk. 28.6.2010

Prof.Dr.Bülent Şerbetçioğlu
Selhan Gürkan

Kurulumuz tarafından 23.06.2010 tarih ve 2010/05-09 sayılı, 99-İOÇ/2010 protokol numaralı "Türkçe için frekansa özgü sözcük tanıma testinin geliştirilmesi" konulu araştırmanıza ilişkin Komisyonumuz kararı ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.


Prof.Dr.Ayşegül YILDIZ
Başkan

Ek 1. Komisyon Kararı.

Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Yerleşkesi İnciraltı 35340 İZMİR-TÜRKİYE
Tel:0 232 4122254 - 0 232 4122258 Faks: 0232 4122243 Elektronik posta:etikkurul@deu.edu.tr

Belge Adı	Tarhi	Yerleşim Durumu	İmza
ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	Mevcut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ARAŞTIRMA DEĞERLENDİRME RAPORU	Mevcut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BİLGİLENDİRİLMİŞ OLMAZAN KLİNİK ARAŞTIRMA FORMU	Mevcut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OLGU RAPORU FORMU	Mevcut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR DEĞERLENDİRME KOMİSYONU KARARI

ETİK KOMİSYONUN ADI	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR DEĞERLENDİRME KOMİSYONU
AÇIK ADRES	Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı 1. Kat İnciraltı-İZMİR
TELEFON	0 232 412 22 54-0 232 412 22 58
FAKS	0 232 412 22 43
E-POSTA	etikkurul@deu.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	DOSYA NO:	99-İOÇ	
	ARAŞTIRMA	UZMANLIK TEZİ <input type="checkbox"/>	AKADEMİK AMAÇLI <input type="checkbox"/>
	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Türkçe için frekansa özgü sözcük tanıma testinin geliştirilmesi	
	ARAŞTIRMA PROTOKOL KODU	-	
	SORUMLU ARAŞTIRMACI ÜNVANI/ADI/SOYADI ve UZMANLIK ALANI	Prof.Dr.Bülent Şerbetçioğlu Selhan Gürkan	
	ARAŞTIRMA MERKEZİ ve AÇIK ADRESİ	Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü KBB Odyoloji Yüksek Lisans Programı İnciraltı-İZMİR 35340	
	DESTEKLEYİCİ VE AÇIK ADRESİ	-	
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ VE ADRESİ	-	
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>

	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	Mevcut		Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	ARAŞTIRMA İLE İLGİLİ LİTERATÜR	Mevcut		Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input checked="" type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	Mevcut		Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	OLGU RAPOR FORMU	Mevcut		Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>

KARAR BİLGİLERİ	Karar No:2010/05- 09	Tarih:23.06.2010
	Prof.Dr.Bülent Şerbetçioğlu'nun proje yöneticisi olduğu Selhan Gürkan sorumluluğunda yapılması tasarlanan "Türkçe için frekansa özgü sözcük tanıma testinin geliştirilmesi" isimli klinik araştırmaya ait başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş, çalışmanın gerçekleştirilmesinin uygun olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir.	

ETİK KURUL BİLGİLERİ	
ÇALIŞMA ESASI	DEU Girişimsel (İnvaziv) Olmayan Klinik Araştırmaları Değerlendirme Komisyonu Yönergesi , İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
ETİK KURUL ÜYELERİ	

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsi yet	Araştırma ile İlişkili mi?		İmza
Prof. Dr. Ayşegül YILDIZ (Başkan)	Psikiyatri	DEU Tıp Fakültesi Psikiyatri Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Dr.Ecz.İskender İNCE (Başkan yardımcısı)	Eczacı	Ege Üniversitesi ARGEFAR	Erkek	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	Katılmadı
Prof.Dr.Osman AÇIKGÖZ	Fizyoloji	DEU Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı	Erkek	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Ph.D..Z.Candan ALGUN	Ph.D.Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon	DEU Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Ph.D.Zuhal BAHAR	Ph.D. Yüksek Hemşire	DEU Hemşirelik Yüksekokulu	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Ece BÖBER	Pediyatrik Endokrinoloji	DEU Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Nuray DUMAN	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	DEU Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Derya ERÇAL	Genetik	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Genetik Anabilim Dalı	Erkek	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Banu ÖNVURAL	Tıbbi Biyokimya	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Nejat SARIOSMANOĞLU	Kalp Damar Cerrahisi	DEU Tıp Fakültesi Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı	Erkek	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Ömer Selahattin TOPALAK	İç Hastalıkları	DEU Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı	Erkek	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Doç.Dr.Hülya ELLİDOKUZ	Halk Sağlığı	DEU Onkoloji Enstitüsü Prevanatif Onkoloji Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Doç.Dr.Mukaddes GÜNELİ	Tıbbi Farmakoloji	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Doç Dr.Yeşim ÖZTÜRK	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	DEU Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Av. Tayfun OZANKAYA	Hukuk	Serbest	Erkek	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	Katılmadı
İhsan ÇELİKDEMİR	Sağlık mensubu olmayan üye	75. Yıl Özel İlköğretim Okulu Müdür Yrd.	Erkek	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	Katılmadı

Ek 3. Onam formu.

İşitme kaybı yakınması veya herhangi bir işitsel yakınmanız olmasa bile KBB ile ilgili bir yakınma ile kliniğimize başvurduunuz. Kulak Burun Boğaz muayenesi yapıldı. Hekiminizin istediği tetkikler yapıldı. Ardından işitme testleri yapılarak işitmeniz hakkında daha detaylı bilgi edinildi. İşitme testlerinin ardından konuşmayı ayırt etme yüzdenizi belirlemek üzere testler işitme testi kapsamında uygulandı. Bu test sizin işitme eşiklerinizin güvenilirliğini gösterdiği gibi konuşmayı ayırt etme testi işitmenizin günlük yaşamdaki iletişimde ne oranda anlaşılabilirliğinizin olduğunu göstermektedir. Sözcükleri veya diğer konuşma uyarılarını tekrar etme becerisini belirleyen bir araç olan konuşmayı ayırt etme testi, odyolojik değerlendirmenin vazgeçilmez bir parçasıdır. İşitme kaybının tipi, derecesi ve konfigürasyonu konuşmayı anlama yeteneğini önemli derecede etkilemektedir ve bu etki konuşmayı ayırt etme testi skorlarına yansımaktadır. Çalışmamızın amacı işitme kayıplı bir kişinin tanı, tedavi ve rehabilitasyon sürecinde kullanılmak üzere daha çok bilgi sağlayacak bir konuşma testi hazırlamaktır. Bunu yapabilmemiz için sizin çalışmamıza katılmanıza gereksinim duyuyoruz. Test sırasında herhangi bir acı veya sıkıntı hissetmeyeceksiniz. Test sırasında her iki kulağınıza işitme testi yapılması sırasında yerleştirilen kulaklıktan tek heceli kelimeler okunacaktır. Sizden bunları büyük bir dikkatle dinlemeniz ve kelimenin ardından tekrar etmeniz istenmektedir. Test süresinin tekrar edilmesi gereken sözcükler nedeniyle uzayabileceği düşünülerek yorulduğunuz anda test başka saate veya güne ertelenebilir.

Öncelikli olarak hekiminizin KBB bakışı sonrasında, sizden tanı ve tedavi amaçlı istediği işitme testleri uygulanacaktır. Hekiminizin istediği işitme testleri İşitme-Konuşma-Denge Ünitesi çalışanları ve Odyoloji Araştırma Görevlisi Selhan Gürkan uygulayacaktır. Bu işlemler sırasında veya sonrasında hiçbir şekilde size rahatsızlık verecek bir durum gelişmeyecektir. Hekiminiz tarafından tanı ve tedavi amaçlı istenen tetkikler siz veya güvencesi altında bulunduğunuz resmi ya da özel kurum ve kuruluş tarafından karşılanacaktır. Bu çalışma sırasında araştırma ile ilgili gerçekleştirilecek özel test için ek ücret talep edilmeyecektir.

Bu çalışmanın başından itibaren reddetme veya çalışmaya başladıktan sonra devam etmeme hakkına sahipsiniz. Bu çalışmaya katılmanız veya başladıktan sonra herhangi bir safhasında ayrılmanız daha sonraki tıbbi bakımınızı etkilemeyecektir. Araştırmacı da gönüllünün kendi rızasına bakmadan, olguyu araştırma dışı bırakabilir.

Bu çalışmada yer aldığınız süre içerisinde kayıtlarınızın yanı sıra ilişkili sağlık kayıtlarınız kesinlikle gizli kalacaktır. Bununla birlikte kayıtlarınız kurumun yerel etik kurul komitesine ve Sağlık Bakanlığına açık olacaktır. Çalışma verileri herhangi bir yayın ve raporda kullanılırken bu yayında isminiz kullanılmayacak ve veriler izlenerek size ulaşılamayacaktır.

“Yukarıda gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken bilgileri okudum. Bunlar hakkında bana yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.”

Gönüllünün

Adı:

Soyadı:

Telefon:

Tarih:

İmza:

Onam Alma İşlemine Başından Sonuna Kadar Tanıklık Eden Kuruluş Görevlisinin

Adı:

Soyadı:

Telefon:

Tarih:

İmza:

Araştırma yapan araştırmacının

Adı:

Soyadı:

Telefon:

Tarih:

İmza:

Ek 4. Özgeçmiş

ÖZGEÇMİŞ
Araştırma Görevlisi
SELHAN GÜRKAN

TC Kimlik No / Pasaport No:	35116980182
Doğum Yılı:	1979
Yazışma Adresi :	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTE HASTANESİ, KBB AD, İŞİTME-KONUŞMA-DENGE ÜNİTESİ İNCİRALTI İzmir/Türkiye
Telefon :	232-4123291
e-posta :	selhangurkan@gmail.com

EĞİTİM BİLGİLERİ

Ülke	Üniversite	Fakülte/Enstitü	Öğrenim Alanı	Derece	Mezuniyet Yılı
Türkiye	Ege Üniversitesi	EDEBİYAT FAKÜLTESİ	PSİKOLOJİ	Lisans	2003

AKADEMİK/MESLEKTE DENEYİM

Kurum/Kuruluş	Ülke	Şehir	Bölüm/Birim	Görev Türü	Görev Dönemi
Dokuz Eylül Üniversitesi	Türkiye	İzmir	CERRAHİ TIP BİLİMLERİ	Araştırma Görevlisi	1998-

UZMANLIK ALANLARI

Uzmanlık Alanları
Diğer
ODYOLOJİ, İŞİTME, AKUSTİK

Hakemli konferans/sempozyumların bildiri kitaplarında yer alan yayınlar

Bülent Şerbetçioğlu, Serpil Mungan, Merve Durgut, Günay Kırkım, Selhan Gürkan, Başak Mutlu, "Dijital işitme cihazıyla rehabilitasyon uygulanan hastalarda önerilen cihaz tip ve modellerinin memnuniyete etkisi", 31. Ulusal Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi Kongresi, ANTALYA, Ekim 2009
Gürkan S, Kırkım G, Şerbetçioğlu B, Mungan S, Güneri EA, Güneri A, "Çocuklar için anlamlı işitsel deneyim skalası ile konuşmanın anlamlı kullanımını ölçekleri kullanılarak koklear implantlı çocukların dil gelişiminin değerlendirilmesi" İZMİR, Eylül 2010
Gürkan S, Mungan S, Durgut M, Şerbetçioğlu M, "Değişik dış kulak yolu basınçlarının transient uyarılmış ve distorsiyon ürünü otoakustik emisyonlardaki etkisi", V. Ulusal Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Kongresi. 23-26 Eylül.2010. İzmir-Türkiye, İZMİR, Eylül 2010
Bayır Ö, Kırkım G, Kolatan HE, Mungan S, Gürkan S, Şerbetçioğlu M, "Castellani solüsyonunun kobaylarda ototoksik etkisinin otoakustik emisyon ve beyinsapı işitsel uyarılmış potansiyelleri ile değerlendirilmesi", 32. Türk-Ulusal Kulak Burun Boğaz Baş Boyun Cerrahisi Kongresi, KEMER/ANTALYA, Ekim 2010
Mungan S, Kırkım G, Şerbetçioğlu B, Gürkan S, Güneri EA, Güneri A, "Okul öncesi dil gelişim ölçeğiyle koklear implantlı çocukların dil gelişimlerinin değerlendirilmesi", 32. Türk-Ulusal Kulak Burun Boğaz Baş Boyun Cerrahisi Kongresi, 27 Ekim-31 Ekim 2010, Antalya, İZMİR, Ekim 2010
Mungan S, Şerbetçioğlu M, Şener T, Gürkan S, Durmuş Bayrak S, Eniseler AG, Kırkım G, Mutlu B, "Farklı konuşmayı tanıma yüzdelerinde A tipi davranış ve öfke profillerinin analizi", 32. Türk-Ulusal Kulak Burun Boğaz Baş Boyun Cerrahisi Kongresi, Poster bildiri, 27 Ekim-31 Ekim 2010, Antalya-Türkiye, İZMİR, Ekim 2010,

Düzenleme Tarihi :09/08/2011