



**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK
LİSANS
TEZİ**

**ERKEN YAŞTAKİ ÇOCUKLARDA
İŞİTMENİN KONUŞMA SESLERİYLE
DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILAN
TÜRKÇE FONEMLERİN AKUSTİK
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

ÇİĞDEM ÖNEN

**KULAK BURUN BOĞAZ ANABİLİM DALI
ODYOLOJİ VE KONUŞMA SES BOZUKLUKLARI PROGRAMI**

MAYIS 2019



**ERKEN YAŞTAKİ ÇOCUKLARDA İŞİTMENİN KONUŞMA SESLERİYLE
DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILAN TÜRKE FONEMLERİN
AKUSTİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Çiğdem ÖNEN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
KULAK BURUN BOĞAZ ANABİLİM DALI
ODYOLOĞİ VE KONUŞMA SES BOZUKLUKLARI PROGRAMI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

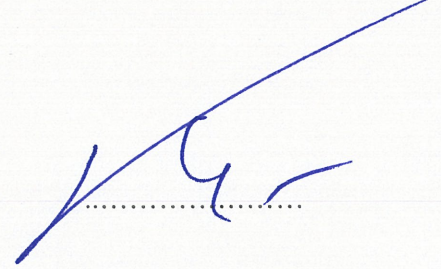
MAYIS 2019

Çiğdem ÖNEN tarafından hazırlanan “ERKEN YAŞTAKİ ÇOCUKLARDA İŞİTMENİN KONUŞMA SESLERİYLE DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILAN TÜRKÇE FONEMLERİN AKUSTİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ / ~~OY ÇOKLUĞU~~ ile Gazi Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Yusuf Kemal KEMALOĞLU

Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

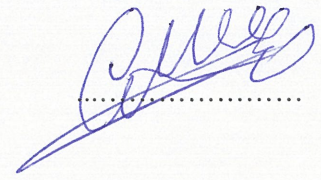
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum



İkinci Danışman: Doç. Dr. Güven MENGÜ

Edebiyat Fakültesi, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum



Başkan: Prof. Dr. Erol BELGİN

Sağlık Bilimleri Fakültesi, Medipol Üniversitesi

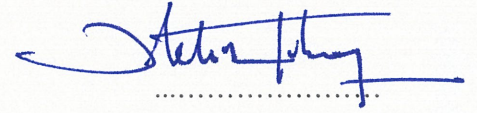
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum



Üye: Prof. Dr. Metin YILMAZ

Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

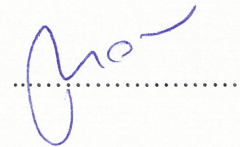
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum



Üye: Doç. Dr. Banu MÜJDECİ

Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum



Tez Savunma Tarihi: 31/05/2019

Jüri üyeleri tarafından YÜKSEK LİSANS tezi olarak uygun görülmüş olan bu tez Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mustafa ASLAN
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 - Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
 - Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
 - Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,
- bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.



Çiğdem ÖNEN

31/05/2019

ERKEN YAŞTAKİ ÇOCUKLARDA İŞİTMENİN KONUŞMA SESLERİYLE
DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILAN TÜRKÇE FONEMLERİN AKUSTİK
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Çiğdem ÖNEN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Mayıs 2019

ÖZET

İşitme kaybı, sık görülen doğumsal engellerdendir. Çocuklarda erken tanı ile işitme kaybının tipi ve derecesi belirlenmeli ardından işitme cihazı veya koklear implantın verimliliği izlenmelidir. Bu bağlamda işitmenin, konuşma sesleriyle değerlendirilmesinde geçerli ve güvenilir olarak kabul edilen Ling-6 Ses Testi, temel bir araç olarak yaygın bir şekilde kullanılır. Konuşmanın tüm frekans aralığını kapsadığı için altı Ling sesi (<a, u, i, m, s, ş>) tercih edilir. Bu araştırmanın amacı; erken yaştaki çocuklarda işitmenin konuşma sesleriyle değerlendirilmesinde kullanılan Türkçe [a, u, i, s, ş, m] harflerine karşı gelen fonemlerin akustik özelliklerini belirlemektir. Çocuklar, anne sesine ve anadillerine karşı daha duyarlıdır. Ayrıca, Türkiye'de odyoloji alanında bir kadın egemenliği vardır. Bu nedenle, çalışmamız, normal sese, konuşmaya ve işitmeye sahip, Çağdaş Türkiye Türkçesi (ÇTT) kullanan, 18-45 yaş arasındaki 51 kadın denek ile gerçekleştirilmiştir. Ses analiz programlarıyla deneklerin akustik ses analizi yapılmıştır. Ling seslerinin işitme seviyesinde enerjiye sahip olduğu frekans aralığı, <a> için 250-1500 Hz, <u> için 250-1000 Hz, <i> için 250-3000 Hz, <s> için 4000-15000 Hz, <ş> için 2000-13000 Hz ve <m> için 250-2000 Hz olarak bulunmuştur. Bulgular, <u> ve <m>'nin alçak frekansları (250-1000 Hz), <a>'nın orta frekansları (1000-1500 Hz), <i>'nin alçak (250-400 Hz) ve yüksek frekansları (2000-3000 Hz), <ş>'nin daha yüksek frekansları (2000-13000 Hz) ve <s>'nin çok daha yüksek frekansları (4000-15000 Hz) test etmek için kullanılabileceğini göstermiştir. Ling seslerinde mesafe ve pozisyon, şiddeti, şiddet de frekans aralığını etkilemektedir. Bu nedenle, Ling-6 Ses Testinin uygulanmasında bu durumların göz önünde bulundurulması ve bu testi gelecekte daha hızlı veya daha uygun yapabilecek özel yazılımların ve cihazların geliştirilmesi gerekir.

Bilim Kodu : 1043
Anahtar Kelimeler : Akustik analiz, konuşma odyometrisi, konuşma sesleri, Türkçe fonemler
Sayfa Adedi : 109
Danışman : Prof. Dr. Yusuf Kemal KEMALOĞLU
İkinci Danışman : Doç. Dr. Güven MENGÜ

DETERMINATION OF THE ACOUSTIC PROPERTIES OF TURKISH PHONEMES
USED FOR SPEECH TESTS IN THE HEARING EVALUATION OF INFANT-
TODDLERS

(M. Sc. Thesis)

Çiğdem ÖNEN

GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF HEALTH SCIENCES

May 2019

ABSTRACT

Hearing loss is one of the common congenital disabilities. The type and degree of hearing loss in children should be determined by early diagnoses and the efficiency of hearing aid or cochlear implant should also be monitored. Ling-6 Sound Test, which is accepted as valid and reliable in the evaluation of hearing with speech sounds, is widely used as a basic tool. Six Ling sounds (<a, u, i, m, s, ş>) are preferred since they cover all the frequency range of speech. The aim of this study is to determine the acoustic properties of the phonemes that correspond to the Turkish letters [a, u, i, s, ş, m] used for speech tests in the hearing evaluation of infant-toddlers. Children are more sensitive to their mother's voice and their mother tongue. On the other hand, audiology is a female-dominant field in Turkey. Therefore, our study is conducted with 51 Contemporary-Turkey-Turkish(CTT)-speaking female subjects who are aged between 18-45 and have normal hearing, voice and speech abilities. Acoustic sound analyses of the subjects were made via sound analysis programs. The frequency range in which the Ling sounds have energy at the hearing level was found to be 250-1500 Hz for <a>, 250-1000 Hz for <u>, 250-3000 Hz for <i>, 4000-15000 Hz for <s>, 2000-13000 Hz for <ş> and 250-2000 Hz for <m>. The findings show that <u> and <m> can be used to test low frequencies (250-1000 Hz), <a> can be used to test middle frequencies (1000-1500 Hz), <i> can be used to test low (250-400 Hz) and high frequencies (2000-3000 Hz), <ş> can be used to test higher frequencies (2000-13000 Hz) and <s> can be used to test much higher frequencies (4000-15000 Hz). Distance and position of the source affect the intensity in Ling sounds and the intensity of the stimuli affects the frequency range. Therefore, these circumstances should be taken into consideration to perform Ling-6 Sound Test and it's necessary to develop specific softwares and devices so that it can be applied more efficiently and conveniently in the future.

Science Code : 1043
Key Words : Acoustic analysis, speech audiometry, speech voices, Turkish phonemes
Page Number : 109
Supervisor : Prof. Dr. Yusuf Kemal KEMALOĞLU
Co-Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Güven MENGÜ

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca kıymetli bilgi, birikim ve tecrübelerini benimle paylaşan ve ihtiyaç duyduğum her durumda desteğini benden esirgemeyen tez danışmanım, saygıdeğer hocam Prof. Dr. Yusuf Kemal KEMALOĞLU'na,

Tez çalışmam süresince samimiyeti ve güler yüzlülüğüyle yardım ve desteğini esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerini paylaşan değerli hocam Doç. Dr. Güven MENGÜ'ye,

Tez çalışmalarımın sürdürülmesinde yol gösterici ve yardımcı olan; bilgisi, ilgisi ve tecrübesi ile odyoloji eğitimim boyunca bana kattığı kıymetli bilgi ve bakış açısı için değerli hocam Doç. Dr. Çağrı GÖKDOĞAN'a,

Bilgi birikimi ve deneyimleri ile yolumu aydınlatan, yetişmemde emeği geçen ve eğitimim boyunca desteğini hissettiren değerli hocam Dr. Ody. Şenay ALTINYAY, Uzm. Ody. Elçin ORÇAN, Uzm. Ody. Sibel TURHAN, Arş. Gör. Şadiye BACIK TIRANK ve Arş. Gör. Güzide ULUSKAR ATALIK'a,

Ses analiz odasının düzenlenmesinde verdiği emekler ve tez sürecindeki değerli katkıları için Tugay Rifat DUYAR'a, bilgi birikimi ile yardımlarını esirgemeyen Uzm. Dr. Alper KUTALMIŞ TÜRKCAN'a ve destekleri ile yanımda olan Arş. Gör. Elif TUNÇ SONGUR, Özge Nur UZ, Arş. Gör. Hakan GÖLAÇ ve Özlem BEŞİK'e,

Yüksek lisans eğitimim süresince eğitimime ve yaşamıma olan tüm katkıları, sabrı ve sevgisinden dolayı değerli eşim Yunus Emre ÖNEN'e ve üzerimde sonsuz emekleri olan annem Nazmiye PARLAK, babam İsmet PARLAK ve tüm aileme, tezimde emeği geçen bütün çalışma arkadaşlarıma ve Gazi Üniversitesi Odyoloji Kliniği'nin bütün çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

| | Sayfa |
|---|--------------|
| ÖZET | iv |
| ABSTRACT..... | v |
| TEŞEKKÜR..... | vi |
| İÇİNDEKİLER | vii |
| ÇİZELGELERİN LİSTESİ..... | ix |
| ŞEKİLLERİN LİSTESİ | x |
| RESİMLERİN LİSTESİ | xi |
| SİMGELER VE KISALTMALAR..... | xii |
| 1. GİRİŞ..... | 1 |
| 2. GENEL BİLGİLER | 3 |
| 2.1. Ses ve Sesin Fiziksel Özellikleri | 3 |
| 2.1.1. Frekans | 3 |
| 2.1.2. Şiddet..... | 4 |
| 2.2. İnsan Sesi..... | 5 |
| 2.2.1. İnsan sesinin şiddetinin değerlendirilmesi | 6 |
| 2.2.2. İnsan sesinin frekansının değerlendirilmesi | 7 |
| 2.2.3. Ses kalitesi..... | 9 |
| 2.3. Konuşma Sesi..... | 16 |
| 2.3.1. Konuşma seslerinin akustik analizi | 22 |
| 2.4. İşitme Sisteminin Yapı ve Fizyolojisi | 24 |
| 2.4.1. Periferel işitsel sistem | 24 |
| 2.4.2. Santral işitsel sistem..... | 29 |
| 2.5. Çocuklarda İşitmenin Değerlendirilmesi | 30 |
| 2.5.1. Pediatrik odyolojide kullanılan subjektif değerlendirmeler | 31 |
| 2.5.2. Pediatrik odyolojide kullanılan objektif testler | 32 |

| | Sayfa |
|--|--------------|
| 2.5.3. Çocuklarda konuşma uyararı ile yapılan değerlendirmeler | 36 |
| 2.5.4. Ling seslerinin kullanımı..... | 37 |
| 3. YÖNTEM VE ARAÇLAR..... | 41 |
| 3.1. Çalışmanın Yürütüldüğü Birim..... | 41 |
| 3.2. Araştırmanın Modeli | 41 |
| 3.3. Çalışma Grubu..... | 41 |
| 3.3.1. Çalışma grubu içleme kriterleri..... | 41 |
| 3.3.2. Çalışma grubu dışlama kriterleri..... | 41 |
| 3.4. Verilerin Toplanma Araçları ve Değerlendirilmesi..... | 42 |
| 3.4.1. Veri toplama araçları..... | 42 |
| 3.4.2. Veri işlenmesi ve istatistiksel yöntem..... | 47 |
| 4. BULGULAR | 49 |
| 5. TARTIŞMA..... | 67 |
| 6. SONUÇ VE ÖNERİLER | 83 |
| KAYNAKLAR | 85 |
| EKLER..... | 99 |
| EK-1. Etik kurul onayı..... | 100 |
| EK-2. “Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar” İçin Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu..... | 103 |
| EK-3. Katılımcı Değerlendirme Formu (KDF) | 106 |
| EK-4. Ses Handikap Endeksi-10 (SHE-10)..... | 107 |
| ÖZGEÇMİŞ | 108 |

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

| Çizelge | Sayfa |
|--|--------------|
| Çizelge 2.1. Genç ve orta yaşlı kadın yetişkinler için Praat parametrelerinin değerleri | 15 |
| Çizelge 2.2. Türkçenin ünlü alofonları | 20 |
| Çizelge 2.3. Türkçenin ünsüzleri | 21 |
| Çizelge 4.1. Katılımcıların demografik özelliklerine ait bilgiler | 49 |
| Çizelge 4.2. Katılımcıların ses kalitesi parametreleri | 50 |
| Çizelge 4.3. Ünlülerin akustik değerleri | 51 |
| Çizelge 4.4. Ling seslerinin şiddet değerleri..... | 53 |
| Çizelge 4.5. <m> konuşma sesinin Praat ile elde edilen akustik değerleri..... | 53 |
| Çizelge 4.6. <m> konuşma sesinin frekans ve genlik değerleri | 54 |
| Çizelge 4.7. <s> konuşma sesinin 15 dB SPL'den daha yüksek ses enerjisinin frekans dağılımı..... | 57 |
| Çizelge 4.8. <ş> konuşma sesinin 15 dB SPL'den daha yüksek ses enerjisinin frekans dağılımı..... | 59 |
| Çizelge 5.1. Amerikan İngilizcesi ünlülerinin kadınlardaki f1 ve f2 frekansları..... | 70 |

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

| Şekil | Sayfa |
|---|-------|
| Şekil 2.1. Bir saf ses dalganın şematik çizimi | 3 |
| Şekil 4.1. Formant frekans değerlerine dayalı ünlü dörtgeni..... | 52 |
| Şekil 4.2. (a) <a> konuşma sesi dB SPL-frekans dağılımı, (b) dB HL-frekans dağılımı (Praat)..... | 62 |
| Şekil 4.3. (a) <u> konuşma sesi dB SPL-frekans dağılımı, (b) dB HL-frekans dağılımı (Praat)..... | 62 |
| Şekil 4.4. (a) <i> konuşma sesi dB SPL-frekans dağılımı, (b) dB HL-frekans dağılımı (Praat)..... | 62 |
| Şekil 4.5. (a) <m> konuşma sesi dB SPL-frekans dağılımı, (b) dB HL-frekans dağılımı (Praat)..... | 63 |
| Şekil 4.6. (a) <m> konuşma sesi dB SPL-frekans dağılımı, (b) dB HL-frekans dağılımı (3BKAP) | 63 |
| Şekil 4.7. (a) <s> konuşma sesi dB SPL-frekans dağılımı, (b) dB HL-frekans dağılımı (3BKAP) | 63 |
| Şekil 4.8. (a) <ş> konuşma sesi dB SPL-frekans dağılımı, (b) dB HL-frekans dağılımı (3BKAP) | 64 |
| Şekil 4.9. <a, u, i, m> konuşma seslerinin odyogram üzerindeki dağılımı..... | 64 |
| Şekil 4.10. Ling-6 sesin odyogram üzerindeki dağılımı | 65 |

RESİMLERİN LİSTESİ

| Resim | Sayfa |
|--|--------------|
| Resim 3.1. Konuşmacının ve mikrofonun konumu | 44 |
| Resim 3.2. Taşıyıcı cümle ile beraber tek heceli sözcüklerin konuşmacıya sunulduğu powerpoint ekran görüntüsü..... | 44 |
| Resim 3.3. Ünlülerin yalın söyleminde örnek olarak gösterilen sözcüklerin ve yalın fonemlerin konuşmacıya sunulduğu powerpoint ekran görüntüsü | 45 |
| Resim 3.4. (a) Filtrelenmemiş ses dosyası, (b) 70 Hz’de filtrelenmiş ses dosyası | 46 |
| Resim 4.1. (a) <m> konuşma sesi spektrum örneği, (b) spektogram örneği | 55 |
| Resim 4.2. (a) <i>mum</i> sözcüğünün dalga formu örneği, (b) spektrum örneği..... | 56 |
| Resim 4.3. <i>mum</i> sözcüğünün spektogram örneği..... | 56 |
| Resim 4.4. (a) <s> konuşma sesi spektrum örneği, (b) spektogram örneği..... | 58 |
| Resim 4.5. (a) <i>sis</i> sözcüğünün dalga formu örneği, (b) spektrum örneği | 58 |
| Resim 4.6. <i>sis</i> sözcüğünün spektogram örneği | 59 |
| Resim 4.7. (a) <ş> konuşma sesi spektrum örneği, (b) spektogram örneği..... | 60 |
| Resim 4.8. <i>şış</i> sözcüğünün dalga formu örneği, (b) spektrum örneği..... | 60 |
| Resim 4.9. <i>şış</i> sözcüğünün spektogram örneği | 61 |
| Resim 5.1. Selen (1979)’de yer alan sözcüklerin spektogram görüntüleri | 73 |
| Resim 5.2. <i>Türkçenin Ses Dizgesi</i> kitabında yer alan sözcüklerin spektogram görüntüleri..... | 74 |

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

| Simgeler | Açıklamalar |
|-----------------------|---|
| B | Bell |
| dB | Desibel |
| Cps | Cycle per second (saniyedeki titreşim sayısı) |
| cm | Santimetre |
| cm² | Santimetre kare |
| F₀ | Temel frekans |
| f₁ | 1. formantın frekansı |
| f₂ | 2. formantın frekansı |
| f₃ | 3. formantın frekansı |
| f₄ | 4. formantın frekansı |
| f₅ | 5. formantın frekansı |
| Hz | Hertz |
| kHz | Kilo Hertz |
| m² | Metre kare |
| mm | Milimetre |
| mm² | Milimetre kare |
| msn | Mili saniye |
| µs | Mikrosaniye |
| Pa | PASCAL |
| sn | Saniye |
| W | Watt |
| λ | Dalga boyu |

Kısaltmalar**Açıklamalar**

| | |
|---------------|--|
| ABR | Auditory Brainstem Responce |
| ANSI | American National Standarts Institute |
| APQ | Amplitude Perturbation Quotient |
| ARE | Akustik Refleks Eşiği |
| CAEP | Cortical Auditory Evoked Potentials |
| CAPE-V | Consensus Auditory Perceptual Evaluation-Voice |
| CSL | Computerized Speech Laboratory |
| ÇTT | Çağdaş Türkiye Türkçesi |
| dB HL | Desibel Hearing Level |
| dB SPL | Desibel Sound Pressure Level |
| DKK | Dış Kulak Kanalı |
| DPOAE | Distortion Product Otoacoustic Emission |
| DTH | Dış Tüy Hücreleri |
| DUV | Degree of Voiceless |
| DVB | Degree of Voice Breaks |
| FFT | Fast Fourier Transform |
| GRBAS | Grade, Roughness, Breathiness, Astheny, Strain |
| HNR | Harmonic-to-Noise Ratio |
| IPA | International Phonetic Alphabet |
| ISO | International Standarts Association |
| İTH | İç Tüy Hücreleri |
| KBB | Kulak Burun Boğaz |
| KDF | Katılımcı Değerlendirme Formu |
| LFR | Larengofarengeal Reflü |
| LPC | Linear Predictive Coding |
| Max | Maksimum |
| MDVP | Multi-Dimensional Voice Program |
| Min | Minimum |
| NNE | Normalized Noise Energy |
| NHR | Noise-to-Harmonic Ratio |
| NUV | Number of Unvoiced Segments |
| NVB | Number of Voice Breaks |

Kısaltmalar**Açıklamalar**

| | |
|---------------|---|
| OAE | Otoacoustic Emission |
| Ort | Ortalama |
| PPQ | Pitch Perturbation Quotient |
| RAP | Relative Average Perturbation |
| RMS | Root Mean Square |
| SAT | Speech Awareness Threshold |
| SD | Speech Discrimination |
| SHE-10 | Ses Handikap Endeksi-10 |
| SİYKÖ | Türkçe Sesle İlişkili Yaşam Kalitesi Ölçeği |
| SOC | Superior Olivary Complex |
| SPI | Soft Phonation Index |
| sPPQ | Smoothed Pitch Perturbation Quotient |
| SRT | Speech Reception Threshold |
| Std | Standart Deviasyon |
| TEOAE | Transient Evoked Otoacoustic Emission |
| ÜSYE | Üst Solunum Yolu Enfeksiyonları |
| vFo | Fundamental Frekans Varyasyonu |
| VHI-10 | Voice Handicap Index-10 |
| V-RQOL | Voice-Related Quality of Life |
| VTI | Voice Turbulance Index |
| Wav | Waveform Audio File Format |
| 3BKAP | Üç Boyutlu Ses Konuşma Analiz Programı |

1. GİRİŞ

Dinleme, konuşma dilini öğrenmenin temelidir (Easterbrooks ve Estes, 2007: 13). Konuşma algısı ile konuşma üretimi arasında çift yönlü bir gelişim söz konusudur ve sözlü dil gelişimi, işitme ve aktif dinleme deneyimleri ile olmaktadır (Cole ve Flexer, 2007: 20).

İşitme kaybı, oldukça sık görülen doğumsal engellerdendir (Kemaloğlu, 2015: 200). Çocuklarda erken tanı ile işitme kaybının tipi ve derecesi belirlenmeli ardından da cihazlama ve cihazlamanın verimliliği dikkatle takip edilmelidir (Şahlı ve Belgin, 2006). Çünkü konuşmayı ayırt etme becerisi işitme kaybının artışıyla düşer (Nittrouer ve Boothroyd, 1990). Bu durum; çocukların konuşma, dil, sosyal, duygusal, zihinsel ve akademik gelişimini olumsuz yönde etkiler (Ching, 2013: 29).

İnsan kulağı, konuşmanın akustiğini algılayan ve analiz eden en etkili duyu organıdır (Cole ve Flexer, 2007: 183). Konuşma sesinin akustik özelliklerini, özellikle de seslerin formant frekanslarını analiz etmek oldukça önemlidir. Bu analizler, çocuğun duyabileceği ya da duyamayacağı sesleri öğrenmemize yardım eder (Easterbrooks ve Estes, 2007: 154). Konuşma iletişiminin akustiğini iyi anlamak, en etkili rehabilitasyon stratejilerini teşvik etmede de oldukça önemlidir (Giguère, 2013: 19). Konuşmada sesleri ayırt edebilmek ve fark edebilmek için en azından birinci ve ikinci formantları (f_1 ve f_2) algılamaya ihtiyaç duyulur (Easterbrooks ve Estes, 2007: 155). Konuşmanın akustik özelliklerini bilen odyolog, işitme cihazlarının performans özelliklerini mantıksal olarak ve hassas bir şekilde bireylerin ihtiyaçlarına göre seçebilir veya değiştirebilir ve böylece en ideal amplifikasyonu sağlayabilir (Ling, 1989: 90).

İşitmenin, konuşma sesleriyle değerlendirilmesinde Ling Ses Testi, klinisyenler tarafından temel bir araç olarak yaygın bir şekilde kullanılır (Glista, Scollie, Moodie, Easwar ve The Network of Pediatric Audiologists of Canada, 2014) ve araştırmacılar tarafından geçerli ve güvenilir olarak kabul edilir (Agung, Purdy ve Kitamura, 2005). Konuşma dilinin tüm frekans aralığını kapsadığı için altı Ling sesi (<a, u, i, m, s, ş>) tercih edilir ve her bir ses, seslendirme yerine ve yöntemine bağlı olarak, birbirinden farklı akustik örüntülere sahiptir (Glista ve diğerleri, 2014; Scollie ve diğerleri, 2012).

Bugüne kadar işitmenin konuşma sesleriyle değerlendirilmesinde kullanılan Türkçe fonemlerin akustik özellikleri belirlenmemiştir. Daniel Ling, konuşma seslerini kullanarak işitsel değerlendirme yapmayı geliştirmiştir; ancak yapılan çalışmaların İngilizce olmasından ve Türkçe ile İngilizce ses değerlerinin birbirinden farklılıklar göstermesinden dolayı yabancı kaynaklardaki konuşma akustik değerlerini esas alarak Türkçe ile işitsel değerlendirme yapmak, işitme frekanslarının değerlendirilmesinde hatalara yol açabilir. Ayrıca, Çağdaş Türkiye Türkçesi (ÇTT)'nde kadın sesiyle yapılan çalışma sayısı az ve denek sayıları da sınırlıdır. Buna karşın odyoloji alanında çalışanların çoğu kadındır; hem yeterli kadın sesi verisi olmadığından hem de kadın sesinin biyolojik değişkenliği nedeniyle, odyolojide konuşma sesleriyle yapılan testlerde, kayıtlı erkek sesi kullanılması önerilmektedir; ancak küçük çocukların annelerinin sesine daha duyarlı olmaları sebebiyle hem tanıda hem de işitme cihazı ve koklear implant ayarlarının yapılmasında konuşma seslerini annelerinin seslendirmesi tercih edilmektedir (Kennedy ve diğerleri, 2006; Saito ve diğerleri, 2019). Bu nedenle, bu çalışmada, ÇTT konuşan doğurgan çağdaki (18-45 yaş arası) kadınların objektif ses analizi cihazları kullanılarak ses analizleri yapılmıştır.

Bu araştırmanın amacı; erken yaştaki çocuklarda işitmenin konuşma sesleriyle değerlendirilmesinde kullanılan Türkçe [a, u, i, s, ş, m] harflerine karşı gelen fonemlerin akustik özelliklerini belirlemektir.

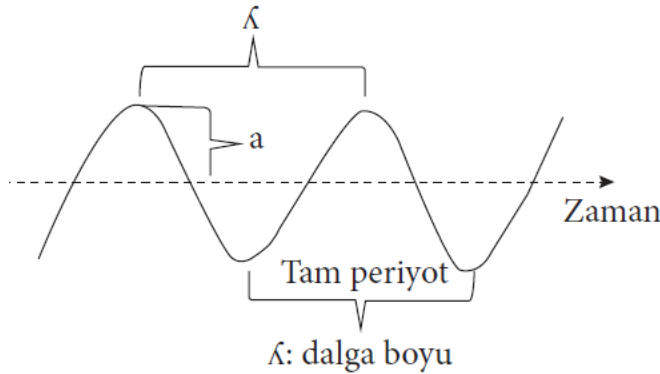
2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ses ve Sesin Fiziksel Özellikleri

Ses; hava, katı ve sıvı ortamlardaki zamana bağlı basınç değişimi olarak ifade edilir (Fastl ve Zwicker, 2007: 1; Stach, 2010: 42). Sesin frekans, şiddet ve süre olmak üzere üç özelliği vardır.

2.1.1. Frekans

Saniyedeki periyot veya titreşim sayısına frekans denir ve birimi cps (cycle per second-saniyedeki titreşim sayısı) veya Hertz (Hz) olarak gösterilir (Belgin, 2015a: 20). Bir titreşim, tam bir periyodu tamamlayan salınım olarak geçer ve bu sırada molekülün aldığı mesafe de dalga boyu (λ)'dur. Frekans, titreşimin dalga boyuyla ters orantılıdır (Kemaloğlu, 2017: 3). Periyodun süresi uzadıkça bir döngüyü tamamlamak için gereken süre artar, frekans azalır. Periyodun süresi kısaldığında ise bir döngüyü tamamlamak için gereken süre azalır, frekans artar (Behrman, 2007: 37).



Şekil 2.1. Bir saf ses dalgasının şematik çizimi (Kemaloğlu, 2017: 3)

Tek bir frekansta titreşen ses dalgasına saf ses denir. Her iki yöndeki hareketin toplamı tam bir periyodu oluşturur ve $frekans = dalga\ boyu(\lambda)/zaman$ bağıntısı kullanılır. Titreşimin amplitüdü (a) ise sesin şiddetini (titreştirilebilen molekül sayısını) gösterir (Kemaloğlu, 2017: 3).

İnsan kulağı atmosferdeki bütün titreşimleri duyamaz, 20-20000 Hz arasındaki ses dalgalarını algılar ve insan kulağının farklı frekansları işitebildiği ses şiddeti (dB SPL-Sound

Pressure Level) o frekans için “işitilebilirlik seviyesi” olarak geçer (Kemaloğlu, 2017: 3). Odyolojide “işitilebilirlik seviyesi” için dB HL (Hearing Level) skalası kullanılır. ISO-1964 (International Standards Association) standartlarına göre 0,5 kHz’de 10,1 dB SPL, 1 kHz’de 7,2 dB SPL, 2 kHz’de 9,5 dB SPL, 4 kHz’de 8,3 dB SPL, 6 kHz’de 10 dB SPL ve 8 kHz’de 15,3 dB SPL seviyesindeki ses şiddeti işitilir. 1000 Hz’de SPL cinsinden bir sesin, insan kulağı tarafından 0 dB HL olarak hissedilmesi için 7,2 dB SPL’den düşülür ve düşüldükten sonra geriye kalan HL’i verir (Belgin, 2015a: 24). Normal işitmeye sahip kişilerde bütün frekanslarda 0 dB HL düzeyinde işitme beklenir (Belgin, 2015a: 23). Ancak ilerleyen yaş, fiziksel etkenler ve gürültü maruziyeti ile işitme hassasiyeti özellikle yüksek frekanslarda azalır ve işitme aralığı daralabilir (Fastl ve Zwicker, 2007: 22).

2.1.2. Şiddet

Şiddete birim alandaki güç denir. Güç, watt (W) cinsinden ifade edilir. Ölçüm alanı ise metre kare olduğundan şiddet, W/m² olarak gösterilir. Şiddet veya güç, ses basıncının amplitüdünün karesi olarak artar (Behrman, 2007: 38).

Kulağın değişen amplitüde sahip sinyallere verdiği yanıt doğrusal değildir. Bunu basit bir şekilde ve niceliksel olarak ifade edebilmek için logaritmaları kullanmaya ihtiyaç duyarız. Çünkü geniş aralıklı sayılar, geniş bir alanı kapsamayan logaritmalara ve eşit oranlardaki adımlar, eşit adımlarla farklılaşan logaritmalara sahiptir (Berg ve Stork, 2005: 153).

Şiddet, bir sesin diğerine göre göreceli gücü olarak ölçülür. Konuşma şiddeti, logaritmalarda ifade edilen akustik güçlerin bir oranıdır ve desibel ses basınç seviyesinde (dB SPL) ölçülür (Behrman, 2007: 39-40).

Ses kaynaklarının neden olduğu ses basınçlarındaki geçici değişimler, atmosfer basıncının büyüklüğüne göre oldukça küçüktür. Ses basıncı birimi PASCAL (Pa)’dır ve psikoakustikte, 10⁻⁵ Pa (mutlak eşik) ve 10² Pa (ağrı eşiği) arasındaki ses basıncının değerleri önemlidir. Böyle geniş bir ses basıncı yelpazesi ile baş edebilmek için ses basıncı seviyesi (L) kullanılır. Ses basıncı ve ses basıncı seviyesi için $L = 20 \log(p/p_0)$ dB bağıntısı kullanılır. p_0 ses basıncının referans değeri; $p_0 = 20 \mu Pa$ ’dır.

Düzlemsel dalgalarda, ses basıncı seviyesi ve ses şiddeti seviyesi için;

$L = 20 \log(p/p_0)$ dB = $10 \log(I/I_0)$ dB bağıntısı kullanılır (Fastl ve Zwicker, 2007: 1).

I : sesin mutlak şiddeti

I_0 : işitme eşiğinin mutlak şiddeti (10^{-12} W/m²)

I/I_0 : sesin işitme eşiğine göre bağıl şiddetidir. Bu oranın logaritması alınarak bağıl şiddetler çok daha dar alana sıkıştırılır ve böylelikle tanımlanan fonksiyonun birimi (“B” simgesiyle gösterilen “Bell”) oldukça büyüktür. Yani algılanabilen en küçük değişikliğe yakın bir ölçü değildir. Bu nedenle, “Bell” biriminin onda biri olan “desibel (dB)” tercih edilir. Desibel algılanabilen en küçük değişime yakın bir birimdir (Zeren, 2007: 140-141).

Ses şiddeti düzeyi, $10\log(I/I_0)$ bağıntısında dB olarak hesaplanır. Bağıntıdaki 10 çarpanı, Bell’i desibel’e çevirir.

İşitme eşiği ses şiddeti düzeyi 0 dB, acı duyma eşiği ise 120 dB olur. Dolayısıyla, rahatlıkla algılanabilen seslerin ses şiddeti düzeyi 0-120 dB aralığıdır (Zeren, 2007: 140).

Özellikle, çevre gürültüsü ve akustik alanında yapılan çalışmalarda sesin şiddeti, ortamdaki toplam ses enerjisiyle değil, “ağırlıklama” yöntemi ile hesaplanır. En yaygın kullanılan ağırlıklama yöntemleri; dBA, dBB, dBC ve dBD’dir. dB SPL, mevcut olan sesin tüm enerjisini ifade ederken dBA, rahat duyulan sesi ifade eder. Bu bağlamda da işitme sistemimizin duyarlı olduğu 1-5 kHz frekans aralığının etkisini öne çıkartırken aralık dışındaki frekansların enerjisini azaltarak hesaba katar (Çalışkan, 2004: 26).

2.2. İnsan Sesi

İnsan sesi, duygu ve düşüncelerin ifade edilmesi için gerekli her türlü yapıyı barındıran bir iletişim aracıdır (Evren, 2013).

Akciğerlerden gelen değişik güçteki hava akımının vokal kordlarda vibrasyonu başlatmasıyla oluşan fiziksel ve fizyolojik ses üretimi olayına fonasyon denir (Aronson ve Bless, 2009: 8; Belgin, 2002). Vibrasyon, basit bir şekilde geri ve ileri hareket olarak tanımlanabilir (Behrman, 2007: 27). Fonasyon sırasında vokal kordların vibrasyonu, pasif bir olay olarak karşımıza çıkar (Behrman, 2007: 147-148) ve fonasyon, miyoelastik-aerodinamik teoriye göre oluşur. Vokal kordların periyodik olarak açılıp kapanması; bu yapının kütlesi, gerginliği ve nefes verme sırasında dışarıya verilen havanın oluşturduğu

aerodinamik güçlerin etkileşimi ile meydana gelir. Akciğerlerden gelen hava, subglottik basıncı artırır ve vokal kordlar açılır. Vokal kordların iç elastik gerilimiyle ve vokal kordlar arasından geçen havanın, emme gücü oluşturduğu Bernoulli etkisiyle basınç azalır, glottis kapanır. Bu şekilde glottisin açılıp kapanması için geçen süreye glottal siklus denir. Bu siklus tekrarlanır ve vokal kordlar vibrasyon yapar (Kılıç, 2002). Vokal kord vibrasyonu, dudakların aralarından hava üflenerek titreşebilmelerine oldukça benzerdir. Dudaklar, trompet ya da trombon gibi bir piriç enstrümanı çalanlar tarafından bu şekilde titreşir (Ashby ve Maidment, 2005: 23).

F0 (temel frekans) kontrolünü anlamak için de vokal kordların hareketi, müzikal bir enstrümanın tellerine benzetilebilir. Büyük müzik enstrümanları daha küçük enstrümanlardan daha düşük tonlar üretir. Bir telin titreştiği frekans; telin gerilimine, yoğunluğuna (birim hacim başına kütle) ve uzunluğuna bağlıdır. Telli bir müzikal enstrümanda, gerilim, yoğunluk ve uzunluk birbirinden ayrı olabilir. Bir bas viyolonsel, daha hızlı titreşen ve daha yüksek bir ton üreten bir kemanın kısa tellerinden daha yavaş titreşen (dolayısıyla daha düşük bir ses üreten) çok uzun tellere sahiptir. Başka bir ifadeyle; tel kısaldığında, kütle azaldığında ya da gerginlik arttığında daha yüksek F0 elde edilir. Bu nedenle, daha uzun ve daha kalın olan vokal kordların daha kısa ve daha ince olanlara göre daha yavaş bir şekilde titreşeceği düşünülebilir (Behrman, 2007: 156). Fonasyon ile oluşan insan sesi, konuşma seslerinin esas enerjisini oluşturur ve bu ses enerjisinin üst hava yollarında şekillenmesiyle konuşma sesi meydana gelir.

2.2.1. İnsan sesinin şiddetinin değerlendirilmesi

İnsan sesi de diğer sesler gibi ses basıncı birimleriyle (dyn/cm^2), ortamdaki ses basıncı değişimi de logaritmik bir değer olan dB ile ölçülebilir. Ancak, insan sesinin şiddetinin algısal yönü de önemlidir. Gürlük (*loudness*), insan sesinin şiddetinin birey tarafından nasıl algılandığını ifade eden öznel bir değerlendirmedir. Daha önce de belirttiğimiz gibi; insan kulağının duyarlılığı frekansa bağlıdır. Bu nedenle, 60 dB SPL’de olan farklı frekanslardaki iki basınç dalgası eşit gürlüğe sahip olarak algılanmaz. Farklı frekanslardaki gürlüğün değerlendirilmesinde referans frekans olarak 1000 Hz saf sesteki şiddetinin algısını esas alan psikoakustik bir ölçek (fon, *phon*) kullanılır. Diğer frekanslarda, 1000 Hz’deki 60 dB’ye eşit olarak algılanan bir ses için 60 fonluk bir gürlüğe sahip olduğu söylenir (Behrman, 2007: 44).

Şiddet için başka bir ölçek ise *sone* ölçeğidir. Doğrusal bir ses ölçeği olarak oluşturulan ölçek, orkestra müziğinden türemiştir. Ses basıncındaki her 10 dB artış 1 sone artışına karşılık gelir (Behrman, 2007: 44).

İnsan sesinin şiddeti; subglottal basınç, glottik rezistans, vokal kordların kapanma zamanı ve derecesi, ses spektrumu ve hava akımı parametreleri ile bağlantılıdır. Subglottal basıncın artmasıyla vokal kord titreşimi esnasında glottal volüm hızı arttığında ve vokal kordların kapanma zamanı arttıkça basıncın yükselebilmesi için gereken zaman arttığında ses şiddeti de artar. Glottik rezistans, alçak frekanslı seslerde arttıkça ses şiddeti azalır. Ses spektrumundaki frekans bileşenlerine farklı frekansların eklenmesi ya da bu bileşenlerin amplitüdlerinin değiştirilmesi, ses şiddetinde değişiklik yapar (Nordenberg ve Sundberg, 2003). Hava akım özelliği de ses şiddetini değiştirir. Özellikle, yüksek frekanslı seslerde etkili olan hava akım hızı ile ses şiddeti arasında doğrusal bir orantı söz konusudur (Reuter, Orglmeister ve Herzel, 1999; Zeren, 2007: 191).

2.2.2. İnsan sesinin frekansının değerlendirilmesi

Tek bir frekansta enerjiyle titreşen nesne saf ses üretir. Basit harmonik hareket ve onun grafik gösterimi, sinüs dalgası saf sesi temsil eder.

Aynı anda eşit enerjiyle 200 Hz ve 500 Hz'de titreşen iki sinüzoid dalga birleştirildiğinde kompleks dalga formu elde edilir. Kompleks ses, farklı frekanslarda iki veya daha fazla sinüs dalgasından oluşan sestir ve bu sesin en düşük frekansı F_0 'dır.

Doğada az sayıda saf ses bulunmasına rağmen keman, piyano gibi müzik enstrümanları da dahil olmak üzere çoğu ses periyodik kompleks dalgalara sahiptir. İnsan sesini de kompleks bir periyodik dalga olarak ele alabiliriz (Behrman, 2007: 46). Kompleks bir tondaki frekansların sayısı ve amplitüdü ise spektrum olarak ifade edilir (Colton, Casper ve Leonard, 2006: 398).

İnsan sesi, konuşma dışında fısıltı, çığlık veya inleme olarak da duyulursa da bunlarda konuşma seslerini kullanarak yapılan değerlendirmeler ile elde edilen ölçüler esas alınır. Bu nedenle de larenkte fonasyon ile elde edilen insan sesini konuşma sırasında oluşan frekans ve şiddet değişiminden ayırarak değerlendirmek zordur ve sadece glottografi ile bu

değerlendirme yapılabilir. Glottografi, vokal kord vibrasyonunun görüntüsünü yüksek hızlı fotoğraflama veya video ile elde eder (Olthoff, Woywod ve Kruse, 2007).

İnsan sesi, yukarıda da anlatıldığı gibi, vokal kordların rezonansı ile bir ana frekans ve harmoniklerden oluşan bir kompleks ses olarak meydana gelir. Vokal kordların bir saniyedeki titreşim miktarına (glottisin saniyedeki açılma ve kapanma siklus (*cycle*) sayısı) eşit olan ve en yüksek enerjiyi taşıyan frekans, temel frekansıdır (Amir ve diğerleri, 2006; Kılıç, 2002; R. Kent, Vorperian, J. Kent ve Duffy, 2003). Ancak; bu sırada oluşan ses, yukarıda bahsedildiği gibi, bir saf ses olmayıp vibrasyon ile ortaya çıkan harmonikleri olan bir sestir.

Kulağımız, tüm frekans seviyelerinde frekans değişikliğine eşit derecede duyarlı değildir (Behrman, 2007: 44). İnsan kulağı, düşük frekanslara daha az duyarlıyken yaklaşık 3-4 kHz'de maksimum duyarlılığa sahiptir (Behrman, 2007: 45). Fastl ve Zwicker (2007) ve Syrdal ve Gopal (1986) çalışmaları ile insan kulağının frekans bağlamında seçiciliği kritik Bark bantları ile ortaya konulmuştur. Bu nedenle, özellikle müzikte insan sesinin, insan kulağında ve beyninde şekillenen algısal karşılığı için perde (*pitch*) olarak isimlendirilen diğer bir ölçüm sistemi de kullanılır (Aronson ve Bless, 2009: 2; Behrman, 2007: 43; Stach, 2010: 93). Perde, bir sesin işitme sistemimizde uyandırdığı tizlik peslik duygusunu ifade eder. Frekans arttıkça perde yükselir (ses tizleşir), frekans azaldıkça perde düşer (ses pesleşir). Frekans aynı kaldığında ise titreşen sistem önemli olmaksızın aynı perde algılanır (Zeren, 2007: 52).

Glottis düzeyindeki ses, temel frekans ile temel frekansın harmonik denilen katlarından oluşur. 120 Hz temel frekansa sahip olan sesin üst harmonikleri 240, 360, 480 Hz şeklinde devam eder (Kılıç, 2002). Vokal kordun yapısı, yaşa ve cinsiyete göre farklılık gösterdiği için F0 oranlarında değişiklikler görülür. Vokal kordların kitlesi ile F0 ters orantılıdır ve yaşla beraber F0 da düşer. Vokal kordun gerginliği artırıldığında, subglottal basıç artırıldığında ve larenks depresyonunda F0 artar. Larenks elevasyonunda ise F0 azalır (Amir ve diğerleri, 2006).

F0, yetişkin erkeklerde yaklaşık 100-140 Hz, yetişkin kadınlarda ise yaklaşık 180-240 Hz aralığındadır (Giguère, 2013: 20; Hollien ve Shipp, 1972; Saxman ve Burk, 1967; Stoicheff, 1981). Çocuklarda yaşla beraber F0 değeri hızlı bir şekilde azalır. Yeni doğanlarda yaklaşık

400-500 Hz, 3-4 yaşında yaklaşık 300 Hz ve cinsiyete özgü değerlere ulaşmadan ergenlik öncesi 10 yaşında ise yaklaşık 250 Hz'dir (Awan ve Mueller, 1996; Giguère, 2013: 20-21; Horii, 1983; Morris, 1997).

2.2.3. Ses kalitesi

Ses kalitesi, sesin perdesi ve gürülüğünün ötesinde algısal bir özelliktir. Ses kalitesi algısı, birçok faktörden etkilenen öznel bir olgu olmasının dışında kısmen larengeal dinamikler ve onun akustik özellikleri ile açıklanabilir (Behrman, 2007: 168).

Solunum organları ve vokal kordların uyumlu bir şekilde çalışması ve vokal kordların supraglottik bölgede hava kaçışına izin vermeden, düzgün ve eşit aralıklarla titreşmesi ses kalitesini ifade eder (Kılıç, 2002).

Ses kalitesi, vokal kordların düzenli titreşimine bağlıdır (Colton ve diğerleri, 2006: 398; Karamürsel, Dursun ve Satı, 2004; Plant, 2005). Vokal kordların titreşiminde açılma ve kapanma fazları arasındaki denge bozulduğunda, kompleks ses dalgasındaki harmonik ve gürültü oranı değişir ve ses kalitesinde farklılıklar meydana gelir (Dejonckere, 2000). Aynı zamanda, konuşma yolunun şekline ve rezonansına bağlı olarak da ses kalitesi değişir (Colton ve diğerleri, 2006: 398).

Sesin kalitesi, akustik ve algısal olarak değerlendirilebilir. Anormal ses kalitesinin algısal karşılığı; ses kısıklığı, seste düzensizlik, nefeslilik, zayıflık, gerginlik, perde ve gürlük gibi subjektif değerlendirmeleri içerir. Bu değerlendirmeler, klinisyenler tarafından en sık kullanılan GRBAS (*Grade, Roughness, Breathiness, Astheny, Strain*) ve CAPE-V (*Consensus Auditory Perceptual Evaluation-Voice*) gibi subjektif değerlendirmelerle (Nemr ve diğerleri, 2012) ve hastanın kendisi tarafından doldurulan V-RQOL (*Voice-Related Quality of Life*) (Hogikyan ve Sethuraman, 1999) ve VHI-10 (*Voice Handicap Index-10*) (Rosen, Lee, Osborne, Zullo ve Murry, 2004) gibi yaşam kalitesini ölçen subjektif ölçeklerle yapılabilir. VRQOL ölçeğinin Türkçe adaptasyonu SİYKÖ (Türkçe Sesle İlişkili Yaşam Kalitesi Ölçeği) (Tezcaner ve Aksoy, 2017); VHI ölçeğinin Türkçe adaptasyonu ise SHE-10 (Ses Handikap Endeksi-10) (Kılıç ve diğerleri, 2008) olarak yapılmıştır. Anormal ses kalitesinin akustik karşılığı ise frekans pertürbasyonu (Jitter), amplitüd pertürbasyonu

(Shimmer), NHR (Gürültü-Harmonik Oranı), NNE (Normalize Gürütü Enerjisi) gibi akustik parametre değerlerinin normalden yüksek olması ile bulunabilir (Kılıç, 2002).

Frekans pertürbasyonu parametreleri

Temel frekansta istem dışı oluşan düzensizlikler, frekans pertürbasyonu ya da jitter olarak tanımlanır (Kılıç ve Okur, 2001). Jitter, jitta, RAP, PPQ, sPPQ ve vFo gibi frekans pertürbasyonu parametreleri vokal kord titreşiminin düzensizliğiyle ilgilidir (Bhuta, Patrick ve Garnett, 2004; Campisi, Tewfik, Blais, Husein, ve Sadeghi, 2000).

- *Mutlak jitter ((μ s), Jita)*: Analiz edilen ses örneğindeki her periyodun kendinden sonraki periyotla farkının mutlak değerinin ortalamasıdır. Birimi μ s'dir (Kılıç ve Okur, 2001). F0'a göre değişiklik gösterdiğinden güvenilir bulunmaz (Kılıç, 2010). Bu parametre Praat'ta jitter (local, absolute) olarak ölçülmektedir.

- *Yüzde jitter ((%), %Jitt)*: Mutlak jitterin temel frekansa bağlı değişiklik göstermemesi için mutlak jitterin ortalama periyoda bölünmesi ile hesaplanır (Kılıç ve diğerleri, 2004; Kılıç ve Okur, 2001; Niedzielska, 2005; Saarinen, Rihkanen, Lehtikoinen-Söderlund ve Sovijärvi, 2000; Silva, Oliveira ve Andrea, 2009). Birimi %'dir ve normal değeri %1'in altındadır (Kılıç, 2010). Jitter %, sikluslar arasında frekans değişikliklerini gösteren önemli bir parametredir. Sikluslar arasındaki frekans farkları aşırı olduğunda, jitter % yükselir ve sesin kalitesinin kaba ya da disfonik olduğu kabul edilir (Silva ve diğerleri, 2009). Bu parametre Praat'ta jitter (local) olarak ölçülmektedir.

- *Rölatif ortalama pertürbasyon (Relative average perturbation-RAP)*: Kayıt esnasında ses tremoruna ya da sesin aynı perdede tutulamamasına bağlı F0'da oluşan değişikliklerin jitter değerlerini etkilememesi için üç periyotluk düzeltme faktörü uygulanır. Ardışık iki periyot arasındaki fark yerine, ardışık üç periyodun ortalaması ve bu üç periyodun ortasında bulunan periyot arasındaki fark hesaba katılır (Kılıç, 2010). Bu parametre Praat'ta jitter (rap) olarak ölçülmektedir.

- *Perde pertürbasyon bölümü (Pitch perturbation quotient-PPQ)*: RAP'e benzerdir ancak burada beş periyotluk düzeltme faktörü uygulanır (Kılıç, 2010). Bu parametre Praat'ta jitter (ppq5) olarak ölçülmektedir.

- *Jitter (ddp, difference of differences of periods)*: RAP'nin üç katına denk gelen Praat'a özgü bir parametredir (Kılıç, 2010).

- *F0'in standart deviyasyonu (STD)*: Özellikle nörolojik hastalıklarda motor kontrolü bozulan larenkste, ses perdesinde dalgalanmalar olan hastalarda stdev F0'da artma gözlenir (Kılıç ve Okur, 2001). Bu parametre Praat'ta stdev F0 olarak ölçülmektedir.

Amplitüd pertürbasyonu parametreleri

“Shimmer” olarak adlandırılan amplitüd pertürbasyonu desibel (dB) veya yüzde (%) olarak ifade edilir (Kılıç ve Okur, 2001). Amplitüd pertürbasyonun ölçülmesinde ses şiddeti baz alınır ve shimmer, ses sinyallerindeki istem dışı oluşan çok kısa süreli amplitüd değişimlerini gösterir (Sarıca ve diğerleri, 2017).

- *Mutlak shimmer ((dB), ShdB)*: Her periyodun tepe amplitüdü ile bir sonraki periyodun tepe amplitüdü karşılaştırılarak bulunan değerlerin ortalaması alınır ve dB cinsinden hesaplanır (Kılıç, 2010; Saarinen ve diğerleri, 2000). Bu parametre Praat'ta shimmer (local, dB) olarak ölçülmektedir.

- *Yüzde shimmer ((%), Shim)*: Her periyodun kendinden sonraki periyotla arasındaki şiddet farkının mutlak değerinin ortalaması, ortalama periyot şiddetine bölünerek bulunur (Kılıç ve diğerleri, 2004; Kılıç ve Okur, 2001; Niedzielska, 2005). Yüzde shimmer'in normal değeri %3'ün altındadır (Kılıç, 2010). Bu parametre Praat'ta shimmer (local) olarak ölçülmektedir.

- *Amplitüd pertürbasyon bölümü (Amplitude perturbation quotient-APQ)*: Ses şiddetinin isteğe bağlı veya istemsiz olarak yavaş yavaş artmasının ya da azalmasının neden olduğu shimmer değerinin yükselmesini önlemek için uygulanan on bir periyotluk düzeltme faktörüdür (Kılıç ve diğerleri, 2004; Kılıç ve Okur, 2001; Xue ve Deliyiski, 2001; Xue ve Fucci, 2000). Bu parametre Praat'ta shimmer (apq11) olarak ölçülmektedir.

- *Üç düzeltme faktörlü shimmer*: Üç periyotluk düzeltme faktörü uygulanan parametredir. Bu parametre Praat'ta shimmer (apq3) olarak ölçülmektedir.

- *Beş düzeltme faktörlü shimmer*: Beş periyotluk düzeltme faktörü uygulanan parametredir. Bu parametre Praat'ta shimmer (apq5) olarak ölçülmektedir.

- *Shimmer (ddp, difference of differences of periods)*: apq3'ün üç katına denk gelen Praat'a özgü bir parametredir (Kılıç, 2010).

Sesteki gürültü miktarını ölçen parametreler (Spektral parametreler)

- *Harmonik gürültü oranı (Harmonic-to-Noise Ratio, HNR)*: Temel frekans ve harmoniklerin toplam enerjisinin gürültü enerjisine oranıdır. Birimi dB'dir ve değerinin yüksek olması sesteki gürültü oranının düşük olduğunu gösterir (Kılıç, 2010). Bu parametre Praat'ta ortalama HNR olarak ölçülmektedir.

- *Gürültü harmonik oranı (Noise-to-Harmonic Ratio, NHR)*: HNR'nin modifiye edilmiş halidir (Kılıç, 2010). 1500-4500 Hz arasındaki harmonik olmayan enerjinin, 70-4500 Hz aralığındaki harmonik enerjiye olan ortalama oranıdır ve analiz edilen sinyaldeki gürültü varlığının genel bir değerlendirmesini içerir (amplitüd ve frekans değişimleri, türbülans gürültüsü, subharmonik bileşenler ve ses kırılmaları gibi) (Xue ve Deliyski, 2001).

Bu oran ile vokal kordların çalışma biçimleri özellikle de kapanma durumları ile ilgili bilgiler edinilir (Oller, 2008: 9) Normal seste gürültü oranı düşükken vokal kord titreşimi bozulduğunda veya vokal kord civarında gürültü kaynağı olduğunda yükselir (Colton ve diğerleri, 2006: 256). Bu parametre Praat'ta ortalama NHR olarak ölçülmektedir.

- *Normalize gürültü enerjisi (Normalized Noise Energy, NNE)*: Harmonik enerjiden toplam enerjinin çıkarılması ile hesaplanır. Birimi dB ve değeri (-)'dir. Gürültü miktarı arttığında değeri yükselerek sifira yaklaşır. Bu parametre Praat'ta ölçülmemektedir.

- *Ses türbülansı endeksi (Voice Turbulance Index, VTI)*: Yüksek frekanslı gürültüyü gösterir (Kılıç, 2010). 2800-5800 Hz arasındaki spektral harmonik olmayan yüksek frekanslı enerjinin, 70-4500 Hz arasındaki spektral harmonik enerjiye olan ortalama oranıdır. Çoğunlukla vokal kord kapanmasının yetersizliği ile ortaya çıkan türbülans ile korelasyon gösterir (Sarıca ve diğerleri, 2017; Xue ve Deliyski, 2001).

- *Yumuşak fonasyon endeksi (Soft Phonation Index, SPI)*: Düşük frekanslı harmonik enerjinin (70 Hz-1600 Hz), yüksek frekanslı (1600 Hz-4500 Hz) harmonik enerjiye olan ortalama oranıdır. Hipofonksiyonel disfonilerde değeri yükselir (Kılıç, 2010). SPI'nın yükselmesi, fonasyon sırasında vokal kordların kapanmasının yetersiz olduğunun bir

göstergesi olabilir. SPI, ünlü formant yapısına çok duyarlıdır, çünkü yüksek frekanslı düşük enerjili ünlüler daha yüksek bir SPI ile sonuçlanır.

Ötüm parametreleri

- *Ötümsüzlük derecesi (Degree of Voiceless, DUV)*: Analiz edilen ses örneğindeki ötümsüz segment oranını gösterir (Kılıç, 2010). 1 sn'lik ses dalgası 0,01 sn'lik 100 ayrı pencereye bölündüğünde seçilen eşik değerinin altında atımı olan pencerelerin toplam sayısıdır (Farrús, Hernando ve Ejarque, 2007). Bu parametre Praat'ta fraction of locally unvoiced frames olarak ölçülmektedir.

- *Ses kırılması derecesi (Degree of Voice Breaks, DVB)*: Ötümsüz segmentler toplamının toplam süreye oranını gösterir. Bu parametre Praat'ta degree of voice breaks olarak ölçülmektedir.

- *Ötümsüz segment sayısı (Number of Unvoiced Segments, NUV)*: Analiz edilen ses örneğindeki ötümsüz segment sayısını verir. Bu parametre Praat'ta ölçülmemektedir.

- *Ses kırılması sayısı (Number of Voice Breaks, NVB)*: Analiz edilen ses örneğindeki ses kırılması sayısını verir (Kılıç, 2010). Bu parametre Praat'ta number of voice breaks olarak ölçülmektedir.

Akustik parametreler, değişik programlarla ve değişik kayıt teknikleri ile farklı değerlerde hesaplanabilir. Bu nedenle, yapılan çalışmalarda kullanılan kayıt tekniği standardize edilmelidir (Sarıca ve diğerleri, 2017). Ses bozukluğu olmayan insanlarda da belirli oranda amplitüd ve frekans değişkenliği görülebilir. Normal fonasyonda ortalama amplitüd değişimi, genellikle 0,5 dB veya ses sinyalinin %5'inden daha fazla değildir. Anormal yüksek jitter ve shimmer seviyeleri, algılanan ses kalitesindeki bozukluk ile kuvvetli bir şekilde korelasyon içerisindedir. Ancak, kayıt sırasında kişi normal sesinden daha yüksek veya kısık seste kayıt verirse jitter ve shimmer sonuçları farklı olabilir. Bu nedenle, ölçüm yaparken dikkatli olunmalıdır (Dworkin ve Meleca, 1997; 42, 54).

Akustik ses analiz programları son yıllarda oldukça sık kullanılan etkili, nesnel ve hızlı bir ses değerlendirme yöntemidir (Campisi ve diğerleri, 2000; Eadie ve Doyle, 2005; Godino-Llorente, Saenz-Lechon, Osma-Ruiz, Aguilera-Navarro ve Gomez-Vilda, 2006; Nayak,

Bhat, Acharya ve Aithal, 2005). Bilgisayar destekli pek çok akustik ses analizi; CSL, Dr Speech, C Speech, Visi-Pitch, Praat gibi programlarla yapılmaktadır (Maryn, Corthals, De Bodt, Van Cauwenberge ve Deliyski, 2009).

Kay Elemetrics firması tarafından 1990'lı yılların başında satışa sunulan, CSL (Computerized Speech Lab, KayPentax, Montvalle, NJ, USA) sistemi üzerinde çalışan MDVP (Multi-Dimensional Voice Program, Kay Elemetrics Corp., Pine Brook, NJ, USA), ses kalitesinin niceliksel akustik değerlendirmesi için kullanılan güçlü bir yazılım programıdır (Kent ve diğerleri, 2003; Mora ve diğerleri, 2009).

Amsterdam Üniversitesi Fonetik Bilimler Bölümü'nden Paul Boersma ve David Weenink tarafından geliştirilen Praat yazılımı ise dünyanın her yerinden birçok klinisyen, dilbilimci ve diğer bilim insanları tarafından kullanılan, fonetik incelemelere yönelik, sürekli güncellenen, başarılı bir algoritma içeren ve herkesin kullanımına açık bir programdır (Boersma ve Weenink, 2001; Oğuz, Kılıç ve Şafak, 2011). Karşılaştırmalı klinik çalışmalarda, Praat'ın patolojik sesleri normal seslerden ayırt etmede çok başarılı olduğu gösterilmiştir (Oğuz ve diğerleri, 2006; Oğuz ve diğerleri, 2007a, 2007b). Praat ile sesin temel frekans, şiddet, jitter, shimmer, noise-to-harmonics ratio (NHR) gibi parametreleri ölçülebilmektedir ve sık kullanılan üç farklı ses analiz programlarına (Dr. Speech, MDVP, Praat) göre Praat programında frekans ve amplitüd bozulma (pertürbasyon) değerleri ortam gürültüsünden daha az etkilenmektedir (Kılıç, Oğuz ve Öğüt, 2011).

Sarıca ve diğerleri (2017) tarafından yapılan çalışmada, MDVP ile Praat programları arasında F0'da çok güçlü korelasyon; frekans ve amplitüd pertürbasyon parametrelerinde çok iyi bir korelasyon bulunmuştur (Sarıca ve diğerleri, 2017). Oğuz ve diğerleri (2011) tarafından yapılan çalışmada ise yine Praat ve MDVP karşılaştırılmıştır ve ortalama F0 ile shimmer değerleri arasında anlamlı fark bulunmazken jitter ve gürültü harmonik oranı değerlerinde anlamlı fark bulunmuştur (Oğuz, Kılıç ve Şafak, 2011).

Praat programının hasta ve kontrol bireylerdeki analiz sonuçlarının en sık kullanılan ses analiz programları ile olan yüksek korelasyon ilişkisi, programının ücretsiz oluşu ve programlama diline sahip olması diğer programlara göre avantaj olarak görülmüştür (Sarıca ve diğerleri, 2017). Çizelge 2.1'de çeşitli çalışmalardan elde edilen genç ve orta yaşlı kadın yetişkinler için Praat parametrelerinin değerleri verilmiştir.

Çizelge 2.1. Genç ve orta yaşlı kadın yetişkinler için Praat parametrelerinin değerleri

| Praat Parametreleri | Oğuz ve diğerleri (2006) | Oğuz ve diğerleri (2007a) | Brockmann ve diğerleri (2008) | Brockmann ve diğerleri (2011) | Saltürk ve diğerleri (2016) |
|-----------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| | ort±std | ort±std | ort (%95 GA) | ort (%95 GA) | ort±std |
| Ortalama F0 (Hz) | 239,85±41,38 | 256,60±47,52 | 211 (204–217) | 214 (209–218) | 198,23±14,34 |
| Jitter local (%) | 0,29±0,14 | 0,30±0,16 | 0,36 (0,32–0,39) | 0,37 (0,33–0,40) | — |
| Jitter local abs (µs) | 12 64±731 | 1,227±770 | — | — | 1,40±0,17 |
| Jitter rap (%) | 0,15±0,08 | 0,17±0,01 | — | — | — |
| Jitter ppq (%) | 0,16±0,08 | 0,17±0,10 | — | — | — |
| Shimmer local (%) | 4,58±2,45 | 4,42±2,49 | — | — | — |
| Shimmer local (dB) | 0,42±0,23 | 0,40±0,24 | 0,50 (0,46–0,55) | 0,46 (0,41–0,51) | 0,35±0,09 |
| Shimmer apq3 (%) | 2,47±1,39 | 2,37±1,35 | — | — | — |
| Shimmer apq5 (%) | 2,98±1,60 | 2,98±1,90 | — | — | — |
| Ortalama NHR | — | 0,016±0,013 | — | — | 0,49±0,19 |
| Şiddet (dB) | 70,85±45,4 | 70,21±5,17 | 72,5 (71,4–73,6) | 73,2 (72,3–74,1) | — |

Not: ort = ortalama, std = standart deviasyon, GA = güven aralığı

İnsan sesinin kalitesini bozan özel durumlar

Vokal kordların titreşiminde temel unsur mukozal dalgadır. Mukoz bezler, vokal kord mukozasını nemlendirip mukozada kayganlık oluşturarak mukozal dalgalanma hareketini düzenler (Başerer ve Ertaş, 2005). Mukozal dalgalanmanın bozulmasına neden olan organik ya da fonksiyonel etkenler, sesin kalitesine zarar vererek sesin akustik parametrelerinde değişikliğine yol açabilir.

Kadınların menstruasyondan 4-5 gün önce premenstruel vokal sendrom ve menapoz döneminde de menapozal vokal sendrom olarak adlandırılan ses değişiklikleri yaşayabilecekleri üzerinde durulmuştur (J. Abitbol, P. Abitbol ve B. Abitbol, 1999). Premenstruel dönemde istenmeyen bazı hataları önleyebilmek için akustik analiz yapılmaması önerilmiştir (Tatar ve diğerleri, 2016). Menstrual dönemde, östrojen seviyesindeki azalma ile vokal kordların bağ dokusu içeriğindeki değişiklikler, mukozal sekresyonların karakterleri ve kas tonisitesi, özellikle ses stabilitesinde azalma gibi ses değişikliklerine neden olabilir (Abitbol ve diğerleri, 1999).

Hamilelik döneminde olan ve olmayan sağlıklı kişilerden alınan ses kayıtları karşılaştırıldığında, akustik analiz sonuçlarında önemli bir fark görülmezken üçüncü trimesterde maksimum fonasyon zamanının azaldığı ve VHI-10 puanlarının yükseldiği belirtilmiştir (Saltürk ve diğerleri, 2016).

Bunun dışında sesin yanlış ve/veya aşırı kullanımı, ilaçlar (sempatomimetikler, parasempatolitikler, dekonjestanlar, antihistaminikler, antiparkinsonlar, kodeinli antitussifler, sedatifler, inhale steroidler, cinsiyet hormonları, aşırı C vitamini vs.), larenks patolojileri, nörolojik hastalıklar, otoimmün hastalıklar, endokrin sistem hastalıkları, yaşam tarzı ve alışkanlıklar (sigara ve alkol kullanımı, aşırı kafeinli, yağlı, asitli gıda alımı vs.) ses kalitesini etkiler. Sigara içenlerde Reinke ödemi, infiltratif larenks tümörleri gibi ses kalitesini etkileyen rahatsızlıklar ile sıklıkla karşılaşılır. Ayrıca, sigara; larenks mukozasında sekresyonun vizkozitesinin artmasına, mukozal kuruluğa ve beraberinde boğaz temizleme ihtiyacına neden olarak ses kalitesini etkiler. Alkol de sigara gibi mukozal kuruluğa neden olabilir (Başerer ve Ertaş, 2005).

Kullanım hataları dışında ses kalitesini en çok bozan klinik durumlar; üst solunum yolu enfeksiyonları (ÜSYE) ve larengofarengeal reflüdür (LFR). ÜSYE, geçici ses kaybına yol açmasına karşın LFR hastalarında belirgin kronik ses bozuklukları görülebilir (Lechien ve diğerleri, 2017). LFR hastalarının jitter (Oğuz ve diğerleri, 2007b; Pribuisiene, Uloza, Kupcinskas ve Jonaitis, 2006), shimmer ve VTI değerlerinde önemli farklılıklar bulunmuştur (Akyıldız, Öğüt, Varış, Kirazlı ve Bor, 2012).

2.3. Konuşma Sesi

Dili ifade etmenin en etkin yolu konuşmadır. Konuşma seslerinin ana kaynağı ve asıl titreşimin ortaya çıktığı yer larenkstir (Aronson ve Bless, 2009: 1). Akciğerlerden içeri ve dışarı olan hava akımı, vokal kordlarda ses dalgalarını oluşturarak çene, dudaklar, dil, yumuşak damak, farinks duvarlarının konumuyla belirlenen üst hava yolunda (konuşma yolu) filtrasyona ve rezonansa uğrayarak konuşma seslerini ortaya çıkarır (Netsel, 2001). Konuşma sesleri; heceler, anlamlı kelimeler ve cümleler oluşturmak için ağızımızdan çıkardığımız birimlerdir. Bu sesbirimler yan yana gelerek heceleri, bir veya daha fazla hece bir araya gelerek anlam taşıyan sözcükleri ve sözcükler bir araya gelerek cümleleri oluşturur ve iletişim aracımız olan konuşma dili ortaya çıkar (Evren, 2013).

Konuşma dili; eğitim durumu, sosyal çevre gibi sosyolojik ve kültürel faktörlerden etkilenmektedir (Buran, 2002). Ülkemizde ise konuşma dili olarak ölçünlü Türkçe bağlamında İstanbul ağızı kabul görmektedir (Oral, 1994; 243-246). Bir şive içinde bulunan, söyleyiş farklılıklarına dayanan küçük kollara ve bir yerin çeşitli bölge veya illerinin sözcükleri söyleyişleri açısından farklı konuşmalarına ağız denir (Demir, 2006: 123).

Dil, yapısal katmanlardan oluşmaktadır ve dilin her bir katmanına dilbilimsel seviye (linguistic level) denir ve bu seviye; sesbilimsel (fonoloji), biçimbilimsel (morfoloji), sözdizimsel (sentaks) ve anlambilimsel (semantik) olarak bölümlere ayrılır (Demirci, 2011; Konrot, 2011: 239). Yapısal olarak işin temelini fonoloji, fonolojinin temelini fonem ve fonem analizi de dil analizinin ilk adımını oluşturur (Demirci, 2011).

Bir dilde anlam ayırt edici konuşma seslerine fonem (sesbirim) (Ball, 2016: 2; Ergenç, 2002: 25); anlam farkı yaratmayan konuşma seslerine ise alofon (alt sesbirim) adı verilir. Fonoloji, bir dildeki konuşma seslerini ve bu seslerin anlam aktarma işlevlerini, dağılımlarını ve diziliş kurallarını inceleyen bir bilim dalıdır (Korkmaz, 2005: 323; Topbaş, 2011: 32). Bu bağlamda, fonem ve alofon ayrımı fonolojinin konusudur; fonetik (sesbilgisi) ise dillerden bağımsız bir şekilde evrensel olarak seslerin fiziksel özelliklerini ve nasıl üretildiklerini inceleyen bir bilim dalıdır. Temeli algısal değerlendirmeye dayanmakla birlikte (dinleyiş fonetiği) fonetik, günümüzde “Fast Fourier Transform (FFT)” yöntemine dayanan akustik analizler ile incelenmektedir (Akustik fonetik).

Konuşma seslerinin yazıya dönüştürülmesi için Uluslararası Fonetik Alfabe (International Phonetic Alphabet (IPA)) geliştirilmiştir. Birçok dilin fonem ve alofonları IPA’da bulunur ve fonemler, belirli sembollerle iki eğik çizgi arasına (/ʃ/, /dʒ/ gibi); alofonlar ise köşeli parantez arasına ([ʌ], [ɔ] gibi) yazılır. “< >” sembolü, herhangi bir fonem ve alofon tanımlama yapmadan yazıbirim imi (<a>, <ş> gibi) olarak kullanılır (Ergenç ve Bekâr Uzun, 2017: 12). Bu tezde bir araştırmacının verileri alınırken, daima o araştırmacının kullandığı sembol tercih edilmiştir.

Fonemler çoğunlukla harf ile karıştırılır. Harf yazı diline aittir ve konuşma dilinde harf terimi kullanılmaz (Efendioğlu ve İşcan, 2010; Topbaş, 2007: 569). Türkçede 8 ünlü ve 21 ünsüz olmak üzere toplam 29 harf vardır ancak IPA’da Türkçenin sesleri /p, b, v, f, t, d, m, n, s, ʃ, z, ʧ, dʒ, ɫ, l, c, ʝ, k, g, ɣ, h, j, ʒ, r, e, a, i, u, y, u, œ, o/ olmak üzere 32 fonemdir (Zimmer ve

Orgun, 2007: 154-155). Türkçede (g, k, l) harfleri ince (/j, c, l/) ve kalın (/g, k, l/) olarak nitelendirilen çift foneme sahiptir. Böylelikle, ölçünlü Türkiye Türkçesi ünsüz fonem sayısı 24 olur. Türkçenin çok sayıda ünlü ve ünsüz alofonları vardır (Efendioğlu ve İşcan, 2010).

Ünlüler

Ünlüler, ünsüzlere oranla hava akımının daha az bir dereceyle engellenmesiyle diğer bir ifadeyle havanın konuşma yolu boyunca daha serbest şekilde ilerlemesiyle oluşur ve ünsüzler gibi karşılaştıkları engele göre değil dilin ağız içindeki konumuna ve dudakların durumuna göre tanımlanır (Özsoy, 2004: 4, 10).

Dilin yüksekliğine (dikey konumuna) göre ünlüler denildiğinde artikülasyon esnasında dilin kabarıklık bölümünün ağız tavanına olan uzaklığı kastedilir. Bu uzaklık, dilin yükseldiği ünlülerde (yüksek ünlülerde) kapalı/dar, dilin alçaldığı ünlülerde (alçak ünlülerde) ise açık/geniş olarak geçer. Ayrıca, bu uzaklığın görece az olduğu ya da çok olduğu ünlüler yarı kapalı/yarı açık gibi adlandırılabilir. En kapalı olan ünlü [i], en açık olan ünlü ise [a]'dır ve dilin bunların arasındaki bir yere kadar yükseldiği durumdaki ünlülerin konumu, orta olarak geçer (Ashby ve Maidment, 2005: 70-72).

Dilin önde/arkada oluşuna göre ünlüler, dilin ağız boşluğunda yatay bir düzeyde bulunduğu noktaya göre ağız boşluğunun ön, orta ve arka şeklinde üçe ayrılmasıyla adlandırılır. Ağızın ön tarafına doğru hareketiyle oluşan ünlüler ön ünlüler, ağızın arkasına doğru hareketiyle oluşan ünlüler arka ünlüler, ağızın ortasında oluşan ünlüler ise orta ünlüler olarak geçer. Türkçede <e, i, ü, ö> ön ünlüler, <a, ı, o, u> ise arka ünlülerdir (Özsoy, 2004: 10).

Dudakların biçimine göre ünlüler ile hava akımının ağız boşluğundan çıkarken dudakların aldığı biçim kastedilir. Dudaklar yuvarlak iken oluşanlar yuvarlak ünlü, dudaklar düz iken oluşanlar ise düz ünlü olarak isimlendirilir. Türkçede <a, e, ı, i> düz ünlüler, <o, ö, u, ü> ise yuvarlak ünlülerdir (Özsoy, 2004: 10, 44).

Bu sınıflandırmalara ek olarak Türkçenin ses özellikleri bakımından ünlüler, gerginlik düzeyine ve süreye göre de sınıflandırılabilir. Süresine göre ünlüler, uzun ve kısa olarak ayrılır. Türkçedeki ünlüler, ğ'nin etkisiyle veya ondan ayrı olarak oluşan uzun türlere sahiptir. Uzunluk, fonetik alfabede [:] sembolü ile ifade edilir. Kasların gerilim düzeyine

göre ünlüler ise gergin ve gevşek olarak ayrılır. Ses yolunda neredeyse hiçbir daralmanın olmadığı doğal pozisyonda (dil düzenli bir tümsek halinde, dil ucu serbest ve alt çene hafif şekilde aralık) üretilen *schwa* [ə] sesine nötr ünlü denir ve nötr ünlü pozisyonuna yaklaşan ünlüler gevşek, uzaklaşan ünlüler ise gergin olarak nitelendirilebilir. Gevşek ünlüler, gergin ünlülere göre genellikle daha yüksek f1'e ve daha düşük f2'ye sahiptir (Yılmaz Davutoğlu, 2010).

Ünlülerin sınıflandırılmasında kullanılan tanımlar dilden dile değişiklik gösterdiği için ünlü dörtgenleri kullanılır ve bu sayede diller arasında yaklaşık bir karşılaştırma yapılabilir. Ünlü dörtgeninde, dilin ağız tavanına ve dudaklara olan uzaklığını gösteren, ön-arka ve kapalı-açık şeklinde iki boyut temsil edilir (Demircan, 1979: 59).

Ünlülerin üretimi sırasında vokal kord vibrasyonu olduğu için ünlüler, ötümlü sesler olarak geçer (Ashby ve Maidment, 2005: 30) ve F0 ile harmoniklerinden oluşan ham sesin konuşma yolunda işlenmesiyle meydana gelir. Her ünlünün beş formantı olmakla birlikte, ilk iki veya üç formantı en önemlileridir. f1 yutak boşluğunda, f2 ise ağız boşluğunda oluşur. Genellikle alçak ünlüler yüksek f1 frekansına sahipken, yüksek ünlüler düşük f1 frekansına sahiptir. Arkadaki ünlüler, düşük f2 frekansındadır ve f2-f1 farkı küçüktür. Öndeki ünlüler, yüksek f2 frekansındadır ve f2-f1 farkı büyüktür. <i> ünlüsündeki gibi ön ünlülerde dilin öne gelmesiyle yutak boşluğu artar ve f1 azalır, ağız boşluğu azaldığı için de f2 artar. <u> ünlüsündeki gibi yuvarlak ünlülerde dudaklar öne doğru uzar, ağız boşluğu genişler ve f2 azalır. Dolayısıyla, ünlülerin oluşturulmasında dil konumunu tahmin edebilmek için formantlardan faydalanılabilir ve bu amaçla genellikle F0, f1, f2 ve f3 formantları kullanılır (Kılıç, 2003).

Yılmaz Davutoğlu (2010)'nun ünlüler için formant ölçümüne dayalı yaptığı kapsamlı çalışmasında, istatistiksel analize göre anlamlı olarak birbirinden ayrılan 21 alofon grubu ve bu alofonlardan bazılarına ait uzun ünlüler bulunmuştur. Buna göre Türkçenin ünlü alofonları Çizelge 2.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.2. Türkçenin ünlü alofonları

| Alofonlar | Sınıflandırma | Örnek |
|-----------|--------------------------------|--|
| [ɑ]-[ɑ:] | Açık, arka, düz | mal, hala, ahır - a:şık, a:ile |
| [a]-[a:] | Açık, arka-orta, düz | laf, ilân, hani - ya:ni, ala:ka |
| [ʌ] | Yarı-açık, arka, düz | çatı, yapmayın, yalı |
| [e]-[e:] | Yarı-kapalı, ön, düz | eğitim, zengin, temiz - me:mur, te:minat |
| [ɛ] | Yarı-kapalı, ön, düz, gevşek | tempo, kelime, tencere |
| [ɛ]-[ɛ:] | Yarı-kapalı, ön, düz | yelken, ben, dergâh - gideceğiz (gidice:z) |
| [ʊ]-[ʊ:] | Kapalı, arka-orta, düz | ısınma, sızı - sığ (sı:), çılgılık (çı:lık), |
| [ə] | Yarı-kapalı, orta, düz, gevşek | bakınca, sabır, acı |
| [ʊ] | Kapalı, arka-orta, düz | alayım (alıyım), yapayım (yapıyım) |
| [i]-[i:] | Kapalı ön, düz | aidat, siyah, kitap - hazi:ne, li:der |
| [ɪ] | Kapalı, ön, düz, gevşek | kelime, benzin, demli |
| [o]-[o:] | Yarı-kapalı, arka, yuvarlak | tohum, oyun - doğramak (do:ramak) |
| [ɔ] | Yarı-açık, arka, yuvarlak | sor, olmadan, org |
| [ɔ] | Yarı-açık, arka-orta, yuvarlak | lokum, rol, coşku |
| [ø]-[ø:] | Yarı-kapalı, ön, yuvarlak | özenti, jöle, söğüt - öğlen, öğrenci |
| [œ] | Yarı-açık, ön, yuvarlak | örgün, nötr, jön |
| [u]-[u:] | Kapalı, arka, yuvarlak | ulu, çuval, hukuk-umu:miyet, bu:(ğ)day |
| [o]-[o:] | Kapalı, arka-orta, yuvarlak | ucuz, yudum, rutubet - aşu:re, huşu: |
| [ʊ] | Kapalı, arka, yuvarlak, gevşek | muaf, dua, solgun |
| [y]-[y:] | Kapalı, ön, yuvarlak | küsur, güçlü, tüzük - düğme, gördüğü |
| [Y] | Kapalı, ön, yuvarlak, gevşek | gözlü, öngörü, zulüm |

Yılmaz Davutoğlu (2010) kaynağından uyarlanmıştır.

Ünsüzler

Ünsüzler, akciğerlerden gelen hava akımının konuşma organları tarafından engellenmesiyle oluşur ve oluşma noktasına, oluşma biçimine ve titreşim durumuna göre sınıflandırılır. Buna göre ünsüzlerin sınıflandırılması Çizelge 2.3'te gösterilmiştir.

- *Oluşma noktası*: Hava akımının engellendiği yeri belirtir. Alt dudak, alt diş ve dil, alt oluşturuçular olarak geçerken üst dudak, üst diş, dişyuvası, dişyuvası arkası, damak, öndamak, artdamak, küçük dil, boğaz ve gırtlak, üst oluşturuçular olarak geçer (Özsoy, 2004: 4).

- *Oluşma biçimi*: Hava akımının engelleme niteliğini gösterir. Alt ve üst oluşturuçuların hava akımını tamamen engellemelerinin ardından havanın aniden çıkmasıyla patlamalı ünsüzler, oluşturuçular arasındaki dar aralıktan havanın sızarak geçmesiyle sürtünmeli ünsüzler, başlangıç evresinde havanın tamamen engellenmesiyle ancak bitiş evresinde oluşturuçuların birbirinden ayrılırken havanın sızarak geçmesiyle patlamalı-sürtünmeli ünsüzler ve hava akımının burun boşluğundan çıkmasıyla genizsil ünsüzler oluşur. Hava akımının tamamen engellenmediği, dilin iki yanından çıktığı ünsüz yan akıcı ünsüz; havanın kıvrık dilucunu sıyırarak çıktığı ünsüz ise üstdamaksıl akıcı ünsüzdür. Hava akımının engellenme derecesinin en az olduğu ünsüz ise kayıcı ünsüz olarak geçer (Özsoy, 2004: 6-8).

- *Titreşim durumu*: Ünsüzler, üretimleri sırasında vokal kordlar fonasyonda olduğu gibi kapalıysa ve hava geçerken vokal kord vibrasyonu oluyorsa dolayısıyla, larenkste ses üretiliyorsa ötümlü, vokal kordlar açıksa, vibrasyon olmuyorsa ötümsüz olarak sınıflandırılır (Ashby ve Maidment, 2005: 30).

Çizelge 2.3. Türkçenin ünsüzleri

| | | dudaksıl | dişsil/ dudaksıl | dişsil | dişeti/ dişyuvasıl | öndamaksıl | damaksıl | artdamaksıl | gırtlaksıl |
|--------------------------|---------|----------|---------------------|--------|-----------------------|------------|----------|-------------|------------|
| patlamalı | ötümsüz | p | | t | | | c | | k |
| | ötümlü | b | | d | | | ç | | g |
| sürtünmeli | ötümsüz | | f | | s | ş | | | h |
| | ötümlü | | v | | z | ž | | | |
| patlamalı/ sürtünmeli | ötümsüz | | | | | ç | | | |
| | ötümlü | | | | | ğ | | | |
| genizsil | | m | | n | | | | | |
| akıcı | | | | l | | | | | ı |
| | | | | r | | | | | |
| kayıcı | | | | | | | j | | |

Özsoy (2004) kaynağından uyarlanmıştır.

Türkçenin ünsüz fonemlerinden /f/'nın (far-öfke), /k/'nın (kal-bak), /c/'nın (kil-bekle), /m/'nın (şam-şamfıstığı), /p/'nın (pala-tıpkı), /t/'nın (olta-atkı) ve /v/'nın (evet-vur) iki alofonu; /h/'nın (hayır-hiç-sabah), /n/'nın (ne-tango-yenge) ve /r/'nın (erken-ara-bir) ise üç alofonu vardır (Özsoy, 2004: 14-32).

Bu çalışmada kullanılan /m/ nazal ünsüzü, akustik açıdan ünlülere benzerken enerjisinin düşük olmasıyla farklılık gösterir. /m/ sesi temel frekans, formant frekansları, antiformant, spektral eğim parametreleri, süre ve şiddet gibi akustik özelliklere sahiptir. Yutak ve burun boşluklarında formantlar, ağız boşluğunda antiformant (500-4000 Hz arasında görülen enerji azalması) oluşur. Boğumlanma sırasında burun boşluğunun şeklinin değiştirilememesine bağlı kişisel farklılıkların oldukça öne çıkması, burun mukozasının soğurucu etkisiyle yüksek frekans bölgesinde genliğin azalması ve antiformant etkisiyle genlikte bölgesel azalma olması akustik incelemeyi zorlaştırır. En önemli akustik özelliği, bütün formantlarının genliğinde azalma, bant genişliğinde ise artma görülmesidir (Kılıç, 2018).

Bu çalışmada kullanılan /s/ ve /ʃ/ sürtünmeli ünsüzleri, ses yolunun daralmasıyla ortaya çıkar ve akustik olarak dar aralıktan geçen havanın meydana getirdiği girdap ve hızla akan havanın engele çarpma gürültüsünden oluşur. Ayrıca; genlik, süre, yalancı formantlar, ünlü başlangıç noktasındaki f2 değeri, frekans aralığı, spektral tepe yerleşim yeri, lokus denklemi ve spektral momentler gibi akustik özelliklere sahiptir (Kılıç, 2015).

2.3.1. Konuşma seslerinin akustik analizi

Akustik analiz, canlı veya kaydedilmiş ses ile yapıldığı için girişimsel olmayan işlem olarak geçer ve bilimsel çalışmaların kıyaslanmasına olanak sağlayan objektif veriler sunar (Aronson ve Bless, 2009: 140; Karamürsel ve Dursun, 2003).

Glottis düzeyinde üretilen sesin farinks, ağız ve burun gibi rezonatuar boşluklarda işlenerek, bu boşlukların hacmine ve duvarlarının gerginliğine göre bazı frekans bölgelerinde ses şiddetinin artması bazılarında ise zayıflaması şeklinde değişikliğe uğramasına rezonans denilir. Rezonans, sesin bireysel özellikleri ve kime ait olduğu konusunda bilgi verir (Kılıç, 2002). Formant frekansları ise konuşma yolunun rezonans frekansları olarak geçer. Şiddeti artan harmonikler, ünlülerin akustik karakteristiği olan formantları oluşturur. Her ünlünün dört veya beş formantı vardır (Niedzielska, 2005). İlk iki formantın ünlülerin

belirlenmesinden, 3. 4. ve 5. formantların sesin rengi veya tınısından sorumlu olduğu düşünülmektedir (Smith, Finnegan ve Karnell, 2005).

Bir konuşma sinyalinde mevcut olan formant frekanslar, akustik enerjinin güçlendirildiği spektral tepe bölgeleridir ve hem ünlülerin hem de ünsüzlerin algılanması için ipuçları sağlar (Story ve Bunton, 2016). Üst formantlar, konuşma sesinden daha çok konuşmacıya özgü nitelikleri gösterdiğinden konuşma tanıma çalışmaları için önemlidir. Formant frekansları, ses yolundaki şekil ve boyut farklılıklarına bağlı olarak değiştiğinden, formantlar, fonemlerin ayırımında kullanılmaktadır ve f1 ile f2 arasındaki ilişki, ünlülerin işitsel olarak tanınmasında önemli bir akustik ipucu sağlamaktadır (Jafari, Yadegari ve Jalaie, 2015).

Pek çok akustik analiz programları ile konuşma sesinin süre, frekans ve şiddet değerlerini elde etmek mümkündür. Bu bağlamda ilk ve hala kullanılan yöntem, FFT'ye dayanan spektrogramları oluşturmak ve yine FFT ve FFT üzerine geliştirilen LPC (Linear Predictive Coding) ile ses enerjisinin yoğunlaştığı frekans bölgelerini bulmaktır. Ünlülerde konuşma sesinin enerjisi bantlar halinde toplanırken (formantlar) ünsüzlerde ötümlü ve ötümsüzlük özelliğine göre farklılaşan frekans aralıkları ve özellikle yalancı formantlar ile ölçülebilir. Ünsüzlerde konuşma sesinin analizinde kullanılan diğer parametreler ise formant geçişi, karşı formant (antiformant), süre, şiddet, spektral momentler, spektral tepe yerleşim yeri ve ötümlü başlama zamanıdır (patlamalı seslerde, patlama ile vokal kordların titreşmeye başlama zamanı arasındaki ilişki) (Kılıç, 2011, 2012).

Spektrogram, ses basınç dalgasının frekansının ve şiddetinin zamanın bir fonksiyonu olarak grafik gösterimidir ve konuşma seslerinin analizinde en yaygın kullanılan araçlardan biridir. Spektrogramda yatay eksen süreyi, dikey eksen frekansı gösterir. Grinin tonları enerji yoğunluğu ile ilişkilidir ve şiddeti belirtir (Behrman, 2007: 252-253; Kılıç, 2011). Frekans ve zaman çözünürlüğüne göre geniş ve dar bant olmak üzere iki çeşit spektrogram vardır. Formantları incelemek için kullanılan geniş bant spektrogramlarda frekans çözünürlüğü düşük, zaman çözünürlüğü yüksektir ve formantlar, yatay olarak uzanan siyah bantlar, vokal kord vibrasyonu da dikey çizgiler şeklinde görülür. Dar bant spektrogramlarda, frekans çözünürlüğü yüksek, zaman çözünürlüğü düşüktür ve formantlar yatay şekilde uzanan ince çizgiler olarak görülür (Kılıç, 2011). Spektrogram, harmonik ve formant bilgilerinin dışında anormal ses kalitesi hakkında da bilgi verebilir. Normal ses sinyalinin harmonik ve

formantları iyi bir şekilde görülürken disfonik ses sinyalininki zayıf ve düzensiz bir şekilde görülür ve yüksek frekanslı gürültü içerir (Aronson ve Bless, 2009: 144).

Fourier analizi, yüksek hızlı dijital işleme ile karmaşık bir matematiksel işlem sunar (Behrman, 2007: 50). FFT, kısa süreli segmentler üzerinde ve seriler halinde uygulanır ve kaydedilmiş bir ses üzerinde seçilen belli bir bölgenin frekans bileşenlerini gösterir. Yatay ekseninde frekans, dikey ekseninde şiddet belirtilir ve gürültü analizi için uygundur (Kılıç, 2010, 2011). LPC’de formantlar, tepeler şeklinde görülür ve tepenin sivrilğine göre formantın bant genişliği azalır (Kılıç, 2011).

Fourier analizi ve LPC; zaman serisi dalga formunu, konuşma sinyalinin frekans bileşenlerinin ve ilgili amplitüdlerinin zaman içinde bir pencerede temsil edildiği frekans temelli bir spektruma dönüştürür. Fourier analizi, F0 ve harmoniklerinin amplitüdünü; LPC ise formant frekanslarının amplitüdünü gösterir. Fourier analizi periyodik bir sinyalin varsayımına dayanırken, LPC böyle bir varsayım yapmaz. Her iki yöntem de 350 Hz’in üzerindeki yüksek F0 analizinde hassasiyeti kaybeder. LPC, formantları ölçebilen ancak harmonik detayı olmayan bir spektrum zarfı sağlar. Fourier temelli spektrum, harmonik detay verir ancak spektrumdan formant bilgisi çıkarmak zordur. Genellikle Fourier temelli spektrum ve LPC spektrumu birlikte gösterilir ve ses kaynağı ile filtre işlevi bilgisini yorumlamak kolaylaşır (Behrman, 2007: 257).

2.4. İşitme Sisteminin Yapı ve Fizyolojisi

2.4.1. Periferik işitsel sistem

Atmosferde oluşan ses dalgaları; kulak kepçesi tarafından toplanır, dış kulakta ilerler, kulak zarını titreterek kemikçiklerin hareketini sağlar ve kokleada mekanik enerjiden elektrik enerjisine dönüştürülerek koklear sinir yoluyla beyin sapına, subkortikal yollarla serebral kortekse ulaştırılır. Ses dalgalarının beyindeki merkezlerde çözümlenip analiz edilmesiyle işitme gerçekleşir. Periferik işitme sistemi; dış kulak, orta kulak ve iç kulak bölümlerine ayrılarak incelenir (Belgin, 2015b: 27; Mills, Khariwala ve Weber, 2011: 1883).

Dış kulak

Dış kulak, kulak kepçesi ile kulak zarına kadar uzanan dış kulak kanalından (DKK) oluşur. Kulak kepçesi çoğunlukla kıkırdaktan oluşan ve kasların işlevinin olmadığı bir yapıdadır. Sesleri toplamak ve DKK'ye yönlendirmek, kafanın her iki yanında bulunması ile sesin lokalizasyonuna yardımcı olmak, yapısal özelliği ile sesi filtrelemek ve yükseltmek kulak kepçesinin görevleridir ve kulak kepçesinin merkezi olan konka, yetişkinlerde uzunluğu yaklaşık 2,5 cm olan DKK ile devam eder (Mills ve diğerleri, 2011: 1883). DKK'nin girişteki 1/3'lük bölümü kıkırdak, geri kalan 2/3'lük iç bölümü kemik dokudur ve kıkırdak bölümde serümen, kıl gibi koruyucu görev yapan maddeler vardır (Belgin, 2015b: 28; Mills ve diğerleri, 2011: 1883). DKK, kulak zarını ve orta kulağı hasarlara karşı korur ve iç kulağın beynin çok yakınında konumlanmasını sağlayarak sinirlerin uzunluğunu dolayısıyla da aksiyon potansiyellerinin seyahat süresini kısaltır (Fastl ve Zwicker, 2007: 24).

Normal olarak kabul edilen ses alanı; serbest, ilerleyici ve düz bir ses alanıdır. Baş gibi herhangi bir geniş vücut alanı bu ses alanını bozar. İnsan vücudu; özellikle omuz, baş, dış kulak ve kulak kanalı, kulak zarının önündeki ses basıncı seviyesini etkiler. Omuzlar ve baş, ses basıncı seviyesini en çok 1500 Hz altındaki frekanslarda gölgeleme ve yansıma yoluyla etkiler (Fastl ve Zwicker, 2007: 23). Konkanın rezonans frekansı 5 kHz'dir ve düzenli olmayan kulak kepçesi yüzeyi, diğer rezonanslar ile antirezonansları oluşturur. Açık ve kapalı uçlara sahip bir boru şekline benzeyen DKK'nin rezonans frekansı ortalama 3,5 kHz'dir (Mills ve diğerleri, 2011: 1883).

Kulak kepçesi 4 kHz'de ortalama 3 dB; konka 5-6 kHz'de ortalama 10 dB kazanç sağlar (Friedman, 2002: 5). Dış kulak tarafından 3-5 kHz'de sağlanan 10-15 dB'lik kazanç, ünsüz sürtünmeliler gibi düşük enerjili, yüksek frekanslı seslerin tanınmasını kolaylaştırır. Dış kulak ve başın akustik özellikleri; işitme cihazı tasarımı ve değerlendirilmesi için de önem taşır. DKK'nin çocuklardaki rezonansı ise ortalama 8 kHz olmakla beraber 2,5 yaş itibarıyla yetişkin değerlerine ulaşmaktadır (Mills ve diğerleri, 2011: 1884).

Orta kulak

Orta kulağı kulak zarı, kemikçikler (malleus, incus ve stapes), iki kas (tensor timpani ve stapedius), dört ligament ve östaki tüpü oluşturur (Belgin, 2015b: 28; Moller, 2013: 6)

Kulak zarı, kulak kanalının bitiminde bulunan hafif oval, içbükey ve ince bir zarıdır. Ortalama kalınlığı 0,1 mm, genişliği 8-9 mm, uzunluğu 10-11 mm ve yüzey alanı 85 mm²'dir (Moller, 2013: 8). DKK'nin yönlendirdiği ses dalgalarının yaptığı basınç değişiklikleri kulak zarını titreştirir ve bu titreşim, kemikçikleri hareketlendirir (Belgin, 2015b: 28). Kemikçikler, manubrium mallei ile kulak zarına, annular ligament ile oval pencereye temas eder ve bir kemikçik zinciri oluşturur. Böylece, kulak zarının titreşimlerini iç kulağa aktarır (Belgin, 2015b: 29).

Hava ile dolu DKK'den sıvı ile dolu olan kokleaya akustik enerji iletimini, dolayısıyla havanın düşük direnci ile sıvının yüksek direnci arasındaki direnç farkını eşleştirmeyi orta kulak gerçekleştirir. Kulak zarının titreşen bölümünün 55 mm², stapes tabanı titreşim alanının 3,2 mm² olması ve aralarında yaklaşık 17 kat fark bulunması, manibrium mallei ve malleus boynu ile incus uzun kolu arasında 1,3 kat fark olması ve kulak zarının içbükey şekli, basınç artışı yaparak, ortalama 25-30 dB'lik kazanç elde edilmesini sağlar (Mills ve diğerleri, 2011: 1884).

Orta kulakta vücuttaki en küçük çizgili kaslar olan M. tensor timpani ve M. stapedius kasları bulunur. M. tensor timpani, malleusa bağlanarak N. Trigeminalis'in mandibuler dalıyla, M. stapedius, stapesle bağlanarak N. Facialis'in stapediale dalıyla inerve olur (Mills ve diğerleri, 2011: 1886; Moller, 2013: 10). M. tensor timpani, kulak zarının gergin veya gevşek olmasını sağlayarak, zarı düşük şiddetteki seslerde daha duyarlı, yüksek şiddetteki seslerde daha duyarsız yapar (Belgin, 2015b: 30). Ortalama 80 dB SPL'den yüksek olan seslerde M. stapedius, çift taraflı olarak refleks kasılması yapar ve kemikçik zinciri ve kulak zarı sertliği artar. Böylelikle, yaklaşık 2 kHz'den daha düşük frekanslı seslerin şiddeti azalır ve koklea akustik hasara karşı korunmuş olur (Mills ve diğerleri, 2011: 1886).

Orta kulağın rezonans frekansı 800-900 Hz'dir ve stapesin ses hızının kulak zarında ses basıncına oranı, rezonans frekansında artarken daha yüksek frekanslarda azalır. Kulak zarı ile kemikçikler arasındaki bağlar ve orta kulaktaki enerjinin emilimi nedeniyle orta kulağa ulaşan gücün yarısından daha az kısmı kokleaya ulaşır. Özellikle, 2 kHz'den yüksek frekanslarda orta kulak etkisiz olur (Mills ve diğerleri, 2011: 1885).

20 kHz üzerindeki frekansların orta kulak ile kokleaya etkin şekilde iletilmemesi, bu frekanstan daha yüksek frekansları yakalayamamızın önde gelen nedenlerindedir. Düşük

frekanslı enerjiler kokleaya ulaşamaz ve enerji yoğunluğu en belirgin olarak 3-4 kHz civarında görülür (Mills ve diğerleri, 2011: 1886).

Orta kulak kasları sayesinde çiğneme ve konuşmanın sebep olduğu fizyolojik gürültü azalır, yüksek ses şiddeti düşürülür, düşük frekanslı arka plan gürültüsü ile özellikle sürtünmeliler gibi yüksek frekanslı konuşma sesleri için sinyal-gürültü oranı artar ve orta kulağın transfer işlevindeki düzensizlikler giderilir (Mills ve diğerleri, 2011: 1887).

Östaki tüpü, orta kulak boşluğuna yakın kemikten ve nazofarenksin sonlandığı yerde kıkırdak kısımdan oluşur. Orta kulağın işlevi, orta kulak boşluğundaki hava basıncını ortam basıncına yakın tutmaya bağlıdır. Bu da kısaca östaki tüpünün açılmasıyla gerçekleşir. Tüp en yaygın olarak farinkste bulunan ve N. Trigeminalis'in motor kısmı ile inerve edilen M. tensor veli palatini tarafından kasılarak açılır. Bu kas, yutma ve esneme esnasında doğal olarak kasılır (Moller, 2013: 10).

Normalde, orta kulak boşluğu, bir taraftan kulak zarı ve diğer taraftan Östaki tüpü ile çevresinden kapatılır. Ancak, üst boğaz bölgesine bağlı olan Östaki tüpünün yutma esnasında açılmasıyla orta kulaktaki hava basıncı, ortamın hava basıncıyla eşitlenebildiği için yutma sırasında da normal işitme devam eder. Dağ tırmanışı, asansör kullanımı, uçuş ya da dalış gibi dış etkiler, kulak zarının dinlenme pozisyonunu değiştiren aşırı basınç artışına ya da azalmasına neden olabilir. Sonuç olarak, orta kulak kemikçiklerinin transfer karakteristiğindeki çalışma noktası değişerek, uçaklarda sıklıkla karşılaşılan etki gibi işitme hassasiyetinde bir azalma meydana getirir (Fastl ve Zwicker, 2007: 25).

Östaki tüpü içindeki mukoza, mukus üreten ve orta kulaktan nazofarenkse kadar mukus salgılayan silialara sahip hücreler açısından zengindir. Tüp, orta kulakta üretilen normal veya yabancı sıvıların nazofarenkse boşaltılmasını sağlayarak temizleme yapar ve orta kulağın, nazofarengeal basınçtan ve patolojik sıvılardan korunmasını sağlar (Moller, 2013: 10).

İç kulak

İşitme (koklea) ve denge (vestibüler sistem) organlarını içeren iç kulak; kemik ve zar labirentten oluşur (Belgin, 2015b: 31).

Koklea, salyangoz şeklindeki yaklaşık 2,5 tur sarmal tarza sahip bir kemik yapıdır. Vestibüler organla birlikte, vücuttaki en sert kemiklerden olan temporal kemiğe tamamen eklenir (Moller, 2013: 11). Skala vestibuli; skala timpani ve skala media olmak üzere üç sıvı ile dolu kanaldan oluşur. Kokleanın ortasında bulunan skala media, Reissner membran ile skala vestibuliden, bazılar membran ile skala timpaniden ayrılır. Skala mediadaki endolenf sıvısının iyonik bileşimi hücre içi sıvıya benzer ve potasyum açısından zengindir. Skala vestibuli ve skala timpanideki perilenf sıvısı ise beyin omurilik sıvısı gibi hücre dışı sıvıya benzer ve sodyum açısından zengindir (Mills ve diğerleri, 2011: 1887; Moller, 2013: 11).

Kemik labirentin apikal ucuna yakın bir açıklık olan ve scala vestibuli ile scala media arasında iletişimi sağlayan yapı helicotrema'dır. Bu açıklık insanlarda yaklaşık $0,5 \text{ mm}^2$ 'dir. Bazılar membran, sesleri frekanslarına göre ayırır. Bazılar membran boyunca yer alan Corti organı, bazılar membranın titreşimini nöral koda dönüştüren duyuşal hücreleri (tüylü hücreleri) içerir. Tüylü hücreler, dış tüylü (DTH) ve iç tüylü (İTH) hücreler olarak iki ana tipten oluşur. Koklea, bazılar membran boyunca üç ila beş sıra halinde olan yaklaşık 12000 DTH ile tek sıra halinde olan yaklaşık 3500 İTH'ne sahiptir. Tüy hücrelerinden başka, kokleada Corti organının destekleyici hücreleri (Deiters, Henson, iç sınır ve iç parmaklı hücreleri) vardır (Moller, 2013: 11-15).

İTH, bazılar membranın hareketini ileten duyuşal hücrelerdir. DTH'nin ise motor fonksiyonu vardır. Her İTH, birçok işitsel sinir lifleri (tip I) ile inerve edilirken, her sinir lifi (tip II) birçok DTH'ni inerve eder. Efferent sinir lifleri doğrudan DTH'ne sonlanırken, diğer efferent lifler İTH'ni inerve eden tip I liflerinin dendritleri üzerinde sonlanır (Moller, 2013: 11-15).

Kokleanın bazal bölgesine göre apikal bölgesindeki DTH daha uzundur. İTH'nin boyutları ise tüm kokleada benzerdir ve hepsinin yaklaşık 60 stereosiliyası vardır. Kokleanın tabanında bulunan İTH üzerindeki stereosilialar apikal bölgedekilerden daha kısadır (Moller, 2013: 14-15). DTH üzerindeki stereosilialar, tektorial membrana sıkıca gömülü iken İTH'nin stereosiliaları tektorial membranla doğrudan bağlantı kurmaz veya zayıf bir bağlantı kurar (Mills ve diğerleri, 2011: 1891).

Stapes tabanında, oval pencere ile skala vestibuliye gelen titreşimler, hem buradaki perilenfi hem de helicotrema'dan geçerek skala timpanideki perilenfi hareketlendirir. Stapesin

hareketine cevap olarak oluşan bazilar membrandaki hareket ile kokleadaki enerji dönüşümü başlar. Bazilar membran hareketi, ilerleyen dalgalar halindedir. Yüksek frekanslar kokleanın bazalında, düşük frekanslar ise kokleanın apikalinde en yüksek amplitüde sahiptir. Düşük frekanslar bazilar membranın neredeyse tamamında ilerlerken yüksek frekanslar kokleanın apikaline ulaşmaz (Mills ve diğerleri, 2011: 1888).

DTH, en hassas olduğu frekans yakınındaki bazilar membran bölümlerinin hareketini arttırarak koklear güçlendirici mekanizmayı oluşturur. Bu güçlendirme, kokleanın alçak sesleri tespit etme, duyarlılık ve frekans seçici özelliğine katkı sağlar (Mills ve diğerleri, 2011: 1889).

2.4.2. Santral işitsel sistem

Koklear nükleus, süperior olivary kompleks (SOC), lateral lemniskus, inferior kollikulus, medial genikülat cisim ve işitsel korteks santral işitme sistemini oluşturur (Gelfand, 2018: 53; Mills ve diğerleri, 2011: 1900). İşitsel sinir lifleri, beyin sapına girdikten sonra santral işitsel sinir sistemindeki yolların ilk seviyesini oluşturan koklear çekirdekdeki hücrelerle sinaps yapar (Gelfand, 2018: 52).

Koklear çekirdekten çıkan liflerin çoğu kontralateral SOC'a, daha az kısmı ipsilateral SOC'a uzanır. Her iki kulaktaki uyarıların birleştiği ilk yer SOC'dur ve SOC'un üzerindeki koklear çekirdekler bu uyarılarla beraber eksitator ya da inhibitör olabilir. Genellikle karşı kulağın uyarılması eksitator etki yaparken aynı kulağın uyarılması inhibitör etki yapar. Medial SOC, dış tüylü hücrelerde son bulan çaprazlanmış efferent liflerin, lateral SOC ise iç tüylü hücrelerde son bulan çaprazlanmamış efferent liflerin ilk yeridir (Mills ve diğerleri, 2011: 1887, 1900).

İnferior kollikulus; frekans, gürlük ve şiddetin ayırt edilmesi, iki taraflı işitme gibi her türlü işitsel durumla ilgili karmaşık bir nükleustur. Talamusun medial genikülat cismi, işitsel kortekse hem direkt olarak bağlantılar gönderir hem de işitsel korteksin aynı yerinden bağlantılar alır (Mills ve diğerleri, 2011: 1901).

Kokleanın daha bazal (daha yüksek frekanslı) alanlarından kaynaklanan işitsel nöronlar koklear çekirdeklerin dorsomedial kısımlarında sonlanırken kokleanın daha apikal (daha

düşük frekans) kısımlarından gelen lifler bu çekirdeklerin ventrolateral kısımlarına gider (Gelfand, 2018: 53). Kokleanın tonotopik yapısı, koklear çekirdekte korunmuş olur ve bu frekans-yer ilişkileri, santral işitsel sinir sistemi boyunca devam eder (Gelfand, 2018: 53; Mills ve diğerleri, 2011: 1901).

2.5. Çocuklarda İşitmenin Değerlendirilmesi

İşitsel yollarda doğuştan ya da sonradan oluşan lezyonlar, enfeksiyonlar, kalıtsal sorunlar, ototoksisite ve travmatik durumlar işitme kaybının nedenlerinden olabilir ya da idiyopatik olarak işitme kaybı görülebilir (Laury, Casey, McKay ve Germiller, 2009). %0,22 oranına sahip olan işitme kaybı, yenidoğanlarda oldukça sık karşılaşılan konjenital anomalilerdendir (Kemaloğlu, 2015: 200).

İşitme engeli olan çocuk için konuşma seslerinin akustik bilgileri sınırlıdır ve çocuklar, bu sesleri birbirlerine benzeterek karıştırabilir ya da algılamayabilir. Ayrıca, bu çocuklarda konuşma seslerinin spektral bileşenlerini çözümleyebilmeyi sağlayan frekans seçiciliği ve konuşma seslerini arka plan gürültüden ayırabilme yeteneği azalır (Moore, 2003; Ozimek, Şek, Wicher, Skrodzka ve Konieczny, 2004). Aynı zamanda, bu çocuklarda, dil ediniminde ve dilbilgisel kuralları öğrenmede de zorluklar görülür. Ling (1976), normal işiten bir çocuğun dakikada 134 ila 210 sözcük söylediğini ancak işitme engelli çocuğun dakikada yalnızca 28 ila 145 sözcük söyleyebileceğini belirtmiştir (Pollack, Goldberg ve Caleffe-Schenck, 1997: 233).

Hamileliğin 20. haftasına kadar infantların kokleaları oluştuğundan ve işlevsel hale geldiğinden yenidoğanlar 20 haftalık bir dinleme tecrübesi ile doğarlar. Bu nedenle erken tanılama, amplifikasyon ve işitsel-linguistik çevrenin zenginliği önemlidir. Çünkü işitme kayıplı olan yenidoğanlar, 20 haftalık bu dinleme sürecini kaçırmış olabilir (Cole ve Flexer, 2007: 3). Dolayısıyla konuşma ve dil gelişimi, sosyal, duygusal ve zihinsel gelişim ile akademik performans üzerinde oldukça etkili olan işitme engeli, en erken dönemde değerlendirilerek tedavi edilmelidir. İşitmenin değerlendirilmesi ise yenidoğan işitme taraması ile doğumdan hemen sonra başlamalıdır (I. Ewing ve A. Ewing, 1944). Çocuğun gelişimsel yaşına göre değişen test materyalleri seçilerek davranım gözlemi ve objektif ölçüm metodları ile işitme değerlendirilebilir.

2.5.1. Pediatrik odyolojide kullanılan subjektif değerlendirmeler

Çocuklarda işitmenin değerlendirilmesi, ayrıntılı gözlem ve öykü alma ile başlar. Aileden alınan tıbbi ve gelişimsel öyküler odyolojik incelemelerde izlenecek yolun belirlenmesini ve doğru tanıya daha kolay ulaşılmasını sağlar (Güven, 2015: 231). Ayrıca, detaylı hasta hikâyesi ile çocukluk dönemi işitme kayıplarının yarısının nedenini tanılamak mümkün olabilmektedir (Cunningham ve Cox, 2003). Dolayısıyla, işitme probleminin olası nedenleri araştırılmalı, aile-çocuk ilişkisi, çocuğun genel gelişimi ile davranışları ve seslere tepkisi gözlenmelidir (Güven, 2015: 232).

Çocuklarda odyolojik değerlendirme için işitsel uyarana karşı irkilme, göz kırpma, sepete küp atma, el kaldırma, butona basma gibi davranışlar gösterilmesini beklediğimiz davranım testleri kullanılır. Bu davranım testleri, 0-6 ay arasında davranışsal gözlem odyometrisi, 6-30 ay arasında görsel pekiştireç odyometrisi, 30-60 ay arasında oyun odyometrisi ve 5 yaş üzerindeki çocuklar için kulaklık takılarak yapılan standart işitme testi şeklinde gruplandırılır.

İşitme duyarlılığı hakkında bilgi veren davranışsal gözlem odyometrisinde ani ve yüksek şiddette serbest alanda verilen konuşma sesi, warble tone gibi uyarılara karşı bebeğin refleksif davranışları (göz kırpma gibi) ve durum değişimi (ağlıyorsa susması, emziğini emmeye başlaması gibi) izlenir (Güven, 2015: 237-239).

Görsel pekiştireç odyometrisinde serbest alanda veya kulaklık ile verilen konuşma sesi ya da tonal uyarana karşı çocuğun gösterdiği davranımın görsel bir uyararla eşleştirilmesi yapılır (Güven, 2015: 240). Çocuğun verdiği yanıtlar; işitme eşiği, işitme yollarının bütünlüğü, işitsel uyarının fark edilmesi ya da ayırt edilmesi hakkında bilgi verir (Sabo, Paradise, Kurs-Lasky ve Smith, 2003).

Oyun odyometrisinde kulaklık ve kemik vibratör ile verilen konuşma ya da tonal uyarılara karşı çocuktan halkaları dizmek, küpleri sepete atmak gibi davranımlar beklenir. Bu yöntemde, her iki kulak için ayrı ayrı frekansa özgü hava ve kemik iletimi işitme eşikleri belirlenebilir (Güven, 2015: 241).

5 yaş üzerindeki çocuklarda bilişsel, gelişimsel ve zihinsel durumun uygunluğu göz önünde bulundurularak yetişkinlerde uygulanan standart ve subjektif bir test olan saf ses odyometri testi kullanılabilir. Kulaklık ve kemik vibratör ile konuşma sesi ya da tonal uyaranlara karşı çocuğun elini kaldırması, duyduğunu söylemesi ya da butona basması istenir (Güven, 2015: 241).

Konuşmanın anlaşılmasında önemi bulunan 100-6000 Hz arasındaki frekanslarla uyumlu olarak saf ses odyometride çoğunlukla, 125-8000 Hz arasında işitme eşikleri belirlenir (Gelfand 2009:127-130; Schlauch ve Nelson, 2015: 29). Kulaklıklar yoluyla yapılan hava yolu işitme ölçümü ile kulak kepçesinden işitme merkezine kadar olan bölgenin fonksiyonu hakkında bilgi edinilebilir, işitme kaybının varlığı ve derecesi değerlendirilebilir. Mastoid veya frontal kemik üzerinde belirli şiddette basınç uygulayabilen kemik vibratörler aracılığıyla da kokleada uyarı oluşturularak iç kulaktan işitme merkezine kadar olan işitsel sistem değerlendirilebilir ve işitme kaybının tipi tanımlanabilir (Gelfand, 2009: 127-135; Martin ve Clark, 2003: 78, 84; Schlauch ve Nelson 2015: 34).

2.5.2. Pediatrik odyolojide kullanılan objektif testler

İmmittansmetrik değerlendirme, otoakustik emisyon (OAE), işitsel uyarılmış beyin sapı cevabı (ABR) ve kortikal potansiyellerin ölçümü pediatrik odyolojide yaygın olarak kullanılan, kooperasyonunun şart olmadığı, davranışsal yanıt beklenmeden yapılan objektif testlerdir.

İmmittansmetrik değerlendirme

İmmittans odyometrisi, orta kulağın mekanik durumunun belirlenmesinde, koklear ve retrokoklear patoloji ayırımında ve saf ses odyometrinin kontrol edilmesinde kullanılabilen objektif bir test yöntemidir (Stach, 2010: 318). İmmittansmetrik değerlendirmede timpanometri yapılarak orta kulak fonksiyonuna ilişkin bilgiler elde edilir. DKK basıncında yapılan değişiklikler ile orta kulağın akustik enerjiyi geçirme yeteneği ölçülür ve elde edilen grafiğe timpanogram denir. Timpanogramlar, kulak kanalının özelliğine göre çeşitlilik gösterir (Wiley ve Stoppenbach, 2002: 169).

Yaşamın ilk aylarında dış ve orta kulak yapılarındaki gelişimsel değişiklikler akustik davranıma da yansır (Keefe, Bulen, Arehart ve Burns, 1993; Zhiqi, Kun ve Zhiwu, 2010). Yetişkinlere kıyasla yenidoğanların orta kulak hareketliliği daha düşük ve direnci daha fazladır. Dolayısıyla, orta kulağa aktarılan güç daha azdır. Timpanik membranın rezonans frekansı da çocuklarda çok daha düşüktür ve orta kulak, kütle etkisine daha fazla sahiptir (Meyer, Jardine ve Deverson, 1997; Zhiqi ve diğerleri, 2010). Bu nedenle, küçük çocuklarda timpanometri, 226 Hz'den yüksek probe frekanslarında daha etkili bir şekilde ölçülebilir (Keefe ve Levi, 1996; Zhiqi ve diğerleri, 2010). 42 gün ile 6 ay arasındaki bebeklerde orta kulak fonksiyonunu değerlendirmek için 1000 Hz'lik bir probe tonun kullanılmasının uygun olduğu belirtilmiştir. Ancak, orta kulak sıvısı olduğunda 1000 Hz timpanometrinin duyarlılığı ve özgüllüğü ile ilgili pek bir şey bilinmemektedir (Zhiqi ve diğerleri, 2010).

Atmosfer basıncıyla kulak içi basıncı eşitlendiğinde kulak zarının iletkenliği en üst seviyeye ulaşır ve timpanogramda tepe noktası ortaya çıkar (Kırkım, 2015: 105). Tepe noktalarına göre timpanogram tipleri değişir ve patolojiler hakkında bilgi edinilir. Tip A timpanogram, normal bir orta kulak basıncını ve kulak zarı hareketliliğini gösterir. Basınç +50 ile -100 daPa arasında ve komplians 0,3-1,6 arasında değişir. Tip As ve Tip Ad timpanogramda basınç aralığı normaldir ancak Tip As'de tepe noktası düşük amplitüdüldür. Tip As, sert ya da kalın kulak zarında veya kemikçik zincir fiksasyonu ve otoskleroz gibi kemik zincir hareketliliği azaldığında görülür. Tip Ad'de tepe noktası normalden daha yüksek amplitüdüldür ve Tip Ad kemikçik zinciri kopukluklarında görülür. Tip B timpanogram, tepe noktası elde edilemeyen, düz ya da basık tepeli ve düşük amplitüdümlü timpanogramdır. Orta kulakta sıvı olduğunda, DKK tıkalı olduğunda, kulak zarı perfore olduğunda ve kolesteatomada görülür (Kırkım, 2015: 107). Tip C timpanogram ise normal tepe noktası ile amplitüde sahip olan ve östaki disfonksiyonu veya kısmi sıvı varlığında orta kulakta negatif basınç veren timpanogramdır (Stach, 2010: 322).

Akustik refleks testi

Akustik reflekslerin değerlendirilmesi, timpanometriler ile ölçülen başka bir objektif test yöntemidir. Akustik refleks eşikleri (ARE), birden fazla saf ses uyaran ve ipsilateral ve kontralateral uyarım ile elde edilir. Kulak kanalı temizken ve orta kulakta herhangi bir patoloji mevcut değilken, normal işiten kulaklarda ARE, davranışsal hava yolu iletim

eşiklerinin yaklaşık 70-90 dB üzerinde olmalıdır (Feeney ve Schairer, 2015: 167, 169; Kırkım, 2015: 108).

Akustik refleks bilateral bir yanıttır. Çünkü bir kulağa uyarı verildiğinde her iki kulakta da stapes kası kasılır. Dolayısıyla akustik refleks, uyarının verildiği aynı kulakta (ipsilateral refleks) veya karşı kulakta (kontralateral refleks) ölçülebilir. Stapes kasının kasılması kemikçikler sisteminin direncini artırarak seslerin iç kulağa geçişini engeller ve iç kulak akustik travmaya karşı korunmuş olur. Uyarının şiddeti arttıkça akustik refleks cevabının amplitüdü artar. Akustik refleksin latansı uyarıya göre değişir ancak sinyalin hareket süresi yaklaşık 100 ms kadardır ve yanıt, klinik olarak ölçülürken, latans, ölçüm sisteminin içsel gecikmesini içerir (Feeney ve Schairer, 2015: 165, 166).

ARE, diğer odyolojik testlere ek olarak, orta kulak, koklear ve retrokoklear bölgeler arasında lezyon ayrımı yapmak için ve davranışsal yanıtların güvenilir olmadığı küçük yaştaki çocuklarda, yanlış veya aşırı işitme kaybı cevabı veren daha büyük çocuklar ile yetişkinlerde işitme kaybının tanısında güvenilirliği artırmak için kontrol amaçlı kullanılabilir. Ayrıca, koklear implant kullanan ancak güvenilir eşik ve gürlük bilgisi sağlamayan küçük çocuklarda cihaz işlevini doğrulamak ve minimum veya maksimum uyarım seviyelerini ayarlamak için kullanılabilir (Feeney ve Schairer, 2015: 166-169; Kırkım, 2015: 110).

Otoakustik emisyon (OAE)

OAE'ler, kokleada DTH'den kaynaklanan ve orta kulaktan dış kulağa iletilen seslerdir. Kulak kanalına yerleştirilen prob, uyarı sağlayan hoparlör ve duyarlı bir mikrofon ile bu seslerin yanıtları ölçülebilir. OAE'ler, kokleanın pasif enerji birikimine ek olarak sesi üretme ve kuvvetlendirme yeteneğini gösterir. Ayrıca, tanısal test bataryasının ve işitme kaybı taramasının standart bir parçasını oluşturan basit, etkili ve girişimsel olmayan objektif bir göstergedir (Kemp, 2002; Mills ve diğerleri, 2011: 1896; Prieve ve Fitzgerald, 2015: 357).

Özellikle düşük uyarım seviyeleri kullanılarak uyarılan OAE'ler, işitme kaybına neden olan ve dış tüylü hücrelere zarar veren akustik travma, hipoksi ve ototoksik ilaçlar gibi etkenlere

karşı dayanıksızken iç saç hücrelerinin seçici kaybına karşı dayanıksız değildir (Lieberman, Chesney ve Kujawa, 1997; Prieve ve Fitzgerald, 2015: 357).

OAE'ler, herhangi bir dış uyaran olmadığında kaydedilen spontan OAE ve akustik bir uyaran varlığında kaydedilen uyarılmış OAE olarak iki tipe ayrılır. Uyarılmış OAE'ler, uyarının tipine göre TEOAE (Transient Evoked Otoacoustic Emission) ve DPOAE (Distortion Product Otoacoustic Emission) olarak alt gruplara ayrılır. TEOAE'ler, geçici veya kısa bir uyaran sonrasında ölçülür (Prieve ve Fitzgerald, 2015: 359-360). Frekansa özgü şekilde koklear patolojiye karşı oldukça hassastır. 20-30 dB üzerinde işitme eşiği bulunan frekanslarda işitme kaybına bağlı olarak genelde TEOAE yanıtları alınmaz (Mills ve diğerleri, 2011: 1897). DPOAE'de eş zamanlı şekilde iki farklı frekansta saf ses uyarım verilir ve DPOAE, normal orta kulak sistemine sahip kişilerde kolaylıkla ölçülür. DPOAE sonuçlarının yanlış yönlendirmemesi için bir frekans aralığıyla ortalanması gerekir (Kemp, 2002). DPOAE yanıtları, genellikle 50 dB üzerindeki sensorinöral işitme kayıplarında alınmaz (Şerbetçioğlu ve Dizdar, 2015: 116).

OAE; kliniklerde işitme kaybı taraması, ototoksik monitorizasyon, işitsel nöropatinin değerlendirilmesi, güvenilir yanıt elde edilemeyen odyolojik testlerin kontrolü, koklear ve retrokoklear patolojilerin ayrılabilmesi ve ototoksisite şüphesinde kokleanın işlevinin gösterilebilmesi için kullanılır (Hall III ve Antonelli, 2011: 1938).

İşitsel uyarılmış potansiyeller

İşitsel uyarılmış potansiyeller, akustik uyaran verilmesinin ardından iç kulaktan işitsel kortekse kadar olan nöral yolların elektriksel aktivitesini sunar (Erbek, 2015: 123). Klinikte sıklıkla erken latanslı yanıt olan işitsel beyin sapı cevabı (ABR) ile geç latanslı potansiyeller kullanılır.

ABR, akustik uyarımın 1-10 msn sonrasında görülen çok küçük amplitüdü yanıtıdır ve yedi pozitif tepeden oluşur (Muş ve Özdamar, 2005: 35-36). İlk beş dalga odyoloji kliniğinde yaygın olarak kullanılır (Erbek, 2015: 125). I. dalga, 8. sinirin distalinden; II. dalga, 8. sinirin proksimalinden; III. dalga, koklear nukleustan; IV. dalga, süperior olivary kompleksten ve V. dalga, lateral lemniskus ve inferior kollokulustan köken alır (Muş ve Özdamar, 2005: 63). ABR dalgalarının tanınmasında ise kendinden sonraki geniş vadi ile ayırt edilen V. dalga

esas alınır (Erbek, 2015: 125). Standart odyolojik testlerin yapılamadığı ya da işitme eşiklerinin güvenilir bulunmadığı durumlarda işitmenin ölçülmesi, koklear ve retrokoklear patoloji ayırımında bilgi edinilmesi ve diğer odyolojik testlerin kontrolü için ABR testi kullanılır.

Kortikal işitsel uyarılmış potansiyeller (CAEP), akustik uyarının verilmesinden 50-250 msn sonra ortaya çıkan ve işitsel kortekste oluşan geç latanslı yanıtlardır ve P1, N1, P2, N2 olarak nitelendirilen pozitif ve negatif dalgalardan oluşur (Şahlı ve Belgin, 2015: 157). Zorunlu kortikal uyarılmış potansiyellerin (P1-N1-P2), yetişkinlerde ilk 300 msn'de, çocuklarda ilk 500 msn'de çıktığı belirtilmiştir (Sharma ve Dorman, 2006). CAEP, işitme yollarının maturasyonu hakkında bilgi verir. Ayrıca, işitme eşiğinin güvenilir olarak değerlendirilemediği durumlarda, işitme eşiğinin tahmin edilmesi ve işitme cihazı ya da koklear implantın fonksiyonunun değerlendirilmesi için kullanılır (Şahlı ve Belgin, 2015: 159).

2.5.3. Çocuklarda konuşma uyararı ile yapılan değerlendirmeler

Saf seslerin işitilmesi ile konuşma seslerinin işitilmesi arasında tahmin edilebilir bir ilişki vardır ve bu nedenle konuşma odyometrisi, saf ses odyometrinin güvenilirliğini kontrol etmek amaçlı kullanılabilir (Stach, 2010: 274). Çünkü tüm saf ses odyogramlar güvenilir değildir. Odyogram, çocuğun amplifiye sese karşı tolerans seviyesini belirttiği için benzer saf ses odyogramlara sahip bazı çocuklar arasında rezidüel işitmeyi kullanma ve konuşmayı ayırt etme kabiliyetleri açısından büyük farklılıklar olabilir (Ling, 2002: 25). Ayrıca, saf ses odyogram, mevcut işitmenin kalitesi hakkında bilgi sağlamazken konuşma uyararı ile yapılan ölçümler orta kulak, koklea, işitsel sinir, beyin sapı yolları ve işitsel korteks gibi işitsel sistemin hemen hemen her düzeyinde konuşma işleyişindeki bozukluğun etkisi hakkında bilgi verebilir (Stach, 2010: 274).

Konuşmayı alma eşiği (Speech Reception Thresholds-SRT), konuşmayı ayırt etme (Speech Discrimination-SD) ve konuşmayı fark etme eşiği (Speech Awareness Thresholds-SAT) çocuklarda konuşma uyararıyla yapılan değerlendirmelerdir.

SRT, her hece üzerinde eşit vurgusu olan iki heceli kelimelerin (spondee) %50'sinin tanımlanabileceği en düşük şiddet seviyesidir (Stach, 2010: 275). Çocuklar, kendilerine

sunulan spondeeleri tekrar edebilir ya da resimleri ve nesnelere işaret edebilir. SRT ile saf ses eşiklerinin ortalamasının uyumlu olması beklenir (Edwards, 2006: 35).

SD testi, eşik üstü sabit bir seviyede çocuğun tek heceli sözcükleri tanıma yeteneğini değerlendirir (Belgin, 2015c: 79). SD testi için kullanılan kelimeler, dilde fonemlerin görülme sıklığına göre fonetik olarak dengelenmiş 25 ya da 50 kelimelik listeleri içerir (Stach, 2010: 290). Çocuktan bu listeleri tekrar etmesi istenir ve SD skoru, doğru kelime sayısını yansıtan bir yüzde olarak hesaplanır (Edwards, 2006: 35). En rahat işitilen ses seviyesinde teste başlanır. Bu seviye, patolojilere göre değişmekle birlikte, genellikle SRT değerinin 40 dB üzeridir. (Belgin, 2015c: 79). Test, farklı şiddetlerde ve arka plan gürültünün olduğu ve olmadığı koşullarda yapılabilir (Edwards, 2006: 35).

SAT, konuşma sinyali süresinin %50'sinde sesin fark edildiği en düşük şiddet seviyesidir. Konuşma özelliklerinin algılanması ve tanımlanması için gerekli olan ses şiddeti seviyesi hakkında bilgi verir. Ayrıca, konuşma spektrumunun işitilebilirliğinin bir göstergesidir (Edwards, 2006: 34). Çocuk şarkıları, isimle seslenme gibi günlük iletişimde kullanılan birçok uyaran kullanılabilir ve genellikle frekansa özel bilgi sağlayan Ling sesleri tercih edilir.

2.5.4. Ling seslerinin kullanımı

Çocuklarda dinleme ile konuşma dilini öğrenme işitsel/linguistik öğrenmeyle gelişir. İşitsel/linguistik öğrenmeyi değerlendirmek için uygulanan testlerden biri Ling Ses Testidir. Odyolog ve işitme engelliler öğretmeni olan Sayın Daniel Ling, Ling sesleri denilen konuşma seslerini çocuklara söyleyerek ve çocukların yanıtlarını izleyerek konuşma seslerinin frekans aralığını değerlendirmenin yolunu geliştirmiştir (Easterbrooks ve Estes, 2007: 167; Ling, 1989: 48).

Ling Ses Testi, başlangıçta Kuzey Amerika nüfusu için geliştirilmiştir (Agung ve diğerleri, 2005). Orijinal Ling testinde yaygın olarak Ling'in beş sesi olarak isimlendirilen, konuşma frekans aralığını kapsayan beş konuşma sesi olarak sürtünmelilerden /s, f/ ve köşe ünlü seslerinden /i, a, u/ kullanılmıştır (Ling, 1989: 70). Bu köşe ünlü sesleri, dünya dillerinin büyük çoğunluğunda en yaygın kullanılan seslerdir (Boë, Heim, Honda ve Maeda, 2002). Daha sonra, düşük frekanslarda işitmenin varlığını test etmek için Ling tarafından /m/

ünsüzü eklenmiştir ve test, Ling-6 Ses Testi olarak isimlendirilmiştir. Bu sesler, 250 ila 8500 Hz arasındaki konuşma frekansı aralığında yoğun enerjiye sahiptir (Agung ve diğerleri, 2005).

Ling-6 Ses Testi; ebeveynlerin, profesyonellerin ve öğretmenlerin hem etkin, hızlı ve kolay bir şekilde çocuğun sese yanıtı olup olmadığını belirlemesine hem de çocuğun işitme cihazının ya da koklear implantının düzgün çalışıp çalışmadığının değerlendirmesine olanak sağlar. İyi bir akustiğe sahip işitme cihazı amplifikasyonu da erken konuşma ve dil becerilerini teşvik eder (Cole ve Flexer, 2007: 28; Easterbrooks ve Estes, 2007: 167).

Ling-6 Ses Testi, şu anda işitme cihazları ve koklear implantlarla birlikte, bir çocuğun konuşma spektrumundaki sesleri algılama ve ayırt etme becerisini değerlendirmek için günlük dinleme kontrolü olarak kullanılmaktadır. Ling, dinlemeyi öğrenmenin, çocukların yalnızca her gün ve tüm gün boyunca çevresindeki akustik olaylardan anlam çıkarmaya çalıştıklarında oluştuğunu söylemiştir (Cole ve Flexer, 2007: 208). Devamlı ses algılama ve fark etme, işitsel öğrenmenin erken oluşmasını sağlar (Fitzpatrick ve Doucet, 2013: 78).

Test, bir metre (birebir etkileşimde erişkin ile çocuk arasında normal olarak sürdürülen ortalama mesafe) ile üç metre (bir gruptaki etkileşim için ortalama mesafe) arasında normal bir konuşma seviyesinde (60-70 dBA) rastgele aralıklarda uygulanır (Agung ve diğerleri, 2005; Ling, 2006: 308). Testin farklı mesafelerde kullanımı önemlidir. Çünkü bir metrede elde edilen sonuçlar, çocuğun sınıf ortamı gibi daha uzak mesafe gerektiren durumlarda ne duyduğunu hakkında hiçbir şey söylemez. Ling seslerini gerçek hayatta konuşmalar sırasında kullanılan sestene daha yüksek veya daha düşük düzeylerde sunmak testi geçersiz kılar. Testin sonuçlarının geçerli olabilmesi için ses seviyesine ve mesafeye dikkat edilmelidir (Ling, 2006: 308).

2 yaş ve üzerindeki çoğu çocuk, testin uygulanmasında kullanılan koşullanmış oyun cevabını oluşturmaya bilişsel olarak hazırdır. Koşullanmış oyun sırasında çocuğun motivasyonunu artırmak için ebeveyn veya terapist; oyun hamuru, su oyunları, yarış arabaları, renkli su şişeleri kullanarak yaratıcı olabilir (Edwards ve Estabrooks, 2006: 77). Çocuk, Ling seslerine yakından cevap verdikten sonra uzaktan cevap verir (Cole ve Flexer, 2007: 205). Küçük çocuklardan sunulan konuşma seslerini algıladıkları anda bir kutuya nesnelere yerleştirmesi ya da bir sopaya halkalar geçirmesi istenerek testin bir oyun içinde uygulanması sağlanabilir

(Ling, 2006: 307). Çocukların yanıtları; dönme, direğe halkaları geçirme, küçük yastıkları konteynera atma veya delikli askı tahtasına tahta çubukları yerleştirme şeklinde çeşitlendirilebilir (Cole ve Flexer, 2007: 205). Büyük çocuklar ise ellerini kaldırarak ya da “evet” diyerek teste cevap verebilir. Çocukların yanlış pozitif cevap vermelerini önleyebilmek için testin ritmik olarak sunulmamasına özen gösterilir (Ling, 2006: 307). 6 ve 18 ay arasındaki çocuklar için “sessiz oyuncaklar” tercih edilerek çocuğun o oyuncaklarla oynaması veya o oyuncaklara ilgisini yönlendirmesi sağlanır ve çocuğun görsel alanının dışında her bir Ling sesi sunulur (Cole ve Flexer, 2007: 281). Testte süreyi kontrol etmek için gerekli görüldüğü kadar uzunlukta devamlı sesler kullanılır (Ling, 2006: 308).

Konuşma dilinin tüm frekans aralığını kapsadığı için altı Ling sesi (/a, u, i, m, s, ʃ/) tercih edilir (Glista ve diğerleri, 2014; Scollie ve diğerleri, 2012). Seslerin her biri konuşma spektrumunun farklı frekans aralığında kritik bilgiler sunar (Edwards, 2006: 29). Test, çocuğun fark etme ve ayırt etmesine yönelik alçak, orta ve yüksek frekanslardaki seslerde bilgi sağlar (Agung ve diğerleri, 2005; Boë ve diğerleri, 2002). Bu sesler sayesinde klinisyenler, çocukların işitsel potansiyelleri hakkında değerli bilgiler edinebilir (Estabrooks, 2006: 12). Altı sese verilen tutarlı cevaplar, çocuğun işitme teknolojisinin konuşma frekans aralığında işitebildiğini gösterir (Edwards, 2006: 29; Fitzpatrick ve Doucet, 2013: 79; Pollack, 1997: 102).



3. YÖNTEM VE ARAÇLAR

3.1. Çalışmanın Yürütüldüğü Birim

Bu çalışma Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi KBB Anabilim Dalı Odyoloji Bilim Dalı Prof. Dr. Necmettin Akyıldız İşitme, Konuşma, Ses ve Denge Bozuklukları Tanı, Tedavi ve Rehabilitasyon Merkezi'nde gerçekleştirilmiştir. Çalışma için Gazi Üniversitesi Etik Kurulu 'ndan onay alınmıştır (EK-1).

3.2. Araştırmanın Modeli

Bu çalışma, ses analiz odasında ses kayıtlarının alınması ve alınan ses kayıtlarının ses analiz programları ile analiz edilmesi şeklinde iki aşamada gerçekleştirilmiştir.

3.3. Çalışma Grubu

Çalışmaya katılan bireyler, aşağıdaki işleme ve dışlama kriterlerine uyan 18-29 yaş aralığında 27 kişi ve 30-45 yaş aralığında 24 kişi olmak üzere toplam 51 sağlıklı kadındır.

3.3.1. Çalışma grubu işleme kriterleri

- Anadili Türkçe olan 18-45 yaş arası kadınlar.

3.3.2. Çalışma grubu dışlama kriterleri

- Anadili Türkçe olmak ile birlikte ÇTT kullanmıyor olanlar (Türkçe ağızlarından birisini baskın olarak kullanıyor olmak),

- İşitme ile ilgili herhangi bir problemi olanlar,

- Ses bozukluğu tanısı veya şikayeti olanlar (*Ses Handikap Endeksi-10* ölçeğinden "0" puandan fazla alanlar)

- Ses ile ilgili operasyon geçirenler,

- Baş, boyun ve kulak bölgelerinde herhangi bir operasyon geçirenler,

- Son iki hafta içerisinde herhangi bir üst ve alt solunum yolu enfeksiyonu geçirenler,
- Larengofarengeal reflü tanısı veya şikayeti olanlar,
- Ses kalitesini etkileyebilecek sistemik hastalığı (Sjögren sendromu, tükrük bezi hastalıkları, otoimmün rahatsızlıklar, diyabetes mellitus vb.) ve/veya ilaç kullanımı (antihistaminik, antihipertansif, trisiklik antidepresan ilaçlar gibi) olanlar,
- Artikülasyon ve/veya akıcı konuşma bozuklukları olanlar,
- Premenstruel (menstruasyon öncesi son 5 gün) ve menstruel dönemde olanlar,
- Hamilelik veya menapoz döneminde bulunanlar.

3.4. Verilerin Toplanma Araçları ve Değerlendirilmesi

Çalışmada yer almak isteyen katılımcılara Gazi Üniversitesi “Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar” için bilgilendirilmiş gönüllü olur formu imzalatılmıştır (EK-2).

3.4.1. Veri toplama araçları

Anket formları ve ölçekler

Katılımcı Değerlendirme Formu (KDF)

Katılımcıların çalışma için uygun olup olmadığının değerlendirilmesi amacıyla ad soyad, yaş, cinsiyet, eğitim düzeyi gibi demografik bilgilerden ve ses bozukluğu tanısı ve/veya şikayeti, ses ile ilgili operasyon gibi tıbbi hikayenin yer aldığı sorulardan oluşan kısa bir KDF (EK-3) oluşturulmuştur. Tıbbi hikaye ile ilgili sorular katılımcılara açıklanmıştır ve bu sorulara verilen uygun cevaplar ile form doldurulmuştur.

Ses Handikap Endeksi-10 (SHE-10)

Orijinali VHI-10 (Voice Handicap Index-10) (Rosen ve diğerleri, 2004) olan ve SHE-10 (EK-4) olarak Türkçe güvenilirliği ve geçerliliği yapılmış olan (Kılıç ve diğerleri, 2008) ölçek ile ses kalitesinin günlük yaşam üzerindeki etkisine bakılmıştır ve katılımcıların bireysel ses kalite algılarının değerlendirilmesi yapılmıştır. Emosyonel, fiziksel ve

fonksiyonel yönden yaşam kalitesini değerlendiren 10 maddeden ve “Bugün sesiniz nasıl?” sorusundan oluşan ölçek hakkında tüm katılımcılar bilgilendirilmiştir ve katılımcılardan ölçeği bağımsız olarak doldurmaları istenmiştir. Bu süreçte, gereğinde yönlendirme yapılmadan katılımcıların sorularına cevap verilmiştir.

SHE-10’da bulunan maddeler 0 (asla)’dan 4 (her zaman)’e kadar ve “Bugün sesiniz nasıl?” sorusu, 0 (normal)’dan 3 (ileri derecede bozuk)’e kadar likert tip ölçeklendirmeye sahiptir. Katılımcılar ölçeği, her bir maddede kendine yakın gelen değere işaretleme yaparak tamamlamıştır. Sonrasında puanlar toplanarak her birey için SHE-10 puanı saptanmıştır. Çalışmaya tüm maddelere ve “Bugün sesiniz nasıl?” sorusuna “0” puanını veren katılımcılar dahil edilmiştir.

Ses kayıt uygulaması

Tüm katılımcıların ses kayıtları, Gazi Üniversitesi Prof. Dr. Necmettin Akyıldız İşitme, Konuşma, Ses ve Denge Bozuklukları Tanı, Tedavi ve Rehabilitasyon Merkezi’nin TÜBİTAK desteği (Proje no: 115E604) ile düzenlenen Ses Analiz Laboratuvarında alınmıştır. Bu odada reverberasyona karşı önlem olarak; halı, perde ve sesi yansıtmayacak özellikte duvar panoları kullanılmıştır. Kayıt sırasında kapılar, pencereler, klima ve cep telefonları kapalı tutulmuştur. Çalışmaya başlamadan önce ve çalışma sürecinde odanın iç gürültüsü belirli aralıklar ile ölçülmüştür. Ölçümler, ses kaydında kullanılan donanımlar ile yapılmıştır ve odanın iç gürültüsü, Praat ses analiz programı ile 35 dB’den daha yüksek bulunmamıştır.

Kayıt için 20 Hz-20 kHz arasında frekans cevabına sahip ve tek yönden gelen sesleri alan *Rode NT1 Cardioid Condenser* mikrofon, *M-Audio M-Track 2x2M C-Series* ses kartı ve *İntel Core i5-7500 CPU (3,40 GHz)* işlemcili bir masaüstü bilgisayar kullanılmıştır. Konuşmacılar ayakta, ayaklar bitişik, kalça ve omuzlar simetrik, düzgün ve rahat bir postürde konumlandırılmış ve mikrofon, ağızdan 15 cm uzaklıkta ve 90 derece olacak şekilde yerleştirilmiştir (Resim 3.1). Kayıt yazılımı olarak, *CSL-Multi-Speech (Model 3700, Version 3.4.1, 2000-2001 KayPentax)* kullanılmıştır. Kayıt ayarı; mono, 44 100 Hz örnekleme hızı ve 16 bit çözünürlük şeklinde ayarlanmıştır.



Resim 3.1. Konuşmacının ve mikrofonun konumu

Akustik analiz için normal konuşma tonunda ve en az 4 sn uzunluğunda yalın olarak <a, e, i, ı, o, ö, u, ü, m, s, ş> konuşma sesleri ve “Şimdi söyleyeceğiniz kelime,...” taşıyıcı cümlesi ile beraber okunan tek heceli sözcükler kaydedilmiştir (Resim 3.2). Konuşmacılardan, rahat ama mümkün olduğunca sabit bir ses düzeyini (perde ve şiddet) korumaları ve sözcükleri doğal bir üslûpta okumaları istenmiştir. Kayıt sırasında ses şiddeti seviyesini kontrol etmek için *Voltcraft* marka sound level meter (ses düzeyi ölçer) kullanılmıştır ve ses şiddeti seviyesinin 60-80 dBA aralığında olduğu ses kayıtları kaydedilmiştir.



Resim 3.2. Taşıyıcı cümle ile beraber tek heceli sözcüklerin konuşmacıya sunulduğu powerpoint ekran görüntüsü

Türkçedeki bazı ünlülerin iki alofonu arasında önemli derecede formant frekans değeri farklılıkları olabileceği için (Yılmaz Davutoğlu, 2010) olabildiğince alofonları sabitlemek bağlamında belirlenen fonemleri içeren sözcükler kişilere örnek olarak gösterilmiştir ve o sözcüklerdeki ünlüler gibi ünlüleri sesletmeleri istenmiştir. Konuşmacılara yalın söylemleri ne kadar uzatmaları gerektiği hakkında bilgi vermesi açısından sunumlara 8 sn'lik süre görseli eklenmiştir (Resim 3.3). Perde ve şiddet değişikliği en az olan ve en doğal sesletilen örneklerin seçilebilmesi için gerektiğinde uyarılarda bulunarak kayıtlar birkaç defa tekrarlanmış ve en ideal kayıt araştırmaya dahil edilmiştir.



Resim 3.3. Ünlülerin yalın söyleminde örnek olarak gösterilen sözcüklerin ve yalın fonemlerin konuşmacıya sunulduğu powerpoint ekran görüntüsü

Kayıtlar, herhangi bir sıkıştırma içermeyen bir biçim olan Waveform Audio File Format (wav) dosyası olarak arşive kaydedilmiştir.

Akustik analiz

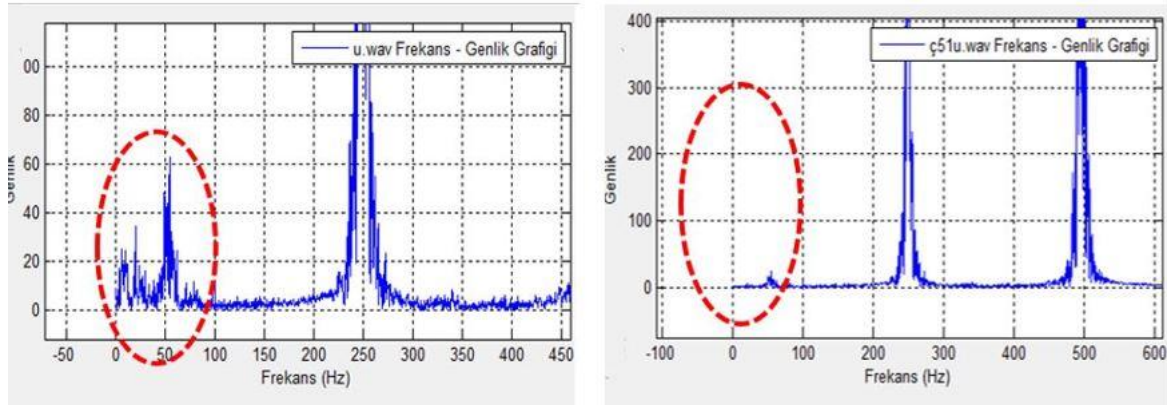
Kesme ve filtreleme

Yalın fonemler için kesme işlemi yapılırken (uyum sağlama ve yorgunluk ile oluşabilecek nefes, vücut pozisyonu ve mikrofon mesafesi gibi durumların etkisinin azaltılmasını sağlamak amacıyla) *Adobe Audition CC (version 11.1)* yazılımı ile ses kayıtlarının başından

ve sonundan en az 0,5 sn'lik segmentler çıkarılmış ve 3 sn'lik bir ses dosyası analiz için kaydedilmiştir.

“Şimdi söyleceğiniz kelime,...” taşıyıcı cümlesi ile beraber söylenen tek heceli sözcüklerse, Adobe Audition programı ile sözcüğün başlamasından hemen önceki kısa boşluk ile birlikte kesilmiştir.

Daha sonra bu kayıtlar, *Üç Boyutlu Ses Konuşma Analiz Programı-3BKAP* (TÜBİTAK 115E604 projesi ile geliştirilen) ile görüntülenmiş ve her dosyada sabit olarak mevcut olan 70 Hz'in altındaki gürültü, *Praat* (version 6.0.36) programında filtrelenmiştir (Boersma ve Weenik, 2017). Filtreleme yöntemi olarak Praat programının dinamik menüsünden *Filter* (pass Hann band) eklentisi seçilmiştir ve 70 Hz'den 20 kHz'e kadar geçiren bir filtreleme yapılarak ses dosyası yeni bir isimle kaydedilmiştir. Resim 3.4 (a) ve (b)'de ses dosyasının filtrelenmemiş ve 70 Hz'de filtrelenmiş halinin frekans-genlik grafiği görülmektedir.



Resim 3.4. (a) Filtrelenmemiş ses dosyası, (b) 70 Hz'de filtrelenmiş ses dosyası

Not: Gürültü kırmızı çizgi ile işaretlenmiştir (3BKAP yazılımı).

Not: Kırmızı çizgi gürültünün silindiği aralığı göstermektedir (3BKAP yazılımı).

Objektif ses kalitesi ölçümü

Yalın şekilde söylenen <a> konuşma sesinin 3 sn olarak kesilmiş ve filtrelenmiş kaydı üzerinden Praat programının ses kalitesi ölçümü eklentisi (Boersma ve Weenik, 2017; Kılıç, 2014; Remijsen, 2004) ile Mean F0, Jitter (local), Jitter (local, abs), Jitter (rap), Jitter (ppq5), Shimmer (local), Shimmer (local, dB), Shimmer (apq3), Shimmer (apq5), Shimmer (apq11), Mean NHR ve Mean HNR parametreleri analiz edilmiştir.

Konuşma seslerinin analizi

Bu çalışmada bölütleme ve etiketleme işlemleri ve akustik analizler, Praat yazılımında yapılmış olup analizler için Özelleştirilmiş Praat eklentileri (Boersma ve Weenik, 2017; Kılıç, 2014; Remijsen, 2004) kullanılmıştır. Bunun için gereksinim duyulan bölütleme ve etiketleme bilgilerini içeren TextGrid dosyası, her bir yalın fonem ve sözcükler için ayrıca oluşturulmuş ve ses dosyası ile birlikte kaydedilmiştir. Yalın fonemlerin tamamı o fonem için bölütlenip etiketlenirken, sözcüklerde her bir fonemin en net duyulduğu alan (geçişler hariç bırakılarak) seçilmiştir. Filtrelenmiş sözcükler için birinci satırın ünsüzleri, ikinci satırın ünlüyü ve üçüncü satırın sözcük sınırlarını gösterdiği üç açıklama satırı içeren TextGrid dosyaları oluşturulmuştur. Daha sonra yalın ve sözcük içindeki fonemler ayrı ayrı analiz edilmiştir. Ancak, bu çalışmaya sözcük içindeki fonemlerin verileri dahil edilmemiştir. Sadece ortalama ses değerlerine sahip bir olgunun verisi görsel olarak sunulmuştur.

Ünlülerin analizi için şiddet, temel frekans ve ortalama formant değerleri hesaplanmıştır. Formant frekansı analizi Burg algoritmasında 5 formant için yapılmıştır. Çalışmamızda kadın sesi kullanıldığından Kılıç (2012)'ın önerdiği şekilde formant parametrelerinde “max freq” değeri 5500 olarak ayarlanmıştır ve segmentlere ait ortalama değerleri ölçmek için “mean” seçilmiştir.

<m> nazal sesi için şiddet, temel frekans ve ortalama formant değerleri, <s, ş> sürtünmeli sesleri için şiddet değeri Praat programı ile ve bu üç ünsüzün frekans dağılım aralığı ise 3BKAP yazılımı ile bulunmuştur.

3.4.2. Veri işlenmesi ve istatistiksel yöntem

Çalışma için belirlenen işleme kriterlerine uyan olgulara ilişkin bilgiler (yaş, eğitim durumu, sigara kullanımı vs.), KDF ile tespit edilmiş ve bu verilerin ortalama ve standart sapmaları hesaplanarak katılımcılara ait demografik bilgiler ortaya konulmuştur.

Ünlülerin akustik analizinden elde edilen verilerin SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) programında normallik testleri gerçekleştirilmiştir. Buna göre normal dağılıma uymayan veriler analiz dışında bırakılmıştır. Normallik analizi yapılan verilerden normal

dağılım gösteren verilerin ($p > 0,05$) ortalama ve standart sapmaları hesaplanarak çizelgeler oluşturulmuştur.

Verilerin değerlendirilmesi ve çizelgelerin oluşturulması amacıyla SPSS (*SPSS Inc., Chicago IL, USA*) versiyon 23.0 kullanılmıştır.



4. BULGULAR

Bu çalışmaya 53 kadın birey katılmıştır. Alanda tecrübeli 3 kişi tarafından kayıtlar dinlendiğinde, bir olgunun birden fazla yalın fonemide işitsel olarak anlaşılabilirlik yeterli olmadığı için ve diğer bir olguda da Praat ile elde edilen ses kalitesi parametreleri normal aralıkta olmadığı için toplam 2 olgu çalışma dışı bırakılmıştır. Ayrıca, geriye kalan 51 olgunun ikisinde <a>, ikisinde <ö>, 1'inde <ü> ve 1'inde <m> konuşma sesi, işitsel olarak anlaşılmadığı için bu 6 olguda sadece bu konuşma sesleri çalışma dışı bırakılmıştır. Bu olgular arasında F0, f1 ve f2 verilerine göre <a, u, ı> konuşma seslerinde bir, <o> konuşma sesinde iki ve <e, i> konuşma seslerinde üç olgu normal dağılıma uymadığı için değerlendirmeye alınmamıştır. Olgularımızın 16 (%31,37)'sı sigara içmektedir. Çalışmaya dahil edilen 51 (yaş ort: 29,5; min: 20,1; max: 44,8) olgunun demografik özellikleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Görüleceği üzere; deneklerimizin büyük kısmı (%88,23) lisans ve üzeri eğitime sahip olup 18-29 yaş arası genç yetişkin grup ile 30-45 yaş arası orta yetişkin grubun dağılımı görece birbirine yakındır.

Çizelge 4.1. Katılımcıların demografik özelliklerine ait bilgiler

| | Toplam | |
|-----------------------|---------------|--------------|
| N | 51 | |
| Yaş Ortalaması | 29,5±6,9 | |
| Yaş | n | Yüzde |
| 18-29 yaş | 27 | 52,94 |
| 30-45 yaş | 24 | 47,06 |
| Eğitim Durumu | | |
| İlk-Ortaokul | 3 | 5,88 |
| Lise | 3 | 5,88 |
| Lisans | 26 | 50,98 |
| Yüksek Lisans-Doktora | 19 | 37,25 |

Praat ile <a> konuşma sesi kullanılarak 51 olgudan elde edilen ses kalitesi parametreleri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Çalışmaya dahil edilen deneklerin en yüksek Shimmer local (%) ve Shimmer local (dB) değerleri sırasıyla 5,46 ve 0,47 olup en yüksek Jitter local (%) değeri 0,53; en yüksek ortalama NHR değeri ise 0,017 bulunmuştur. Jitter local (%) değerinin ortalaması % 1'in, Shimmer local (%) değerinin ortalaması ise % 3'ün altındadır.

Çizelge 4.2. Katılımcıların ses kalitesi parametreleri

| Praat Parametreleri | ort±std |
|----------------------------|----------------|
| Ortalama F0 (Hz) | 232,63±23,87 |
| Jitter local (%) | 0,23±0,10 |
| Jitter local abs (µs) | 10,41±4,89 |
| Jitter rap (%) | 0,13±0,06 |
| Jitter ppq5 (%) | 0,14±0,06 |
| Shimmer local (%) | 2,79±1,02 |
| Shimmer local (dB) | 0,24±0,09 |
| Shimmer apq3 (%) | 1,25±0,79 |
| Shimmer apq5 (%) | 1,99±0,93 |
| Shimmer apq11 (%) | 1,86±0,80 |
| Ortalama NHR | 0,005±0,003 |
| Ortalama HNR (dB) | 24,53±3,21 |

Not: ort = ortalama, std = standart deviasyon

Olgularımızın Ling seslerine dahil olan ve olmayan ünlülerinin Praat ile elde edilen akustik değerleri (akustik yoğunluğun ölçümü olan RMS (Root Mean Square) şiddeti, temel frekans ve formant değerleri) Çizelge 4.3'te verilmiştir. Şekil 4.1'de ise bütün olgular için ortalama formant frekans değerlerine dayalı ünlü dörtgeni gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Ünlülerin akustik değerleri

| Ünlüler | | N | | RMS (dB) | F0 (Hz) | f1 (Hz) | f2 (Hz) | f3 (Hz) | f4 (Hz) | f5 (Hz) |
|--------------------------------------|-----|----|-------------|----------------|------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Ling Seslerine Dahil Olan Ünlüler | <a> | 48 | min | 60,4 | 179,8 | 254,0 | 900,0 | 2836,0 | 3622,0 | 4207,0 |
| | | | max | 79,2 | 280,3 | 888,0 | 1506,0 | 3559,0 | 4461,0 | 5383,0 |
| | | | ort ±std | 71,25 ±4,29 | 231,68 ±24,31 | 558,60 ±149,71 | 1156,98 ±146,66 | 3219,23 ±183,20 | 4010,48 ±225,76 | 4818,90 ±314,53 |
| | <u> | 50 | min | 63,9 | 189,7 | 232,0 | 522,0 | 2540,0 | 3585,0 | 4195,0 |
| | | | max | 80,7 | 287,8 | 458,0 | 1078,0 | 3423,0 | 4665,0 | 5328,0 |
| | | | ort ±std | 73,38 ±4,54 | 237,22 ±23,02 | 315,60 ±49,32 | 786,0 ±119,06 | 2986,26 ±193,95 | 3988,06 ±240,21 | 4694,31 ±278,40 |
| | <i> | 48 | min | 60,9 | 193,0 | 239,0 | 2178,0 | 2723,0 | 3603,0 | 4192,0 |
| | | | max | 81,5 | 278,9 | 430,0 | 2952,0 | 3665,0 | 4732,0 | 5081,0 |
| | | | ort ±std | 73,41 ±4,51 | 237,95 ±21,57 | 304,27 ±49,47 | 2602,77 ±150,95 | 3284,29 ±184,72 | 4237,19 ±277,50 | 4594,87 ±243,02 |
| Ling Seslerine Dahil Olmayan Ünlüler | <e> | 48 | min | 61,5 | 180,7 | 341,0 | 2080,0 | 2612,0 | 3822,0 | 4312,0 |
| | | | max | 81,7 | 293,0 | 771,0 | 2821,0 | 3679,0 | 4831,0 | 5227,0 |
| | | | ort ±std | 70,99 ±4,73 | 232,76 ±24,22 | 552,44 ±101,39 | 2366,48 ±172,73 | 3182,35 ±219,89 | 4362,77 ±262,55 | 4740,50 ±305,49 |
| | <ı> | 50 | min | 61,4 | 185,5 | 271,0 | 1069,0 | 2553,0 | 3665,0 | 4276,0 |
| | | | max | 80,4 | 284,3 | 604,0 | 2131,0 | 3577,0 | 4738,0 | 5321,0 |
| | | | ort ±std | 72,43 ±4,53 | 240,03 ±23,55 | 399,04 ±68,09 | 1574,14 ±272,06 | 3007,32 ±225,94 | 4213,62 ±259,10 | 4739,98 ±254,44 |
| | <ü> | 50 | min | 63,9 | 186,2 | 236,0 | 865,0 | 2308,0 | 3571,0 | 4113,0 |
| | | | max | 82,0 | 297,5 | 452,0 | 2249,0 | 3573,0 | 4557,0 | 5286,0 |
| | | | ort ±std | 73,43 ±4,60 | 240,13 ±22,87 | 317,26 ±49,58 | 1572,30 ±318,10 | 2740,66 ±290,22 | 3973,36 ±248,67 | 4756,24 ±259,88 |
| | <o> | 49 | min | 62,7 | 183,5 | 273,0 | 673,0 | 2518,0 | 3566,0 | 3991,0 |
| | | | max | 81,0 | 283,2 | 584,0 | 1034,0 | 3610,0 | 4467,0 | 5352,0 |
| | | | ort ±std | 72,58 ±4,44 | 235,02 ±23,31 | 412,67 ±68,92 | 860,73 ±89,70 | 3095,92 ±242,10 | 3898,41 ±230,12 | 4807,59 ±348,20 |
| | <ö> | 49 | min | 63,2 | 182,8 | 281,0 | 759,0 | 2269,0 | 3332,0 | 4107,0 |
| | | | max | 82,0 | 278,0 | 668,0 | 1955,0 | 3422,0 | 4643,0 | 5415,0 |
| | | | ort ±std | 73,36 ±4,77 | 235,01 ±23,24 | 470,04 ±86,36 | 1373,71 ±291,16 | 2802,57 ±250,99 | 4022,86 ±294,58 | 4834,58 ±359,08 |

Not: min = minimum, max = maksimum, ort = ortalama, std = standart deviasyon

RMS: Root Mean Square-ortalamaların kare kökü

F0: temel frekans

f1: 1. formantın frekansı

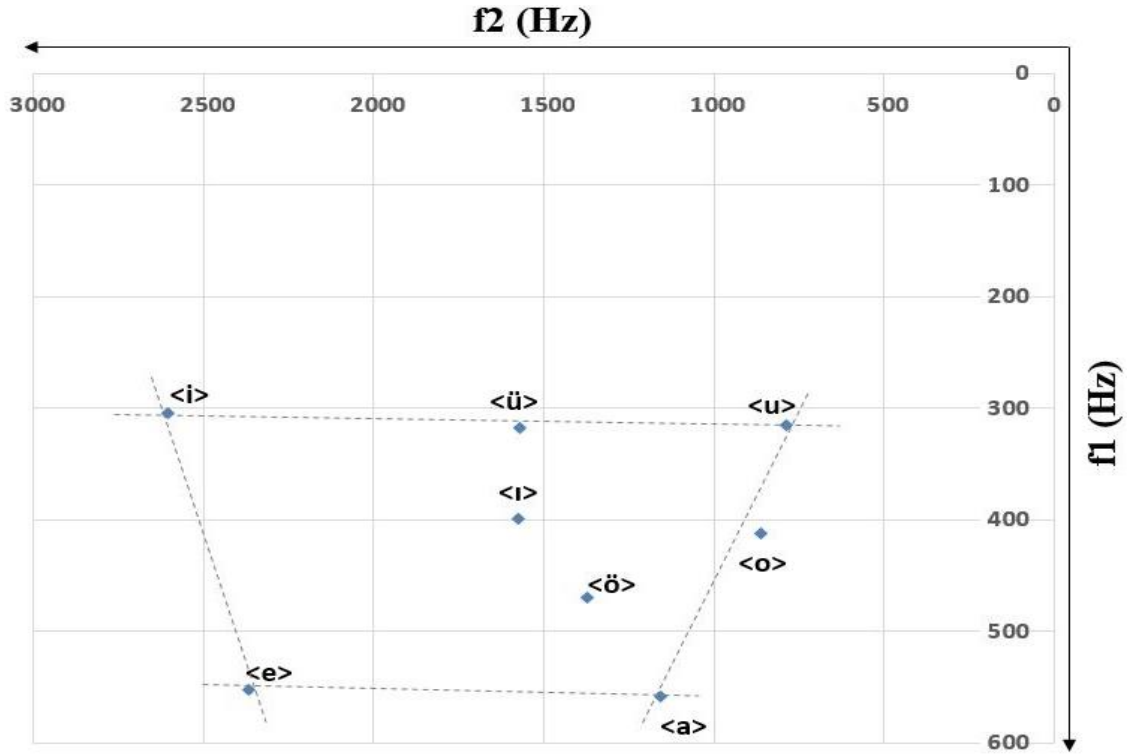
f2: 2. formantın frekansı

f3: 3. formantın frekansı

f4: 4. formantın frekansı

f5: 5. formantın frekansı

Görüleceği üzere; denekler <a> konuşma sesini 60,4-79,2 dB SPL ve 179,8-5383 Hz arasında, <u> konuşma sesini 63,9-80,7 dB SPL ve 189,7-5328 Hz arasında ve <i> konuşma sesini 60,9-81,5 dB SPL ve 193-5081 Hz arasında üretmektedir.



Şekil 4.1. Formant frekans değerlerine dayalı ünlü dörtgeni

Kadınların ünlü dörtgeninde <i, e, a, u>'nun köşe fonemler olduğu ve f2 değeriyle en yüksek frekansa <i> (en az 2178, en fazla 2952 Hz) ile ulaşıldığı görülmüştür. <e> en az 2080, en fazla 2821 Hz ile ikinci en yüksek f2 frekansına sahip olup diğer ünlülerin ortalama f2 değerleri 1600 Hz'in altında saptanmıştır.

Ling seslerine ait Praat ile ölçülen şiddet değerleri Çizelge 4.4'te verilmiştir. Ling sesleri içinde en düşük şiddet <s> ve <ş> konuşma seslerine, en yüksek şiddet ise <m> konuşma sesine aittir.

Çizelge 4.4. Ling seslerinin şiddet değerleri

| Ling sesleri | RMS (dB) | |
|--------------|-----------|------------|
| | min-max | ort±std |
| <a> | 60,4-79,2 | 71,25±4,29 |
| <u> | 63,9-80,7 | 73,38±4,54 |
| <i> | 60,9-81,5 | 73,41±4,51 |
| <m> | 66,0-87,0 | 76,9±5,0 |
| <s> | 58,2-77,1 | 67,9±5,0 |
| <ş> | 56,7-79,2 | 66,9±4,5 |

Not: min = minimum, max = maksimum, ort = ortalama, std = standart deviasyon
RMS: Root Mean Square- ortalamaların kare kökü

<m> konuşma sesi için Praat ile elde edilen şiddet, temel frekans ve formant değerleri Çizelge 4.5'te, 3BKAP yazılımı ile elde edilen frekans (Hz) ve genlik (dB) değerleri ise Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Görüleceği üzere; <m> konuşma sesi 66-87 dB SPL ve F0 ile ilk üç formanta göre 194,2-3557 Hz arasında üretilmektedir.

Çizelge 4.5. <m> konuşma sesinin Praat ile elde edilen akustik değerleri

| | N | | RMS (dB) | F0 (Hz) | f1 (Hz) | f2 (Hz) | f3 (Hz) |
|-----|----|-------------|--------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| <m> | 50 | min | 66,0 | 194,2 | 205,0 | 781,0 | 2040,0 |
| | | max | 87,0 | 284,2 | 365,0 | 2234,0 | 3557,0 |
| | | ort ±std | 76,9 ±5,0 | 238,3 ±21,0 | 260,5 ±33,4 | 1432,8 ±297,0 | 2755,0 ±338,8 |

Not: min = minimum, max = maksimum, ort = ortalama, std = standart deviasyon

RMS: Root Mean Square-ortalamaların kare kökü

F0: temel frekans

f1: 1. formantın frekansı

f2: 2. formantın frekansı

f3: 3. formantın frekansı

<m> konuşma sesi, temel frekanstan başlayarak tepe noktaları halinde ses enerjisi üretmiştir. Olgularda en az 4, en fazla 7 tepe noktası halinde enerji alanı gözlemlenmiş olmakla birlikte, bu çalışmada her olguda saptanan ve en yüksek enerjinin toplandığı ilk 4 tepe noktası

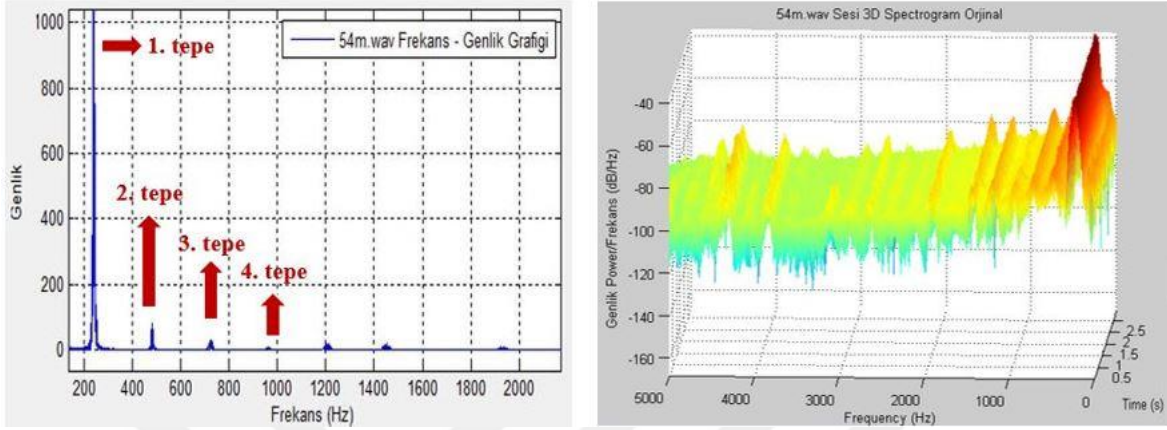
değerlendirmeye alınmıştır. Çizelge 4.6'da görüldüğü üzere; ilk tepe noktası (238,3±21,1 Hz) en yüksek enerjiye sahip olup (91,9±5,7 dB) olguların tamamında <m> konuşma sesinin temel frekansı ile aynı değerdedir. 2. tepe noktası ise ortalamada 476,8±42,5 Hz, 3. tepe noktası ortalamada 754,3±142,2 Hz ve 4. tepe noktası ortalamada 1115,8±253 Hz'e sahiptir.

Çizelge 4.6. <m> konuşma sesinin frekans ve genlik değerleri

| | | Frekans-Hz (Genlik-dB) | Genlik-dB (Frekans-Hz) |
|------------------------|----------------|------------------------|------------------------|
| 1. tepe noktası | min | 194 Hz (98,7 dB) | 80 dB (234 Hz) |
| | max | 284 Hz (81,2 dB) | 100,9 dB (258 Hz) |
| | ort±std | 238,3±21,1 Hz | 91,9±5,7 dB |
| 2. tepe noktası | min | 389 Hz (76,3 dB) | 50,3 dB (466 Hz) |
| | max | 569 Hz (70,9 dB) | 82,3 dB (435 Hz) |
| | ort±std | 476,8±42,5 Hz | 66,3±7,3 dB |
| 3. tepe noktası | min | 582 Hz (54 dB) | 30 dB (706 Hz) |
| | max | 1308 Hz (54,5 dB) | 69,9 dB (690 Hz) |
| | ort±std | 754,3±142,2 Hz | 53,2±8,7 dB |
| 4. tepe noktası | min | 776 Hz (48,8 dB) | 32,3 dB (1053 Hz) |
| | max | 1946 Hz (44 dB) | 67,2 dB (967 Hz) |
| | ort±std | 1115,8±253 Hz | 50,5±7,6 dB |

Not: min = minimum, max = maksimum, ort = ortalama, std = standart deviasyon
Genlik değerleri dB SPL olarak oluşturulmuştur. Frekanslara ait genlik değerleri (dB) ve genliklere ait frekans değerleri (Hz) parantez içinde verilmiştir.

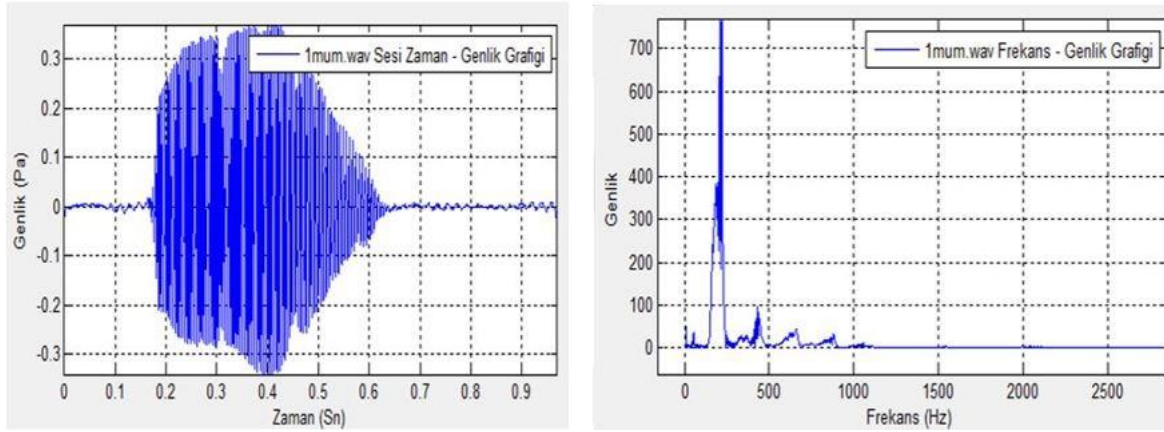
<m> konuşma sesinin 3BKAP yazılımı ile bir olgudan elde edilen frekans-genlik grafiği (spektrum) örneği ve zamana göre frekans bantlarının genlik değişimini gösteren üç boyutlu ve renkli spektrogram görüntüsü örneği Resim 4.1 (a) ve (b)'de verilmiştir.



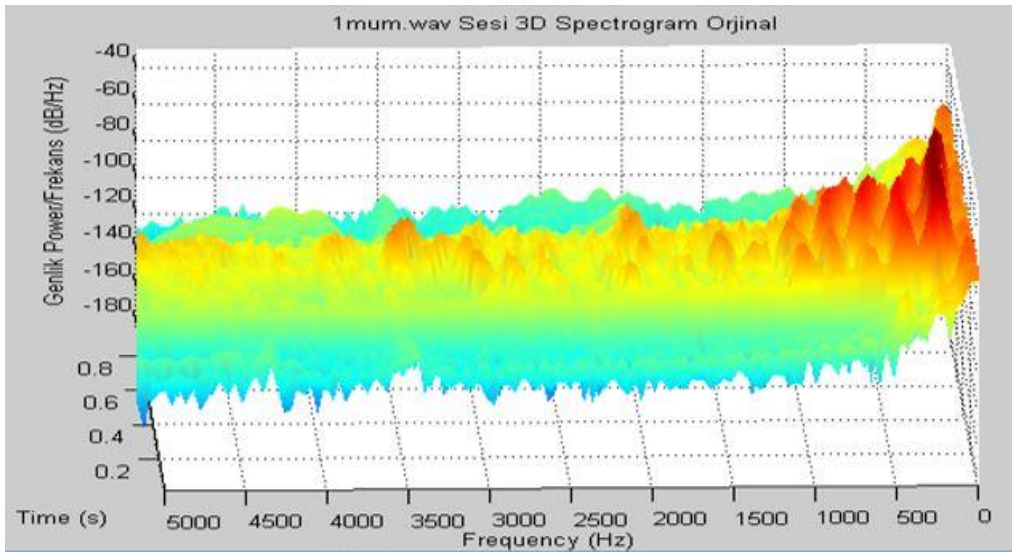
Resim 4.1. (a) <m> konuşma sesi spektrum örneği, (b) spektrogram örneği

Görüleceği üzere; <m> konuşma sesi en yüksek şiddete 1. tepe noktası ile ulaşmaktadır ve 242 Hz (1. tepe), 484 Hz (2. tepe), 726 (3. tepe) ve 968 Hz (4. tepe) değerleriyle her tepenin üzerine 242 Hz eklenmesi şeklinde harmonikler zinciri olarak ilerlemektedir.

Mum sözcüğünde 3BKAP yazılımı ile bir olgudan elde edilen ses sinyalinin bileşenlerinin zamandaki basınç değişimini (genlik) gösteren zaman-genlik grafiği (dalga formu) örneği ve frekans-genlik grafiği (spektrum) örneği Resim 4.2 (a) ve (b)'de, zamana göre frekans bantlarının genlik değişimini gösteren üç boyutlu ve renkli spektrogram görüntüsü örneği ise Resim 4.3'te verilmiştir. Bu görsellerde; *mum* sözcüğünde, <m> konuşma sesiyle uyumlu olarak, 240 Hz civarı en yüksek şiddete ulaşan ve 1000 Hz'e kadar giden yoğun bir enerji varlığı görülmektedir.



Resim 4.2. (a) *mum* sözcüğünün dalga formu örneği, (b) spektrum örneği



Resim 4.3. *mum* sözcüğünün spektrogram örneği

<s> konuşma sesinin 15 dB SPL'den daha yüksek ses enerjisinin frekans dağılımı Çizelge 4.7'de verilmiştir.

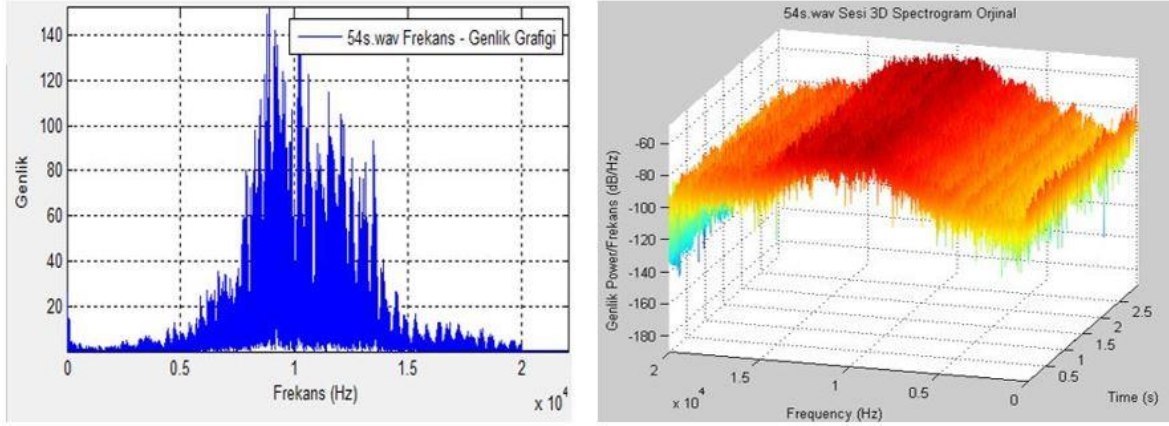
Çizelge 4.7. <s> konuşma sesinin 15 dB SPL'den daha yüksek ses enerjisinin frekans dağılımı

| | | alt sınır | | üst sınır | |
|---|------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| | | Frekans-Hz (Genlik-dB) | Genlik-dB (Frekans-Hz) | Frekans-Hz (Genlik-dB) | Genlik-dB (Frekans-Hz) |
| Enerjinin yoğunlaştığı frekans aralığı | min | 3501 Hz (37 dB) | 30,8 dB (5206 Hz) | 7323 Hz (48,4 dB) | 31,2 dB (18490 Hz) |
| | max | 8885 Hz (55,6 dB) | 55,6 dB (8885 Hz) | 18490 Hz (31,2 dB) | 57,4 dB (14270 Hz) |
| | ort ±std | 5316,1 ±1044,1 Hz | 42,8 ±6,1 dB | 14545,9 ±2018,3 Hz | 43,2 ±5,8 dB |
| | en yüksek şiddetin frekansı | | | | |
| | | Frekans-Hz (Genlik-dB) | | Genlik-dB (Frekans-Hz) | |
| | min | 6081 Hz (62,9 dB) | | 50,3 dB (9133 Hz) | |
| | max | 13580 Hz (62,8 dB) | | 73,1 dB (8691 Hz) | |
| | ort ±std | 9486,9±2176,8 Hz | | 60,2±5,2 dB | |

Not: min = minimum, max = maksimum, ort = ortalama, std = standart deviasyon
Genlik değerleri dB SPL olarak oluşturulmuştur. Frekanslara ait genlik değerleri (dB) ve genliklere ait frekans değerleri (Hz) parantez içinde verilmiştir.

Görüleceği üzere; <s> konuşma sesi ortalama 5316,1-14545,9 Hz frekans aralığında, en yüksek şiddete (60,2±5,2 dB) ortalama 9486,9 Hz'de ulaşan bir enerji kümesine sahiptir.

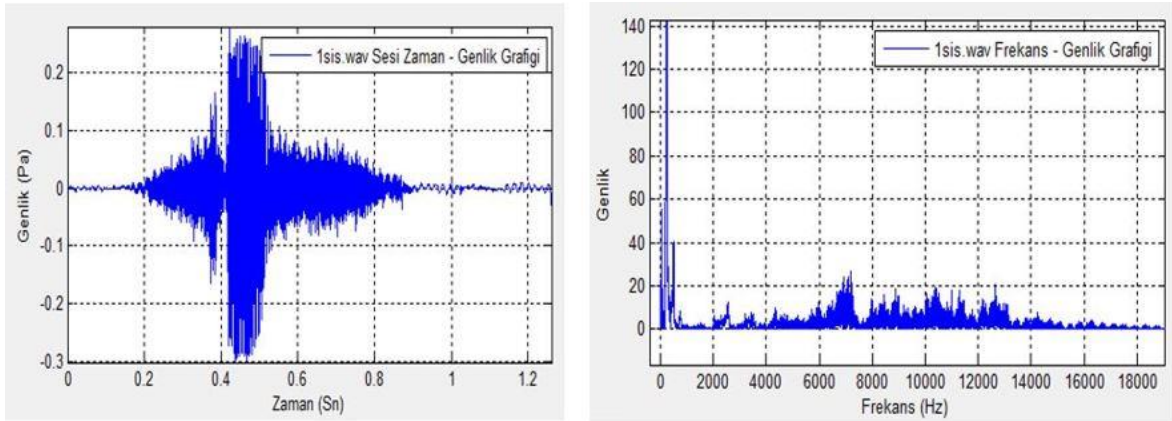
<s> konuşma sesinin 3BKAP yazılımı ile bir olgudan elde edilen frekans-genlik grafiği (spektrum) örneği ve zamana göre frekans bantlarının genlik değişimini gösteren üç boyutlu ve renkli spektrogram görüntüsü örneği Resim 4.4 (a) ve (b)'de verilmiştir.



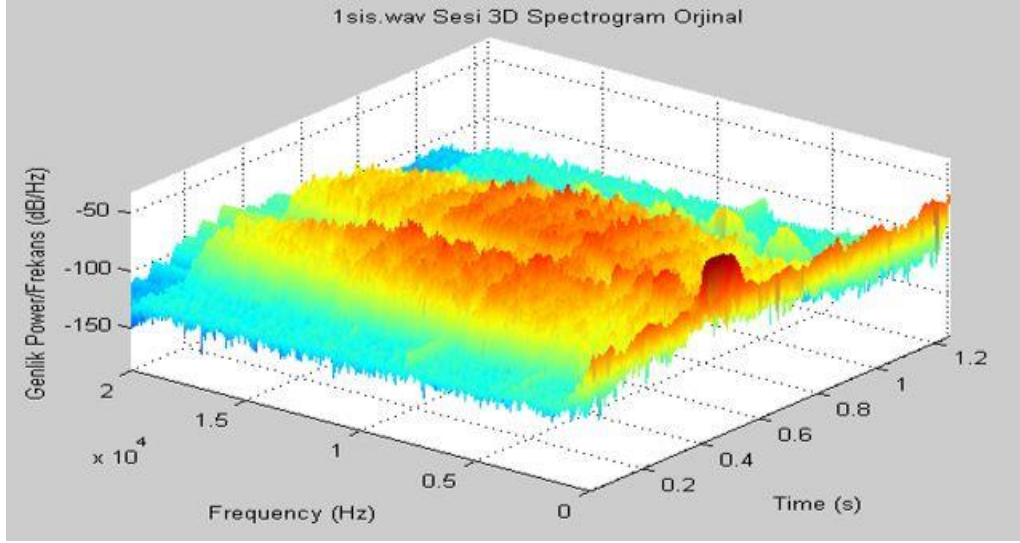
Resim 4.4. (a) <s> konuşma sesi spektrum örneği, (b) spektrogram örneği

Görüleceği üzere; <s> konuşma sesinin 4000-15000 Hz arasında yoğun bir enerjisi ve 9000 Hz civarında en yüksek şiddete ulaşan enerjisi bulunmaktadır.

Sis sözcüğünde 3BKAP yazılımı ile bir olgudan elde edilen ses sinyalinin bileşenlerinin zamandaki basınç değişimini (genlik) gösteren zaman-genlik grafiği (dalga formu) örneği ve frekans-genlik grafiği (spektrum) örneği Resim 4.5 (a) ve (b)'de, zamana göre frekans bantlarının genlik değişimini gösteren üç boyutlu ve renkli spektrogram görüntüsü örneği ise Resim 4.6'da verilmiştir. Bu görsellerde; *sis* sözcüğünde, <s> konuşma sesiyle uyumlu olarak, 4000-15000 Hz aralığında yoğun bir enerji varlığı görülmektedir.



Resim 4.5. (a) *sis* sözcüğünün dalga formu örneği, (b) spektrum örneği



Resim 4.6. *sis* sözcüğünün spektogram örneği

<ş> konuşma sesinin 15 dB SPL'den daha yüksek ses enerjisinin frekans dağılımı Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. <ş> konuşma sesinin 15 dB SPL'den daha yüksek ses enerjisinin frekans dağılımı

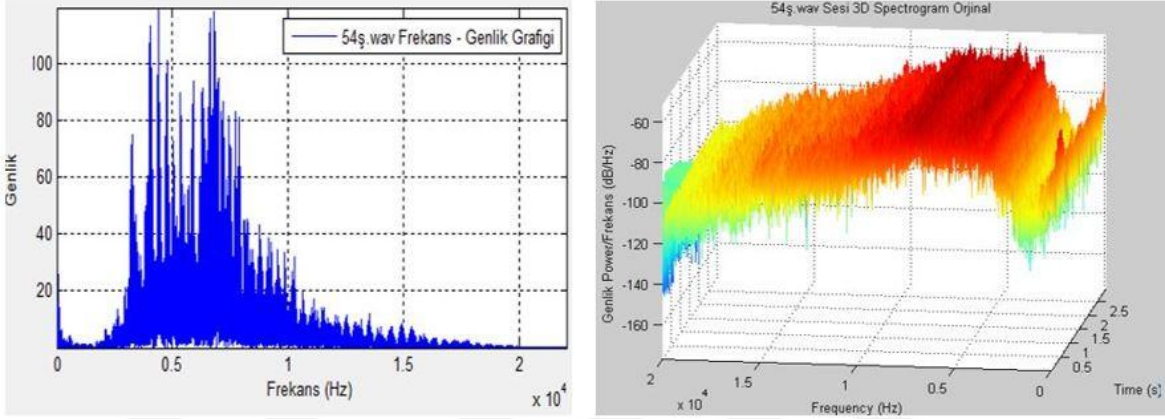
| | | alt sınır | | üst sınır | |
|---|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | | Frekans-Hz (Genlik-dB) | Genlik-dB (Frekans-Hz) | Frekans-Hz (Genlik-dB) | Genlik-dB (Frekans-Hz) |
| Enerjinin yoğunlaştığı frekans aralığı | min | 1895 Hz (35,2 dB) | 23,4 dB (2000 Hz) | 7796 Hz (40,9 dB) | 32,6 dB (9853 Hz) |
| | max | 4298 Hz (45,1 dB) | 53,6 dB (3921 Hz) | 15010 Hz (36,7 dB) | 54,2 dB (10880 Hz) |
| | ort ±std | 2934,3 ±505,5 Hz | 40,5 ±5,3 dB | 11202,9 ±1673,9 Hz | 39,3 ±4,1 dB |
| | en yüksek şiddetin frekansı | | | | |
| | | Frekans-Hz (Genlik-dB) | | Genlik-dB (Frekans-Hz) | |
| | min | 2827 Hz (59,2 dB) | | 53,0 dB (3789 Hz) | |
| | max | 7574 Hz (62,7 dB) | | 73,9 dB (4790 Hz) | |
| | ort ±std | 5018,7±1377,3 Hz | | 60,8±4,3 dB | |

Not: min = minimum, max = maksimum, ort = ortalama, std = standart deviasyon

Genlik değerleri dB SPL olarak oluşturulmuştur. Frekanslara ait genlik değerleri (dB) ve genliklere ait frekans değerleri (Hz) parantez içinde verilmiştir.

Görüleceği üzere; <ş> konuşma sesi ortalama 2934,3-11202,9 Hz frekans aralığında, en yüksek şiddete (60,8±4,3 dB) ortalama 5018,7 Hz'de ulaşan bir enerji kümesine sahiptir.

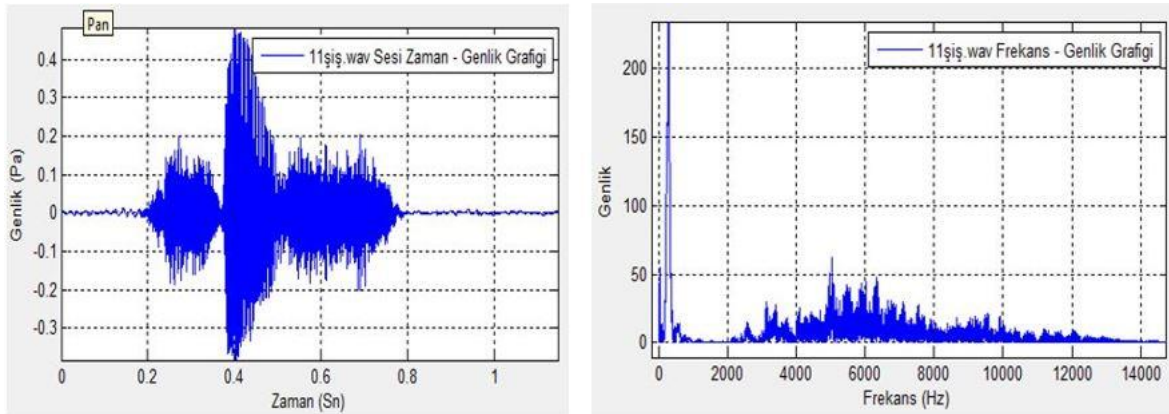
<ş> konuşma sesinin 3BKAP yazılımı ile bir olgudan elde edilen frekans-genlik grafiği (spektrum) örneği ve zamana göre frekans bantlarının genlik değişimini gösteren üç boyutlu ve renkli spektogram görüntüsü örneği Resim 4.7 (a) ve (b)'de verilmiştir.



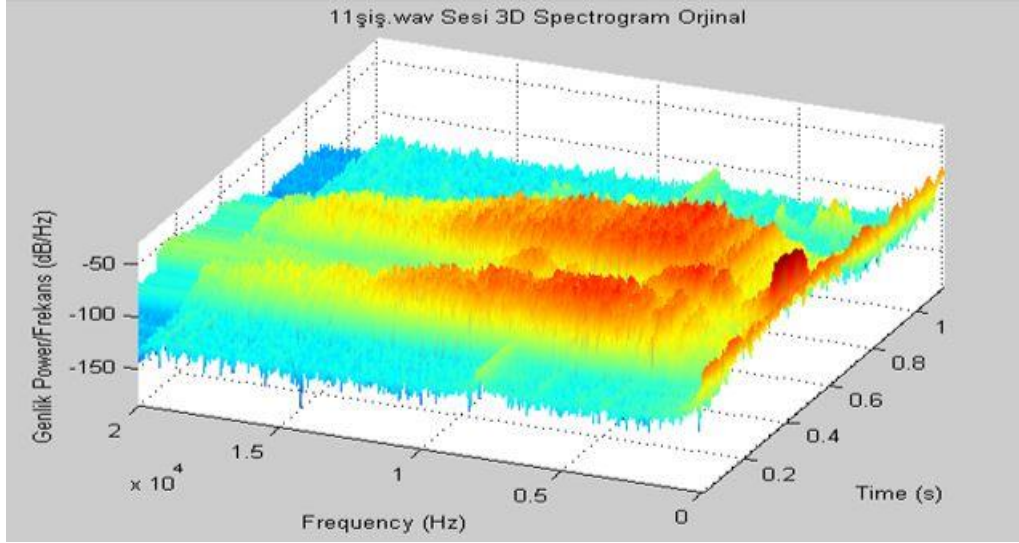
Resim 4.7. (a) <ş> konuşma sesi spektrum örneği, (b) spektogram örneği

Görüleceği üzere; <ş> konuşma sesinin 2000-13000 Hz arasında yoğun bir enerjisi ve 5000 Hz civarında en yüksek şiddete ulaşan enerjisi bulunmaktadır.

Şiş sözcüğünde 3BKAP yazılımı ile bir olgudan elde edilen ses sinyalinin bileşenlerinin zamandaki basınç değişimini (genlik) gösteren zaman-genlik grafiği (dalga formu) örneği ve frekans-genlik grafiği (spektrum) örneği Resim 4.8 (a) ve (b)'de, zamana göre frekans bantlarının genlik değişimini gösteren üç boyutlu ve renkli spektogram görüntüsü örneği ise Resim 4.9'da verilmiştir. Bu görsellerde; şiş sözcüğünde, <ş> konuşma sesiyle uyumlu olarak, 2000-13000 Hz aralığında yoğun bir enerji varlığı görülmektedir.



Resim 4.8. şiş sözcüğünün dalga formu örneği, (b) spektrum örneği

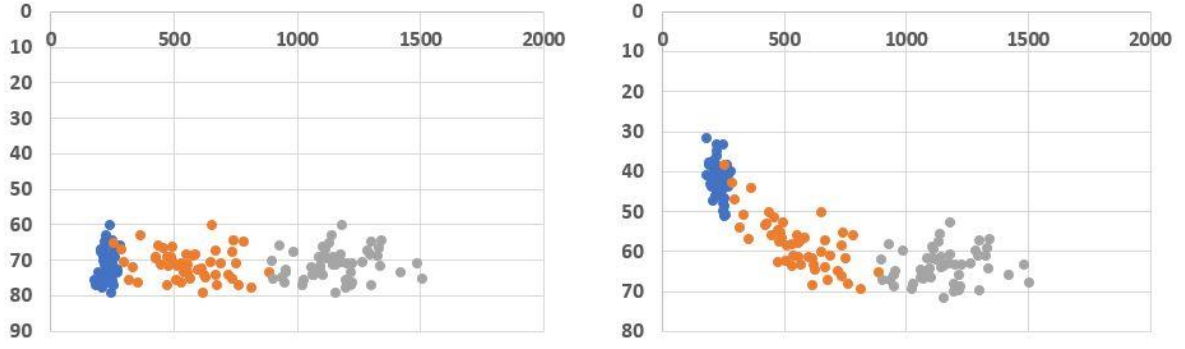


Resim 4.9. şış sözcüğünün spektrogram örneği

Tüm olgularda Praat ile elde edilen dB SPL-frekans dağılımını ve dB HL-frekans dağılımını gösteren grafikler; <a> konuşma sesi için Şekil 4.2 (a) ve (b)'de, <u> konuşma sesi için Şekil 4.3 (a) ve (b)'de, <i> konuşma sesi için Şekil 4.4 (a) ve (b)'de ve <m> konuşma sesi için Şekil 4.5 (a) ve (b)'de verilmiştir. Tüm olgularda 3BKAP ile elde edilen dB SPL-frekans dağılımını ve dB HL-frekans dağılımını gösteren grafikler ise <m> konuşma sesi için Şekil 4.6 (a) ve (b)'de, <s> konuşma sesi için Şekil 4.7 (a) ve (b)'de ve <ş> konuşma sesi için Şekil 4.8 (a) ve (b)'de verilmiştir.

Şekil 4.9'da <a, u, i, m> konuşma seslerinin tüm olgular için odyogram üzerindeki dağılımı, Şekil 4.10'da ise Ling-6 sesin tüm olgular için odyogram üzerindeki dağılımı verilmiştir. <a, u, i, m> konuşma seslerinde Praat değerleri, <s, ş> konuşma seslerinde ise 3BKAP değerleri esas alınmıştır. Bu görsellerin tamamında x eksenini frekans (Hz), y eksenini şiddet (dB) değerini ifade etmektedir.

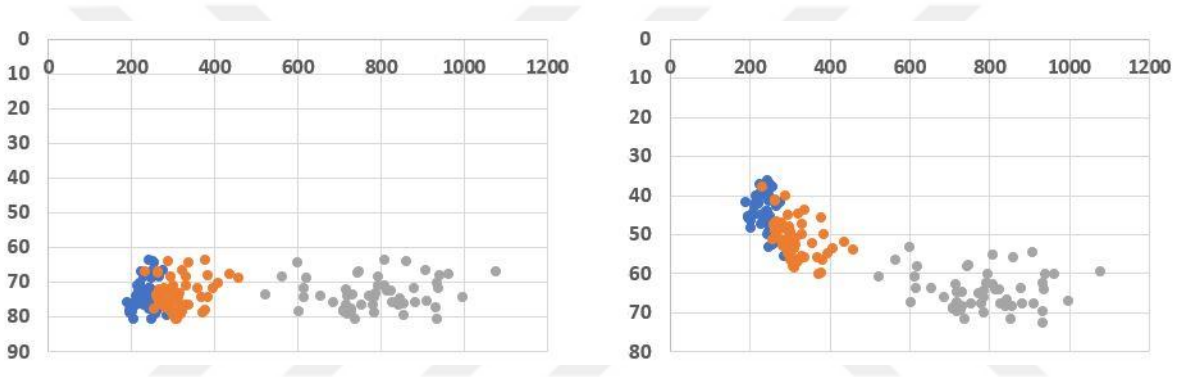
dB SPL'yi dB HL'ye dönüştürmek için 8000 Hz'e kadar ANSI S3.6-1996 standardı kullanılmıştır (American National Standards Institute [ANSI], RI 1998). 9000-16000 Hz arası için Stelmactowicz, Gorga ve Cullen (1982), 16000-18000 Hz arası için Northern, Downs, Rudmose, Glorig ve Fletcher (1972) kaynağından yararlanılmıştır. Kaynaklarda verilmeyen ara frekans değerleri için *interpolasyon yöntemi* uygulanmıştır.



Şekil 4.2. (a) <a> konuşma sesi dB SPL-frekans dağılımı, (b) dB HL-frekans dağılımı (Praat)

Not: **FO**, **f1** ve **f2** değerleri gösterilmektedir.

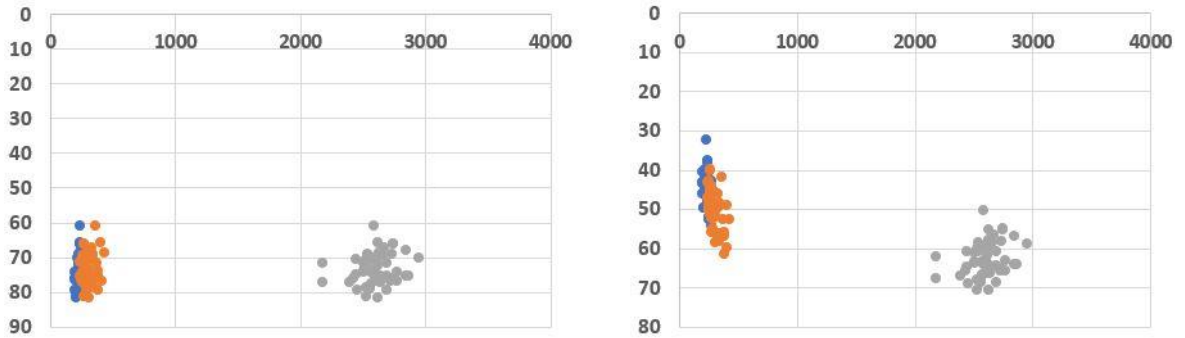
Not: **FO**, **f1** ve **f2** değerleri gösterilmektedir.



Şekil 4.3. (a) <u> konuşma sesi dB SPL-frekans dağılımı, (b) dB HL-frekans dağılımı (Praat)

Not: **FO**, **f1** ve **f2** değerleri gösterilmektedir.

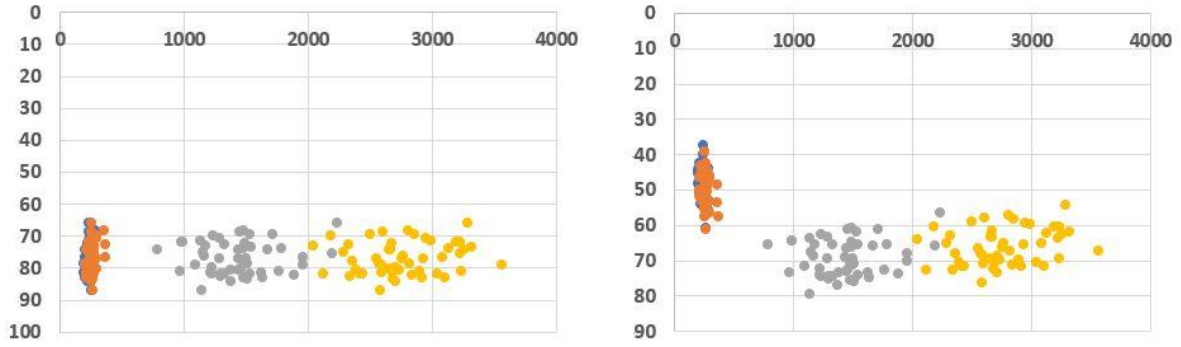
Not: **FO**, **f1** ve **f2** değerleri gösterilmektedir.



Şekil 4.4. (a) <i> konuşma sesi dB SPL-frekans dağılımı, (b) dB HL-frekans dağılımı (Praat)

Not: **FO**, **f1** ve **f2** değerleri gösterilmektedir.

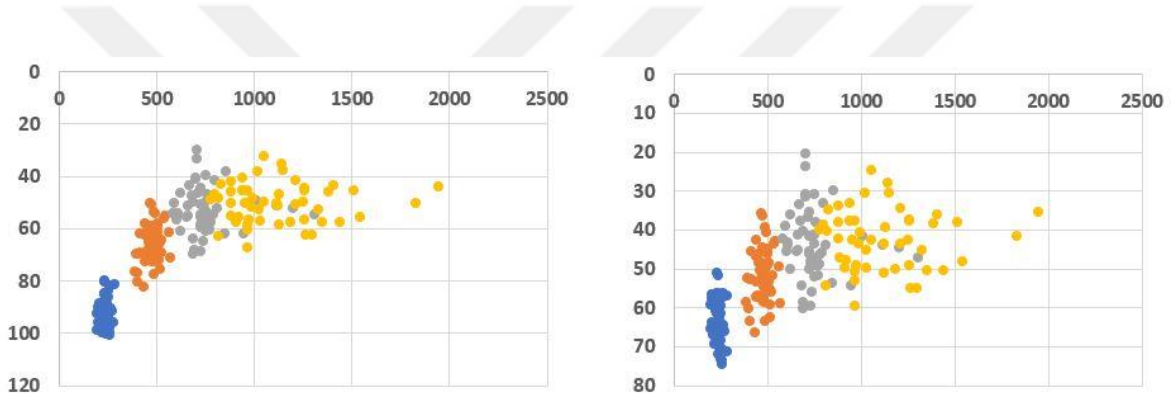
Not: **FO**, **f1** ve **f2** değerleri gösterilmektedir.



Şekil 4.5. (a) <m> konuşma sesi dB SPL-frekans dağılımı, (b) dB HL-frekans dağılımı (Praat)

Not: **F0**, **f1**, **f2** ve **f3** değerleri gösterilmektedir.

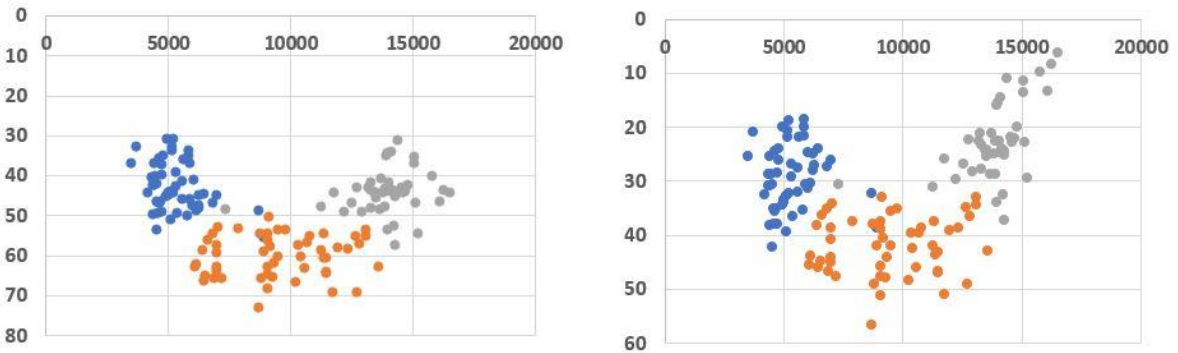
Not: **F0**, **f1**, **f2** ve **f3** değerleri gösterilmektedir.



Şekil 4.6. (a) <m> konuşma sesi dB SPL-frekans dağılımı, (b) dB HL-frekans dağılımı (3BKAP)

Not: **1.**, **2.**, **3.** ve **4.** tepe noktaları gösterilmektedir.

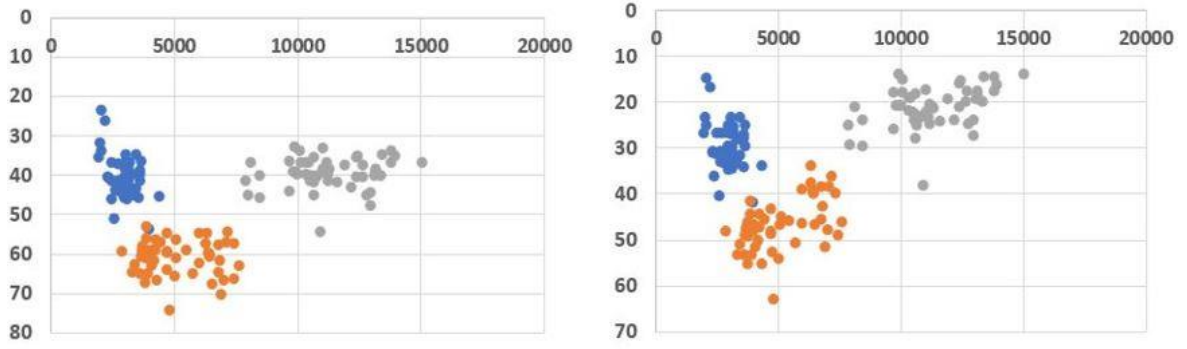
Not: **1.**, **2.**, **3.** ve **4.** tepe noktaları gösterilmektedir.



Şekil 4.7. (a) <s> konuşma sesi dB SPL-frekans dağılımı, (b) dB HL-frekans dağılımı (3BKAP)

Not: **Enerjinin yoğunlaştığı alt sınır, en yüksek şiddetin frekansı** ve enerjinin yoğunlaştığı üst sınır değerleri gösterilmektedir.

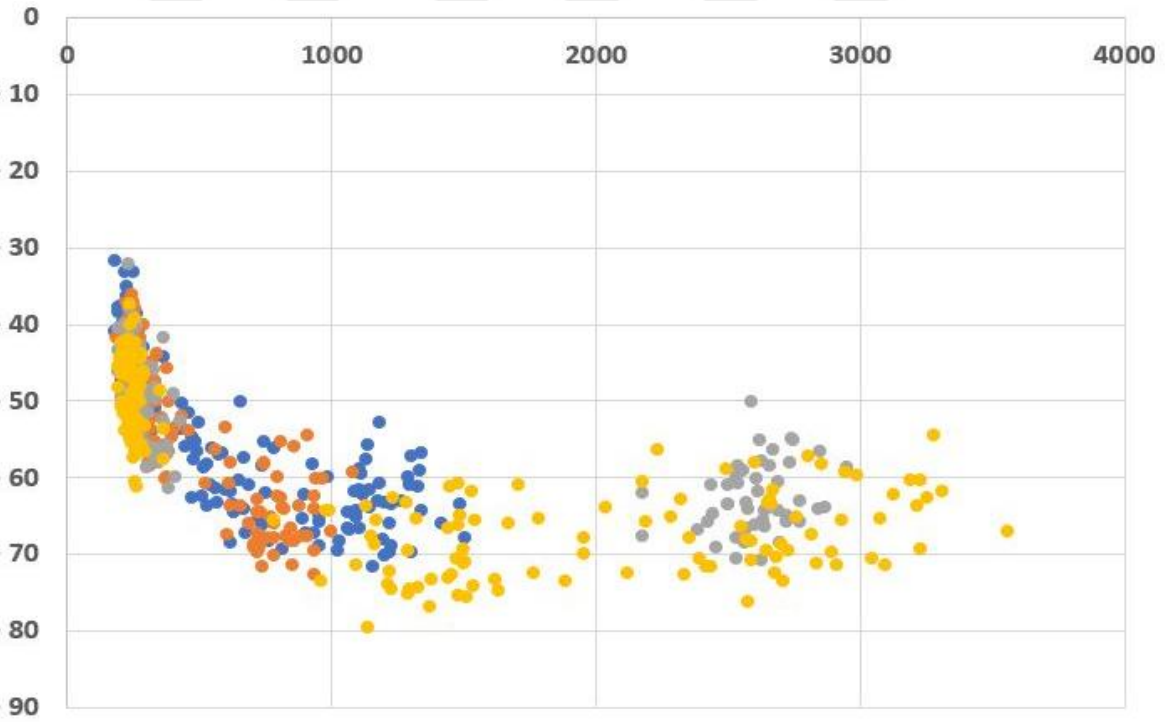
Not: **Enerjinin yoğunlaştığı alt sınır, en yüksek şiddetin frekansı** ve enerjinin yoğunlaştığı üst sınır değerleri gösterilmektedir.



Şekil 4.8. (a) <ş> konuşma sesi dB SPL-frekans dağılımı, (b) dB HL-frekans dağılımı (3BKAP)

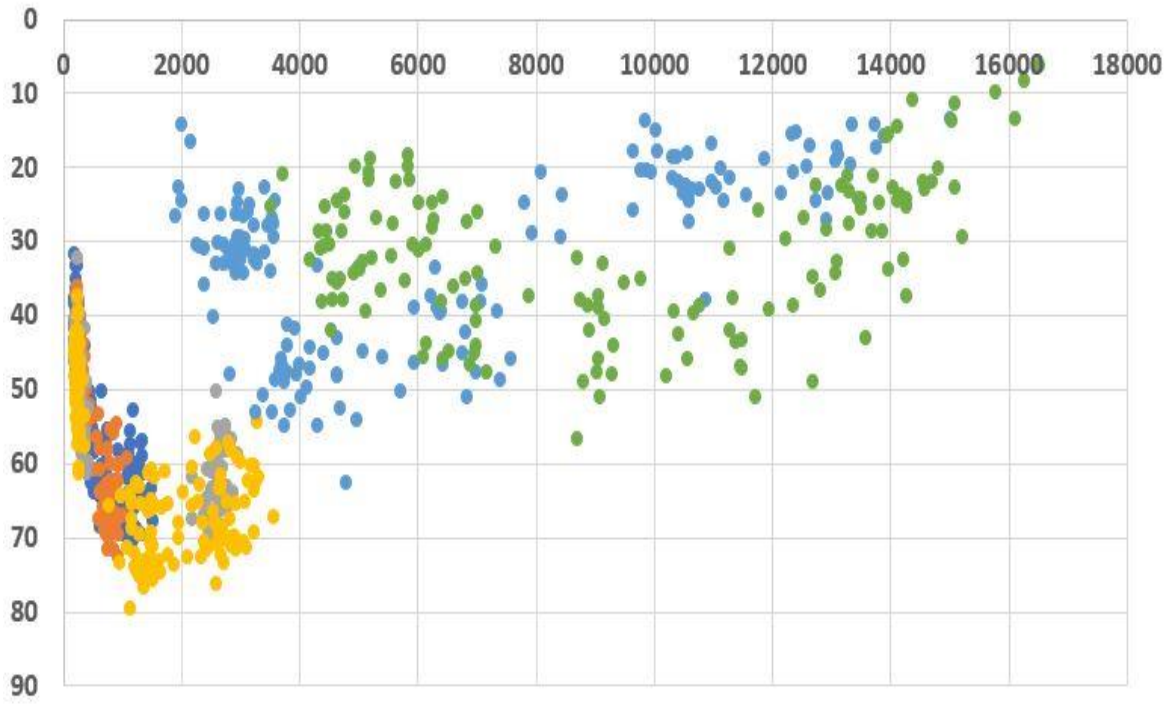
Not: Enerjinin yoğunlaştığı alt sınır, en yüksek şiddetin frekansı ve enerjinin yoğunlaştığı üst sınır değerleri gösterilmektedir.

Not: Enerjinin yoğunlaştığı alt sınır, en yüksek şiddetin frekansı ve enerjinin yoğunlaştığı üst sınır değerleri gösterilmektedir.



Şekil 4.9. <a, u, i, m> konuşma seslerinin odyogram üzerindeki dağılımı

Not: <a>, <u>, <i> ve <m> konuşma sesleri gösterilmektedir. dB HL değerleri kullanılmıştır.



Şekil 4.10. Ling-6 sesin odyogram üzerindeki dağılımı

Not: <a>, <u>, <i>, <m>, <s> ve <ş> konuşma sesleri gösterilmektedir. dB HL değerleri kullanılmıştır.



5. TARTIŞMA

Yetişkinlerde işitmenin değerlendirilmesine öncelikle saf ses uyararla başlanırken çocuklarda konuşma uyararı ile başlanır. Çünkü saf ses uyararı ile çocuklarda güvenilir yanıtlar almak zordur ancak, konuşma sesi, çocuklara ve bebeklere daha ilgi çekici ve tanıdık geldiğinden çocukların konuşma seslerine tepkileri daha net gözlenebilir ve işitme eşikleri daha kolay belirlenebilir (Beattie ve diğerleri, 1997). Ayrıca, odyogram, frekans ile şiddetin iki boyutlu bir çizimiyken sesin şiddet, frekans ve süre olmak üzere üç boyutu vardır (Ling, 2002: 23; Mengü, Kemaloğlu, Gökdoğan ve Altunel, 2018) ve süresel farklılıklar, genellikle işitme kaybı olan çocukların dinlemeyi ve üretmeyi öğrendiği ilk ipuçlarından biridir (Cole ve Flexer, 2007: 182). Aynı zamanda, odyogram, çocukların saf ses işitme eşiklerini sunarken konuşma uyararı, karmaşık ve hızlı bir şekilde değişen akustik olaylardan oluşan ve günlük iletişimde kullanılan işitsel sinyalleri sunar (Ling, 2002: 23). Bu nedenle konuşma uyararı, işitme kaybının günlük yaşamdaki iletişimi nasıl etkilediğiyle ilgili saf sesteki daha gerçekçi bilgi verir (Stach, 2010: 274). Dolayısıyla, karmaşık bir akustik sinyal olan konuşma sesi kullanılmadan gerçekleştirilen işitsel değerlendirmeler eksik olarak nitelendirilir (Ramkisson, 2001; Wilson ve McArdle, 2005).

İşitmenin konuşma sesleriyle değerlendirilmesinde kullanılan Ling-6 Ses Testi ile yapılan bir çalışmada (Burgdorf, 2015) Ling sesleri skorları ile saf ses işitme eşikleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bu çalışmada, ayrıca normal işiten bireyler ile işitme engelli bireyler arasında her Ling sesi için önemli farklar mevcuttur. Bu bulgular temelinde Ling-6 Ses Testi, konuşma frekansı aralığında işitme kaybını belirlemek için basit ve doğru bir metot olarak görülmektedir.

Ling Ses Testi başlangıçta Kuzey Amerika nüfusu için geliştirilmiştir (Agung ve diğerleri, 2005). Türkçe ve Kuzey Amerika İngilizcesi konuşma seslerinin üretimde ve spektral içeriğinde farklılıklar vardır ve yabancı kaynaklardaki konuşma sesi akustik değerlerini esas alarak Türkçe ile işitsel değerlendirme yapmak, işitme frekanslarının değerlendirilmesinde hatalara yol açabilir. Odyologlar ise ağırlıklı olarak kadın olmakla birlikte, kitapların çoğunda erkek denekler üzerinden bilgi verilmiştir ve Burgdorf (2015)'un yaptığı çalışmada her Ling sesi için kadın ve erkek sesleri arasında önemli farklılıklar bulunmuştur.

Türkiye literatürüne baktığımızda Türkçe kadın sesleriyle ilgili çalışma sayısı azdır ve yapılan çalışmalarda standart ÇTT telâffuzu kullanan eğitimli kişiler seçilmiştir. Bizim çalışmamızdaki katılımcılar, ÇTT’ni kullanıyor olsalar da eğitilmiş sesten eğitilmemiş sese, farklı sosyokültürel özelliklere ait seslere ve o andaki duygudurumdan etkilenen seslere ait özellikler taşımaktadır. Ayrıca, çocukların birincil bakıcıları genellikle anneleridir (Kennedy ve diğerleri, 2006). Çocuğun iletişimi için sözel ve sözel olmayan girişimlerini en başarılı şekilde yorumlayan anneler, o çocuğun daha sonraki konuşma iletişimi için en sağlam temelleri oluşturur (Ling, 1989: 8). Çocuklar da annelerinin sesine ve anadillerine diğer seslerden daha duyarlıdır. Anne sesi ile uyarı verildiğinde, çocukların odyolojik davranışsal tepkilerinin daha net olduğu görülmüştür (Saito ve diğerleri, 2019). Dolayısıyla, çocuklarda anadile ait konuşma seslerini ve/veya sözcüklerini ve anne sesini kullanmak işitmenin değerlendirilmesini kolaylaştırır. Bu nedenlerle bu çalışmada, doğurgan çağda olan ve ÇTT kullanan Türk kadın toplumu için Ling seslerinin akustik özellikleri belirlenmiştir.

Katılımcılarımızın ses kalitesi parametreleri (Bkz. Çizelge 4.2) literatürle uyumlu olarak normal sınırlar içerisindedir (Brockmann ve diğerleri, 2008; Brockmann ve diğerleri, 2011; Oğuz ve diğerleri, 2006; Oğuz ve diğerleri, 2007a; Saltürk ve diğerleri, 2016).

Çalışmamızda, sesbirimlerinin fonetik sembolleri yerine yazı dilindeki (ortografik) sembolleri (harfler) tercih edilmiş (<a>, <i> şeklinde) ve “< >” ile gösterilmiştir. Daha önce belirttiğimiz gibi (Bkz. Çizelge 2.2), sesbirimlerin birden fazla alofonları olabilmektedir. Katılımcılarımız, herhangi bir odyoloji kliniğine başvuran bir işitme engelli çocuğun annesi gibi, dilbilim alanında eğitimli bireyler olmadığı için onlara sadece harfler gösterilmiştir ve onlardan o harfleri seslendirmeleri istenerek, ürettikleri sesler kayıt edilmiştir. Bu çalışmadaki deneklerin hangi alofonu ürettiğinin tespiti, zaman alan ve uzmanlık gerektiren bir konu olduğu gibi, odyolojik bağlamda da önemli olan ÇTT konuşan Türk kadın toplumunun hangi aralıkta ses ürettiğidir. Bu durum, önceki ÇTT ünlü çalışmalarından önemli bir farkımızdır; genelde dilbilimcilerce uzman konuşucular kullanılarak yapılan bu çalışmalarda belirli alofonların hedeflendiği söylenebilir.

Agung ve diğerleri (2005)’nde cinsiyet belirtilmemekle birlikte, Ling sesleri, 250 ila 8500 Hz arasındaki konuşma frekansı aralığında yoğun enerjiye sahiptir, denilmiştir. Bizim çalışmamızda da kadınlarda, Ling seslerinde ortalama 232-9487 Hz arasında yoğun bir enerji saptanmıştır.

Ling (1989)'de, ilk harmoniğin F0 olduğu ve F0'ın melodiyi taşıdığı, 4000 Hz ve üzeri harmoniklerin ise oldukça zayıf olduğu belirtilmiştir (Ling, 1989: 30). Yazar tarafından seslendirilen (erkek sesi) /u/, /a/ ve /i/ seslerinin f1 ve f2 lerinin yaklaşık merkez frekansları sırasıyla 300-800, 700-1250, 300-2400 Hz olarak verilmiştir (Ling, 1989: 33). Estabrooks (2006)'da cinsiyet belirtilmemiş olmakla birlikte, ünsüz seslerde enerjinin olduğu yerler /m/ sesi için 250-350, 1000-1500 ve 2500-3500 Hz, /s/ sesi için 5000-6000 Hz ve /f/ sesi için 1500-2000 ve 4500-5500 Hz verilmiştir (Estabrooks, 2006; 15). Bu değerler, bizim çalışmamızda bulunan frekans aralıklarına uyum sağlamakla birlikte, çalışmamızda <s> konuşma sesinde 15000 Hz'e kadar, <ş> konuşma sesinde ise ortalama 13000 Hz'e kadar yoğun bir enerji görülmektedir.

Burgdorf (2015) tarafından yapılan çalışmada Ling seslerinin iki kadın konuşmacı tarafından kayıtları alınmıştır. Ünlü sesler için f1 ve f2 formantlarının orta noktaları ve şiddetleri (dB HL), ünsüz sesler için pik frekanslarının ortalamaları ve şiddetleri (dB HL) hesaplanmıştır. /a/ sesinin şiddeti 76,80 dB HL, f1'i 601 Hz ve f2'si 1583 Hz, /i/ sesinin şiddeti 67,67 dB HL, f1'i 414 Hz ve f2'si 2835 Hz, /u/ sesinin şiddeti 70,57 dB HL, f1'i 374 Hz ve f2'si 868 Hz, /m/ sesinin şiddeti 69,18 dB HL ve pik frekansı 253 Hz, /s/ sesinin şiddeti 65,15 dB HL ve pik frekansı 6316 Hz ve /f/ sesinin şiddeti 69,83 dB HL ve pik frekansı 2924 Hz bulunmuştur. /a/, /u/, /i/ ve /m/ seslerinin şiddetleri (dB HL), bizim çalışmamızla uyumlu olarak (Bkz. Şekil 4.2 (b), Şekil 4.3 (b), Şekil 4.4 (b) ve Şekil 4.5 (b)), f2'nin şiddeti için bulduğumuz dB HL değerlerine yakındır. /s/ ve /f/ seslerinin şiddeti (dB HL) ise çalışmamızda bulduğumuz dB HL değerlerinin (Bkz. Şekil 4.7 (b) ve Şekil 4.8 (b)) üzerine çıkmaktadır. /a/, /i/ ve /u/ seslerinin f1 ve f2 formantlarının orta noktaları, çalışmamızdaki f1 ve f2 değerlerinin (Bkz. Çizelge 4.3) ve /m/, /s/ ve /f/ seslerinin pik frekansları, çalışmamızdaki pik frekans değerlerinin (Bkz. Çizelge 4.6, Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8) arasında kalmaktadır ancak; çalışmamızda ortalama pik frekans değerimiz <s> konuşma sesi için 9487 Hz ve <ş> konuşma sesi için 5019 Hz'dir.

Burgdorf (2015)'un çalışmasında ayrıca saf ses işitme eşikleri 4000-6000 Hz arasında arttığında /s/ sesinin, 500-2000 Hz arasında arttığında /a/ sesinin, 250-3000 Hz arasında arttığında /i/ sesinin, 250-1000 Hz arasında arttığında /u/ sesinin, 2000-3000 Hz arasında arttığında /f/ sesinin ve 250-500 Hz arasında arttığında /m/ sesinin test skorunun azaldığı belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda ise saf ses işitme eşikleri 4000-9000 Hz arasında arttığında <s> konuşma sesinin, 250-1500 Hz arasında arttığında <a> konuşma sesinin, 250-

3000 Hz arasında arttığında <i> konuşma sesinin, 250-1000 Hz arasında arttığında <u> konuşma sesinin, 2000-5000 Hz arasında arttığında <ş> konuşma sesinin ve 250-500 Hz arasında arttığında <m> konuşma sesinin test skorunda azalma beklenmesi gerektiği görülmektedir.

Literatürde kadın seslerini tanımlayan çalışma kısıtlı olduğundan çalışmamıza Ling sesleriyle beraber ÇTT ünlülerinin tamamı dahil edilmiştir (Bkz. Çizelge 4.3). Çalışmamızda, ünlülerin f1 ve f2 formantlarının ortalama frekansları sırasıyla <a> konuşma sesi için 559-1157 Hz, <u> konuşma sesi için 316-786 Hz, <i> konuşma sesi için 304-2603 Hz, <e> konuşma sesi için 552-2366 Hz, <o> konuşma sesi için 413-861 Hz, <ö> konuşma sesi için 470-1374 Hz, <i> konuşma sesi için 399-1574 Hz ve <ü> konuşma sesi için 317-1572 Hz bulunmuştur. Amerikan İngilizcesinin ünlüleri ile yapılan bir çalışmada (Chen, Robb, Gilbert ve Lerman, 2001) ünlülerin f1 ve f2 frekans değerleri Çizelge 5.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 5.1. Amerikan İngilizcesi ünlülerinin kadınlardaki f1 ve f2 frekansları

| Ünlüler | | f1 (Hz) | f2 (Hz) |
|---------|---------|----------|-----------|
| /a/ | ort±std | 1005±107 | 1532±135 |
| | min-max | 617-1196 | 1109-1940 |
| /u/ | ort±std | 380±58 | 1275±230 |
| | min-max | 105-491 | 922-1770 |
| /i/ | ort±std | 339±42 | 2861±289 |
| | min-max | 276-458 | 1003-3219 |
| /e/ | ort±std | 438±36 | 2553±498 |
| | min-max | 358-511 | 1116-3180 |
| /o/ | ort±std | 471±53 | 1186±192 |
| | min-max | 312-599 | 872-1771 |

Not: min = minimum, max = maksimum, ort = ortalama, std = standart deviasyon

f1: 1. formantın frekansı

f2: 2. formantın frekansı

Chen ve diğerleri (2001) kaynağından uyarlanmıştır.

Hillenbrand, Getty, Wheeler ve Clark (1994)’ın Amerikan İngilizcesi ünlülerinin akustik özellikleri ile yaptığı çalışmada ünlülerin farklı alofonlardaki formant frekanslarının ortalama değerleri verilmiştir. Kadınlarda /a/ ünlüsünün formantları 753-936 (f1) ve 1426-

1551 (f2) Hz arasında, /e/ ünlüsünün formantları 536-731 (f1) ve 2058-2530 (f2) Hz arasında, /i/ ünlüsünün formantları 437-483 (f1) ve 2365-2761 (f2) Hz arasında, /o/ ünlüsünün formantları 555-781 (f1) ve 1035-1136 (f2) Hz arasında ve /u/ ünlüsünün formantları 459-519 (f1) ve 1105-1225 (f2) Hz arasında bulunmuştur. Bu bulgulara göre, Amerikan İngilizcesi ile ÇTT ünlüleri arasındaki formant frekanslarında farklılıklar mevcuttur. Amerikan İngilizcesinde; <a> ünlüsü daha yüksek f1 ve f2 değere sahiptir ve dolayısıyla üretiminde daha geniş bir ağız açıklığı kullanılmaktadır ve dil daha ön konumdadır, <e> ünlüsünün f1 ve f2 formantları ÇTT değerleri ile uyumludur, <u> ve <o> ünlülerinin f2 değeri daha yüksektir ve dolayısıyla dil daha ön konumdadır, <i> ünlüsünde ise f1 değeri daha yüksektir ve dolayısıyla daha geniş bir ağız açıklığı kullanılmaktadır.

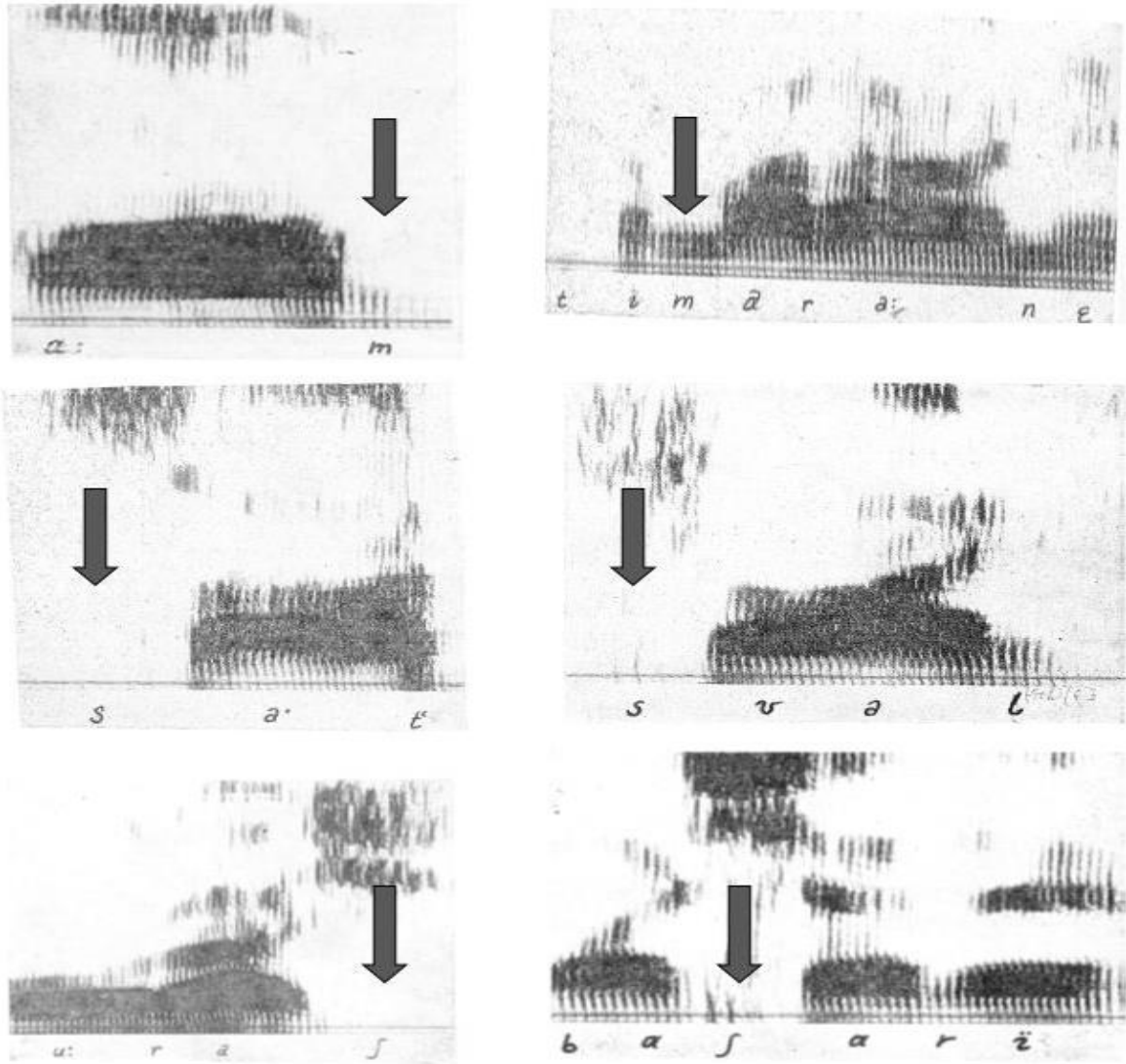
Türkçe kadın sesleriyle yapılan en eski çalışma Sayın Nevin Selen (1979)'e aittir. Bu çalışma, standart ÇTT telâffuza sahip bir kadın ve bir erkek konuşmacıyla yapılmıştır ancak, verilerde cinsiyet belirtilmemiştir. Seslerin analiz edilmesinde formant ölçümleri esas alınmıştır ve günümüzde kullanılan bilgisayar programları değil, sesyazar (Sonagramm) adı verilen bir aygıt kullanılmıştır. Bu aygıtla ses kayıtları görüntü olarak bir kâğıt üzerine aktarılmıştır ve bu görüntüler sesyazar ölçüm çizelgesi göstergelerine göre değerlendirilmiştir. Bu aygıtta özgü olan kâğıt sadece 8000 Hz dalga yüksekliğini alacak endedir.

Bu çalışmada ünlülerin merkez formant frekansları [a] ünlüsü için 800 (f1), 1400 (f2) ve 3600 (f3) Hz, [i] ünlüsü için 320 (f1), 2000 (f2), 2800 (f3) ve 3600 (f4) Hz, [e] ünlüsü için 400 (f1), 1800 (f2) ve 2400 (f3) Hz, [ö] ünlüsü için 400 (f1), 1400 (f2), 2200 (f3) ve 3200 (f4) Hz, [ü] ünlüsü için 280 (f1), 1700 (f2) ve 2200 (f3) Hz, [ı] ünlüsü için 400 (f1) ve 1600 (f2) Hz, [u] ünlüsü için 400 (f1) ve 800 (f2) Hz ve [o] ünlüsü için 1200 (f1) ve 2800 (f2) Hz bulunmuştur.

Bu bulgulara göre, [i] ünlüsünün f2 değeri ve [e] ünlüsünün f2 ve f3 değerleri çalışmamızdaki verilerin altında kalmaktadır. Çalışmada Sonagramm kullanıldığı için [o] ünlüsünde ilk iki formant görsel olarak çok iyi ayırt edilememiştir ve f1 olarak verilen değer çalışmamızda f2 değerine, f2 olarak verilen değer de f3 değerine denk gelmektedir. Bu değerler dışındaki veriler, çalışmamızdaki frekans aralıklarına uyum sağlamaktadır.

Çalışmada [s], [ş] ve [m] ünsüzleri ile ilgili doğrudan spektogramlar ortaya konulmamıştır. Ancak, incelenen sözcükler içinde bu ünsüzler yer almaktadır. [s] ünsüzünü içeren *saat* ve *sual*, [ş] ünsüzünü içeren *uğraş* ve *başarı* ve [m] ünsüzünü içeren *ağam* ve *timarhane* sözcüklerinin spektogram görüntüleri Resim 5.1’de verilmiştir.

Ağam ve *timarhane* spektogramında [m] ünsüzüne karşı gelen yer, yaklaşık [a] ünlüsünün f1 (800 Hz)’ine kadar yükselen bir enerji olarak görülmüştür. Bu da bizim çalışmamızda, [m] ünsüzü ile ilgili bulduğumuz frekans aralığına uyum sağlamaktadır. *Saat* ve *sual* spektogramında [s] ünsüzüne karşı gelen yer, [a] ünlüsünün f3 (3600 Hz)’ünün oldukça üzerinde başlayan, *uğraş* ve *başarı* spektogramında [ş] ünsüzüne karşı gelen yer ise [a] ünlüsünün f3 (3600 Hz)’üne yakın yerde başlayan bir enerji olarak görülmüştür. Bu bulgu, [s] ve [ş] ünsüzleri için çalışmamızda bulduğumuz enerjinin başladığı alanlar ile uyum sağlamaktadır. Ancak, Sonagrammda frekans üst sınırı 8000 Hz olduğu için çalışmada [s] ve [ş] ünsüzleri sınırlı olarak görülebilmştir.

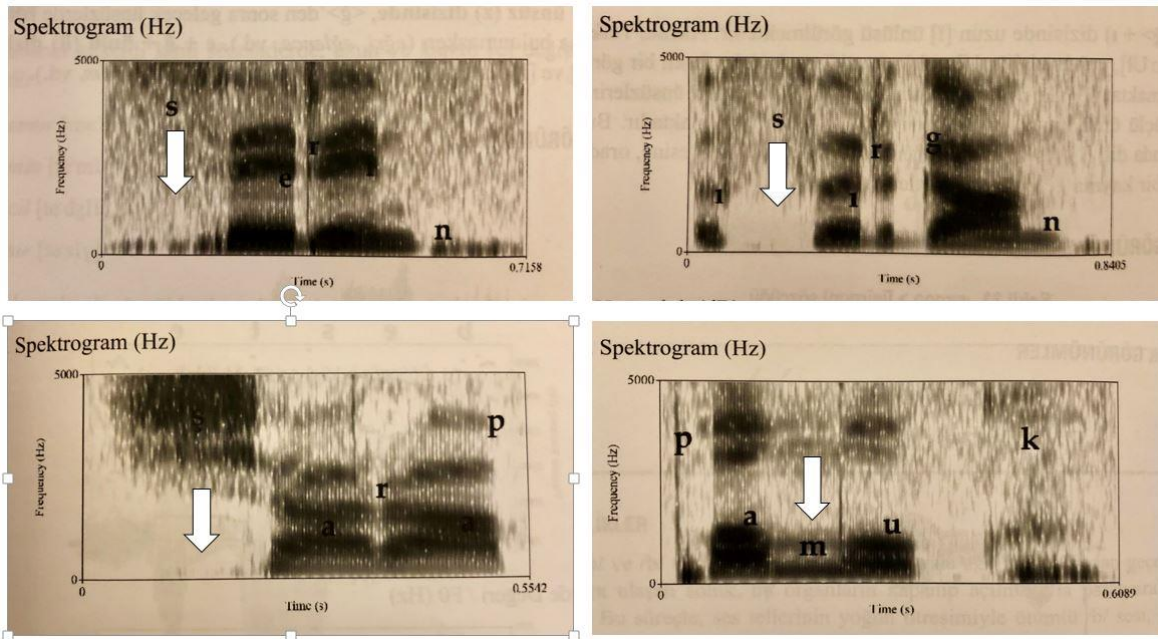


Resim 5.1. Selen (1979)'de yer alan sözcüklerin spektogram görüntüleri

Ergenç (1989)'in çalışmasında da Sonagramm ile Türkiye Türkçesindeki ünlülerin ve ünsüzlerin hece içindeki pozisyonuna göre enerji alanlarına bakılmıştır. Çalışmada cinsiyet belirtilmemiş olmakla birlikte /a/ ünlüsünün formantları 560-600 (f1) ve 1360-1520 (f2) Hz arasında, /e/ ünlüsünün formantları 400-600 (f1) ve 1800-2200 (f2) Hz arasında, /ı/ ünlüsünün formantları 320-400 (f1) ve 1360-1520 (f2) Hz arasında, /i/ ünlüsünün formantları 320-360 (f1) ve 2440-2840 (f2) Hz arasında, /o/ ünlüsünün formantları 400-560 (f1) ve 1120-1680 (f2) Hz arasında, /ö/ ünlüsünün formantları 320-400 (f1) ve 1440-1520 (f2) Hz arasında, /u/ ünlüsünün formantları 400-480 (f1) ve 800-1120 (f2) Hz arasında, /ü/ ünlüsünün formantları 320-360 (f1) ve 1560-1880 (f2) Hz arasında bulunmuştur. Bu bulgular, çalışmamızdaki ünlü f1 ve f2 değer aralıkları ile uyum göstermektedir. Sadece /o/ ünlüsünün f2 değeri çalışmamızdaki değerin üzerine çıkmaktadır.

Çalışmada /m/ ünsüzü için 320-360 ve 1320-1360 Hz arasında, /s/ ünsüzü için 1800-2200 ve 3400-3700 Hz arasında ve /ş/ ünsüzü için 2000-2280 ve 3370-3640 Hz arasında bir enerji saptanmıştır. Bu frekans aralıklarına göre /m/ ünsüzü için verilen değerler çalışmamızdaki f1 ve f2 değeri ile uyum sağlamaktadır. /s/ ünsüzü için verilen değerler çalışmamızın altında kalmaktadır. /ş/ ünsüzü için verilen değerler ise çalışmamızdaki enerjinin yoğunlaştığı alt frekans sınırına uyum sağlamaktadır.

Türkçenin Ses Dizgesi (Ergenç ve Bekâr Uzun, 2017) isimli kitapta cinsiyet belirtilmemiş olmakla birlikte, sözcük içindeki ünlü ve ünsüzlerin formant sıklıkları, spektrogram görüntüleri gibi akustik görseller sunulmuştur ve formant sıklık değerlerinin arkadil ünlülerinde (a, o, u) yaklaşık 500-1200 Hz arasında, öndil ünlülerinde (e, i, ö, ü) 1200-2200 Hz arasında olduğu ve akustik özelliklerin dillere göre değişiklik gösterebileceği belirtilmiştir (Ergenç ve Bekâr Uzun, 2017: 74). Bu kitapta yer alan sözcüklerden /s/ ünsüzünü içeren *serin* ve *ısırgan*, /ş/ ünsüzünü içeren *şarap* ve /m/ ünsüzünü içeren *pamuk* sözcüklerinin spektrogram görüntüleri Resim 5.2’de verilmiştir.



Resim 5.2. *Türkçenin Ses Dizgesi* kitabında yer alan sözcüklerin spektrogram görüntüleri

Türkçede ünlülerin formant analizi ile ilgili çalışma yapan Türk, Şayli, Özsoy ve Arslan (2004)'ın araştırmasında 15 yetişkin erkek, 14 yetişkin kadın, 15 erkek çocuk ve 8 kız çocuk ile yalıtılmış ünlülerin formant frekansları hesaplanmıştır ve her ünlünün f1 ve f2 değerlerinin yaşa ve cinsiyete göre değiştiği belirtilmiştir. Yetişkin kadınlarda yalıtılmış

ünlülerin ortalama formant frekans değerleri; /a/ ünlüsü için 778 (f1), 1415 (f2) ve 2823 (f3) Hz, /i/ ünlüsü için 423 (f1), 2078 (f2) ve 3037 (f3) Hz, /u/ ünlüsü için 477 (f1), 1192 (f2) ve 2437 (f3) Hz, /e/ ünlüsü için 518 (f1), 1472 (f2) ve 2658 (f3) Hz, /ı/ ünlüsü için 839 (f1), 1798 (f2) ve 2846 (f3) Hz, /o/ ünlüsü için 516 (f1), 983 (f2) ve 2361 (f3) Hz, /ö/ ünlüsü için 523 (f1), 1220 (f2) ve 2202 (f3) Hz ve /ü/ ünlüsü için 433 (f1), 1729 (f2) ve 2541 (f3) Hz bulunmuştur. Bu bulgulara göre /ı/ ünlüsünün f1'i ve /u/ ünlüsünün f2'si çalışmamızdaki verilerin biraz üzerinde, /e/ ünlüsünün f2'si ise oldukça altında bulunmuştur. Diğer veriler ise çalışmamız ile uyumludur.

Malkoç (2011)'un sözcük içindeki Türkçe ünlü formant frekans değerleri ile ilgili 10 kadın ve 10 erkek ile yaptığı çalışmasında kadın konuşmacılar için ortalama temel frekans ve formant değerleri; [a] ünlüsü için 236 (F0), 771 (f1), 1338 (f2), 2998 (f3) ve 4168 (f4) Hz, [i] ünlüsü için 245 (F0), 430 (f1), 2591 (f2), 3325 (f3) ve 4308 (f4) Hz, [u] ünlüsü için 247 (F0), 452 (f1), 961 (f2), 2940 (f3) ve 3825 (f4) Hz, [e] ünlüsü için 231 (F0), 578 (f1), 2205 (f2), 2961 (f3) ve 4128 (f4) Hz, [ı] ünlüsü için 233 (F0), 492 (f1), 1629 (f2), 2976 (f3) ve 4232 (f4) Hz, [o] ünlüsü için 243 (F0), 564 (f1), 959 (f2), 2976 (f3) ve 3794 (f4) Hz, [ö] ünlüsü için 212 (F0), 543 (f1), 1636 (f2), 2764 (f3) ve 3947 (f4) Hz ve [ü] ünlüsü için 234 (F0), 424 (f1), 1938 (f2), 2742 (f3) ve 3694 (f4) Hz bulunmuştur.

Ünlülerin akustik analizi ile ilgili 4 kadın ve 4 erkek ile çalışma yapan Yılmaz Davutoğlu (2010), standart Türkçe telâffuzdaki ünlülerin alofonlarını araştırmıştır. Çalışmada her ünlüye ait alofonların ortalama formant frekans değerleri hesaplanmıştır. Kadınlarda /a/ ünlüsünün formantları 564-765 (f1) ve 1242-1568 (f2) Hz arasında, /i/ ünlüsünün formantları 362-434 (f1) ve 2221-2473 (f2) Hz arasında, /u/ ünlüsünün formantları 403-462 (f1) ve 1010-1204 (f2) Hz arasında, /e/ ünlüsünün formantları 461-642 (f1) ve 1905-2172 (f2) Hz arasında, /ı/ ünlüsünün formantları 417-481 (f1) ve 1692-1908 (f2) Hz arasında, /o/ ünlüsünün formantları 481-570 (f1) ve 1032-1095 (f2) Hz arasında, /ö/ ünlüsünün formantları 454-545 (f1) ve 1620-1705 (f2) Hz arasında, /ü/ ünlüsünün formantları 377-455 (f1) ve 1755-1869 (f2) Hz arasında bulunmuştur.

Malkoç (2011) ve Yılmaz Davutoğlu (2010) çalışmalarındaki veriler, bizim çalışmamızdaki ünlü formant aralıkları (Bkz. Çizelge 4.3) ile uyumludur.

Yılmaz (2015)'ın sözcük içindeki nazal seslerin akustik özellikleri ile ilgili 3 kadın ve 3 erkek ile yaptığı çalışmasında veriler, erkek ve kadınlar için birlikte verilmiş olup /m/ sesinde “ortalama nazal rezonans değerleri” sırasıyla 243, 1051 ve 2196 Hz ve nazal sesle ünlü geçişi arasındaki f1, f2 ve f3 formant başlangıç değerlerinin ortalaması sırasıyla 351, 1262 ve 2588 Hz olarak bulunmuştur.

Kılıç (2018)'ın sözcük içindeki burun ünsüzlerinin akustik özellikleri ile ilgili 5 kadın ve 5 erkek ile yaptığı çalışmasında kadınlarda [m] ünsüzünün F0, f1, f2 ve f3 değerlerinin ortancaları sırasıyla 237, 279, 1425 ve 2444 Hz verilmiştir ve en düşük genliğe sahip bantların 1500-2000 Hz arasında olduğu görülmüştür. 1. harmoniğin ortalama genliği 60 dB, f1'i oluşturan harmoniklerden şiddeti en yüksek olanın ortalama genliği 56 dB, f2'yi oluşturan harmoniklerden şiddeti en yüksek olanın ortalama genliği 31 dB ve f3'ü oluşturan harmoniklerden şiddeti en yüksek olanın ortalama genliği 26 dB bulunmuştur.

Bizim çalışmamızda (Bkz. Çizelge 4.5) ise <m> konuşma sesinin ortalama F0, f1, f2 ve f3 değerleri sırasıyla 238, 261, 1433 ve 2755 Hz bulunmuştur. Bu bulgular, Yılmaz (2015) ve Kılıç (2018)'ın verileriyle uyumludur. Çalışmamızda (Bkz. Çizelge 4.6) görüldüğü üzere <m> konuşma sesinin 194-284 Hz aralığında (ortalama 238,3±21,1 Hz) en yüksek şiddet ile başlayan ve 776-1946 Hz aralığına (ortalama 1115,8±253 Hz) kadar devam eden yoğun bir enerjisi vardır. Bu enerjilerin ortalama dB SPL değerleri sırasıyla 92, 66, 53 ve 51 dB SPL şeklindedir. Bu yönüyle çalışmamızın, Kılıç (2018)'ın en düşük genliğe sahip bant aralığından ve genlik değerlerinden ayrıldığı görülmektedir.

Çalışmamızda görüldüğü üzere (Bkz. Çizelge 4.6 ve Resim 4.1 (a)); <m> konuşma sesi harmonikler zinciri olarak ilerlemektedir. <m> konuşma sesinde saptanan frekanslar bir diyapozon gibi tepe noktası veren, bant demenin zor olduğu ses enerjileri (ortalama 238, 481, 754 ve 1116 Hz) olarak ortaya çıkmaktadır.

Ertan (2011)'ın sözcük içindeki sürtünmeli seslerin akustik özellikleri ile ilgili 3 kadın ve 3 erkek ile yaptığı çalışmasında erkek ve kadın sesinin birlikte alındığı ortalama frekans aralığı /s/ sesinde 3500-10800 Hz ve /ʃ/ sesinde 1800-9400 Hz, kadın sesi için ortalama spektral zirve konum değerleri /s/ sesinde 7778 Hz ve /ʃ/ sesinde 4009 Hz ve ortalama genel şiddet değerleri /s/ sesinde 61 dB ve /ʃ/ sesinde 66 dB bulunmuştur.

Kılıç (2015)'ın sözcük içindeki ötümsüz sürtünmeli ünsüzlerin akustik özellikleri ile ilgili 5 kadın ve 5 erkek ile yaptığı çalışmada erkek ve kadınlar için ayrı ayrı değerler belirtilmemekle birlikte, [s] ve [ʃ] seslerinin ortalama genlikleri 70 dB verilmiştir ve [s] için en yüksek genliğe sahip dört bandın 8500-10500 Hz arasında yerleştiği ve [ʃ] için biri 2500-3500 Hz, diğeri 6000-7000 Hz aralığında iki farklı tepe olduğu görülmüştür.

Bizim çalışmamızda da enerji yoğunluğunun ortalama frekans aralığı <s> konuşma sesi için 5316-14546 Hz ve <ş> konuşma sesi için 2934-11203 Hz, en yüksek şiddetin olduğu ortalama frekans <s> için 9487 Hz ve <ş> için 5019 Hz ve ortalama genel şiddet değerleri <s> için 68 dB ve <ş> için 67 dB bulunmuştur. Çalışmamızda <s> konuşma sesinin 3501-8885 Hz aralığında başlayan, 6081-13580 Hz aralığında en yüksek şiddete ulaşan ve bu frekans aralığında tepe veren çan eğrisi şeklinde (Bkz. Resim 4.4) yoğun bir enerjisi ve <ş> konuşma sesinin 1895-4298 Hz aralığında başlayan, 2827-7574 Hz aralığında en yüksek şiddete ulaşan ve bu frekans aralığında ayrı ayrı tepeler veren (Bkz. Resim 4.7) yoğun bir enerjisi vardır. Bu veriler doğrultusunda, Ertan (2011) ve Kılıç (2015)'ın çalışmasında verilen değerlerin bizim bulgularımızın aralığında olduğu görülmektedir.

Ling (1989)'de, 1000 Hz'in üzerinde işitmeye sahip olunmadığında ötümsüz sürtünmeli seslerin işitilemeyeceği çünkü bu seslerin önemli miktardaki enerjilerinin 1000 Hz üzerinde olduğu belirtilmiştir ve /s/ sesi için 16000 Hz'in üzerinde önemli miktarda enerjiye sahip olabilir, denilmiştir (Ling, 1989: 62-63). Bizim çalışmamızda da Ling sesleri içindeki ötümsüz sürtünmeli sesler olan <s> ve <ş>'nin tüm enerjileri 1000 Hz üzerindedir ve <s> konuşma sesi için ortalama 14546 Hz'e kadar giden 43,2 dB SPL'lik (ortalama 16,47 dB HL), <ş> konuşma sesi için de ortalama 11203 Hz'e kadar giden 39,3 dB SPL'lik (ortalama 20,9 dB HL) bir ses enerjisi bulunmuştur.

Ling seslerinde mesafe şiddeti, şiddet de frekans aralığını etkilemektedir. Çünkü burada kullanılan bir saf ses değil, konuşmadır. Bu konuşmanın içinde (Bkz. Çizelge 4.6, Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8)'de görüldüğü üzere farklı frekanslarda kümelenmiş enerji vardır. Mesafe arttığında şiddet düşmekte, şiddet düştüğünde de frekans aralığı daralmaktadır. Mesafe azaldığında ise daha geniş bir frekans aralığından uyarı verilmektedir. Akustik olarak düzenlenmiş bir odada (Ling, 2006: 308) yansıma ve reverberasyon olmadığında konuşmacı ve dinleyici arasındaki ses seviyesi, ses enerjisinin geometrik olarak yayılmasından dolayı mesafenin her yarısında yaklaşık 6 dB şiddetinde artar ve mesafenin her iki katında aynı

miktarda azalır (Giguère, 2013: 23; Ling, 1989: 65). 1 metreden test yapıldığında konuşma sesinin bu şiddette işitilebilen bütün frekans aralığı duyulabilirken bu mesafe 2 katına çıktığında ortaya çıkan 6 dB'lik düşüş sadece duyulabilir enerjiyi değil, duyulabilen frekans aralığını da daraltmaktadır. Ancak, yansıma (erken ve geç reverberasyon) olduğunda ses seviyesi, mesafe ile daha düşük bir oranda azalır (Giguère, 2013: 23). Ev koşulları sesin yansımalarını ve reverberasyonunu en aza indirir (Ling, 1989: 9). Dolayısıyla, Ling seslerinin farklı mesafe ve şiddetlerde söylenmesi önemli olmaktadır (Ling, 2006: 308).

<s ve ş> konuşma seslerinin zayıf akustik enerjileri vardır ve bu sesler yüksek frekanslı seslerdir. Bu nedenle, işitme cihazlı çocuklar bu sesleri algılamakta ünlülerin algılanmasından çok daha yakın mesafelere ihtiyaç duyabilir (Cole ve Flexer, 2007: 281).

Pollack ve diğerleri (1997)'nde, Ling Atı Ses Testi için 30 cm, 90 cm, 1,8 metre, 2,7 metre ve 3,6 metre olmak üzere değişen mesafelerde işisel cevapların kayıt edilebileceği belirtilmiştir (Pollack ve diğerleri, 1997: 105). Bu da, 1 metreye oranla yaklaşık olarak 30 cm'de 10,4 dB ve 90 cm'de 0,9 dB enerji kazancını; 1,8 metre, 2,7 metre ve 3,6 metrede ise sırasıyla 5,1 dB, 8,6 dB ve 11,1 dB enerji kaybını ifade eder.

Konuşmanın net bir şekilde duyulabilmesi için ses enerjisinin ortam gürültüsü seviyesinden en az 20 dB, tercihen 30 dB üzerinde olması gerekir (Ling, 2002: 22). Ayrıca, herhangi bir konuşma sesi, günlük söylemde vurgulu ya da vurgusuz söylenmesine bağlı olarak 12 dB kadar değişebilir. Bu nedenle, işitme engelli bir birey vurgulu sesleri işitebilirken vurgusuz sesleri işitemeyebilir (Ling, 1989: 72).

Konuşmacının test esnasındaki pozisyonu da ağzın ve başın doğal yönlendiriciliği nedeniyle konuşma seviyesini ve spektrumunu etkiler. Bir konuşmacının önünde olmak, yanında veya arkasından olmaktan daha fazla enerji yayılımı sağlar ve bu durum, frekansa bağlı olarak değişiklik gösterir. Yaklaşık 1000 Hz'in altındaki frekanslarda önde olmayla kıyaslandığında yanda olduğunda 0-3 dB, arkada olduğunda 3-6 dB düşüş gözlenir. Yüksek frekanslarda ise bu durumdan etkilenme daha fazladır; konuşma enerjisinin kaybı, 1500-6000 Hz aralığında ön taraftaki bir konuşmacıya kıyasla yan tarafta 5-7 dB ve arka tarafta 10-18 dB değerine ulaşmaktadır. Bu veriler, ünlü f1 bilgisinin konuşmacı pozisyonundan daha az etkileneceğini, ünlü f2/f3 bilgisinin ve ünsüz enerjisinin özellikle de arkaya doğru yapılan konuşmalarda önemli ölçüde azalacağını göstermektedir (Giguère,

2013: 22). Pozisyon değişimi yüksek frekanslarda daha fazla enerji kaybına neden olduğu için özellikle <s> ve <ş> konuşma seslerinde daha fazla işitme kaybı algılanabilir.

Düşük frekanslardaki işitmenin yeterli olup olmadığını kontrol etmek için /m/ sesi kullanılır. Eğer /m/ sesi üç metre uzaklıkta duyulmazsa, kötü bir prosodi ve nazalize gelişebilir (Ling, 2006: 308).

Formantların ilk ikisini duyamayan kişi ünlüyü tanımlayamaz. /u/ sesinin iki ana formantı düşük frekans aralığındadır. Dolayısıyla, /u/ ünlüsü, /m/ ünsüzü ile beraber formant aralığının alt sınırının algılanıp algılanamayacağını kontrol etmek için kullanılır (Ling, 2006: 308).

Ünlüler, sözcüklerin ayırt edilebilmesini sağlar ve konuşmanın hızı ve ritmi, tonlama, sözcük üzerindeki vurgu miktarı gibi cümlenin prosodisini taşımaya yardımcı olur. Bu bilgiler, ünlülerdeki tüm enerji aralığında bulunur ancak, f1 gibi ünlülerin bir bileşeninden de elde edilebilir. Bu durum, 1000 Hz'e kadar işiten çoğu çocuğun iyi bir prosodi geliştirmesinin bekleneceği anlamına gelir (Ling, 1989: 36).

/a/ ünlüsündeki formantlar, tüm konuşma aralığının merkezindedir. Üretiminde ağız daha geniş açıldığı için merkez ünlülerin fl'i diğerlerinden daha yüksektir. Eğer /a/ sesi işitilmezse veya yetersiz amplifiye olursa, özellikle de konuşma aralığının merkezinde olan vurgusuz sözcükler kaçırılabilir. Bu nedenle, bir cümledeki tüm sözcükler işitilemeyebilir ve çeşitli dilbilgisi problemleri gelişebilir (Ling, 2006: 309).

İşitme cihazı kullanan ve düşük frekansta yeterli işitmeye sahip çocuk genellikle /a/ sesini algılayabilir. Aynı çocuk, /a/ sesini algılayıp /m/ ve /u/ seslerini algılayamıyorsa ya düşük frekans aralığındaki sesler yetersiz amplifiye oluyordur ya da orta frekans aralığındaki sesler aşırı amplifiye oluyordur. Altı metre ve daha fazla mesafede /a/ sesinin algılanması orta frekans aralığının aşırı amplifikasyonunu gösterir. Dolayısıyla, /a/ sesi yetersiz ya da aşırı amplifiye olan merkez ünlüleri kontrol etmek için kullanılır (Ling, 2006: 309).

/i/ sesi olası problemleri kontrol etmek için kullanılır. Çünkü /i/ sesi, düşük birinci formant ve yüksek ikinci formantın işitilmesiyle algılanabilir. Bu yüzden, çocuklar ya düşük formantı ya yüksek formantı ya da her ikisini de algılayabildikleri için /i/ sesine cevap verebilir. Bu

nedenle, /i/ sesine verilen cevaplar aynı frekans aralığındaki bileşenlere sahip testteki diğer seslere verilen cevaplar ile kıyaslanarak yorumlanır (Ling, 2006: 309). Eğer hasta, alçak frekansları duymuyorsa /i/ sesini ortalama 2500 Hz üzerinden, yüksek frekansları duymuyorsa ortalama 300 Hz üzerinden işitecektir.

Ling (1989)'de ön ünlülerin f1'leri işitilip f2'leri işitilmediğinde, f1'lerinin ortak olduğu arka ünlüler ile ön ünlülerin kolay bir şekilde karışabileceği belirtilmiştir (Ling, 1989: 303). Çalışmamızda da Ling seslerinden /i/ ön ünlüsünün f2'si işitilmediğinde f1'lerinin ortak olduğu /u/ arka ünlüsü ile karışabileceği görülmektedir.

İleri işitme kayıplı çocuklarda ne /i/ ne de /u/ sesi işitilmiyorsa 300 Hz civarında oluşan tüm nazal seslerin en düşük formantı işitilemez (Ling, 1989: 72). Dolayısıyla, Ling sesleri içerisindeki /m/ nazal sesi algılanamaz.

Hiçbir Ling sesinin algılanamaması hiçbir formantın algılanamadığını, /u/ ve /m/ algılanıyorken /j/ sesinin algılanamaması yalnızca düşük frekanslı formantın algılandığını, /j/ algılanıyorken /u/ ve /m/ seslerinin algılanamaması yalnızca yüksek frekanslı formantın algılandığını ve /u/, /m/ ve /j/ seslerinin birlikte algılanması her iki formantın algılanmasını gösterir. /j/ ve /u/ sesleri algılanıyorken /m/ sesi algılanamıyorsa muhtemelen /i/ ve diğer ünlüler nazalize olur, denilmektedir (Ling, 2006: 309).

Konuşmadaki yüksek ve çok yüksek frekanslı sesler ağırlıklı olarak *p*, *t* ve *k* gibi ötümsüz patlayıcılar ve *ş* ve *s* gibi ötümsüz sürtünmelilerdir. Çocukların yüksek frekanslı seslerdeki işitme kaybı ise genellikle düşük frekanslı seslerden daha fazladır (Ling, 2006: 309). Birçok çalışma, sensörinöral işitme kayıplı kişilerin yüksek frekans bölgesindeki amplifikasyondan sınırlı faydalandıklarını göstermiştir (Hogan ve Turner, 1998; Rankovic, 1991; Stelmachowicz, Hoover, Pittman ve Lewis, 2001; Turner ve Cummings, 1999). Bu nedenle, ileri ya da çok ileri derecede işitme kaybı olan ve de işitme cihazları veya koklear implantı iyi seçilmemiş ve iyi ayarlanmamış çocuklar, yüksek frekanslı sesleri büyük olasılıkla kaçıırırlar (Ling, 2006: 309). Dolayısıyla, bu sesleri konuşma içerisinde üretmezler ve konuşmanın anlaşılabilirliği bozulur (Şahlı, 2015: 374).

Konuşmanın ayırt edilmesi, tanımlanması ve kavranması için gerekli bilginin çoğunu yüksek frekanslı sesler taşıdığı için onları algılamak oldukça önemlidir (Ling, 2006: 310). Yüksek

frekanslar sürtünmeli seslerin algısında faydalı bilgiler sağlayabilir (Stelmachowicz ve diğerleri, 2001). Dolayısıyla, /f/ sesi orta derecedeki yüksek frekanslı seslerin, /s/ sesi de çok yüksek frekanslı seslerin algılanıp algılanmadığını kontrol etmek için kullanılır (Ling, 2006: 310).

/s/ sesi algılanmazsa diğer sürtünmeli seslerin yüksek frekans türbülansı, /f/ sesi algılanamazsa /i/ ünlüsünün ikinci formantı ve ön ünlülerden önce veya sonra gelen ünsüzler üzerinde ipucu sağlayan geçişler işitilemeyebilir (Ling, 1989: 72).

Edwards (2006)'da yalnızca bir veya iki ünlüyü algılayan çocuğun, ünlüleri ve ünsüzleri algılama yeteneğinin sınırlı, <a, u, i, m> konuşma seslerini algılayan çocuğun, işitsel potansiyelinin 250-1000 Hz arasında, <a, u, i, m, ş> konuşma seslerini algılayan çocuğun ise işitsel potansiyelinin 250-2000 Hz arasında olduğu belirtilmiştir (Edwards, 2006: 30). Çalışmamıza göre <a, u, i, m> konuşma seslerini algılayan çocuğun işitsel potansiyelinin 230-2500 Hz arasında, <a, u, i, m, ş> konuşma seslerini algılayan çocuğun ise işitsel potansiyelinin 230-5000 Hz arasında olduğu söylenebilir.

Yüksek frekans bölgesinde (3000-8000 Hz arası) normal işitmeye sahip ancak düşük ve orta frekans bölgesinde (250-2000 Hz arası) işitme kaybı olan çocuk, sadece /s/ sesi ile yapılan taramayı geçecektir. Çünkü /s/ sesinin frekansı yaklaşık 5000 Hz'de başlamaktadır. Aynı şekilde, düşük ve orta frekansta (250-2000 Hz arası) işitmesi normal ama yüksek frekanslarda (3000-8000 Hz arası) işitme kaybı olan çocuk, pik enerjisi yaklaşık 250 Hz olan /m/ sesi ile taranırsa testi geçecektir. Dolayısıyla, sadece bir Ling sesi kullanılarak işitmeyi değerlendirmek yanıltıcı olabilir.

Ling seslerinin işitmenin değerlendirilmesinde ve işitme cihazı veya koklear implant ayarında kullanılması sırasında, o dile özgü frekans aralıklarının her dil için bakılması özellikle de o dili konuşan geniş bir kadın grubunun frekans aralıklarının alt ve üst sınırlarının bilinmesi son derece önemlidir. Ayrıca, bir konuşma sesinin içinde farklı frekanslarda sesler olsa bile, tüm frekanslar aynı şiddette olmadığı için işitme kaybının derecesine, işitme cihazının ya da koklear implantın amplifikasyon seviyesine veya uyarının verildiği mesafeye ve pozisyona göre ses uyarısının içindeki frekans bölgeleri değişebilmektedir. Bu nedenle, Ling-6 Ses Testinin uygulanmasında bu durumların göz

önünde bulundurulması ve bu testi gelecekte daha hızlı veya daha uygun yapabilecek özel yazılımların ve cihazların geliştirilmesi gerekir.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Ling-6 Ses Testi, tüm konuşma spektrumu boyunca işitme hassasiyetinin birkaç dakika içinde taranmasını mümkün kılar.

Bu testi, hem kadın hem de erkekler uygulayabilir ve çocuklar, gerçek hayatta her iki cinsiyetin sesini eşit derecede iyi duyabilmelidir. Ses perdeleri farklı olsa da, konuşma seslerinin tanımlanmasına ve anlaşılmasına izin veren seslerin bileşenleri bu temel testin amacı için yeterlidir. Ancak, odyologların çoğu kadındır ve çocukların birincil bakıcıları genellikle anneleridir. Çocuklar da annelerinin sesine ve anadillerine daha duyarlıdır ve kadın sesi ile yapılan çalışmalar az sayıdadır. Çalışmamız ile ÇTT kullanan Türk kadın toplumu için altı Ling sesinin (<a, u, i, m, s, ş>) akustik özellikleri belirlenmiştir.

2. Çalışmamızın sonuçları, test sırasında işitmenin değerlendirilmesinde sonuçların yanıltıcı olmaması için bir veya birkaç Ling sesinin değil, tüm Ling seslerinin (<a, u, i, m, s, ş>) kullanılmasının gerekliliğini desteklemiştir.

3. ÇTT konuşan kadınlarda, Ling-6 Ses Testi içerisindeki <a> konuşma sesinin 250-1500 Hz, <u> konuşma sesinin 250-1000 Hz, <i> konuşma sesinin 250-3000 Hz, <s> konuşma sesinin 4000-15000 Hz, <ş> konuşma sesinin 2000-13000 Hz aralığında ve <m> konuşma sesinin 250-500 Hz aralığında en yüksek şiddette omak üzere 2000 Hz'e kadar devam eden frekans aralığında ve işitme seviyesinde (dB HL) enerjiye sahip olduğu gösterilmiştir.

4. Ling-6 sesleri içerisindeki <u> ve <m> konuşma seslerinin alçak frekansları (250-1000 Hz), <a> konuşma sesinin orta frekansları (1000-1500 Hz), <i> konuşma sesinin alçak (250-400 Hz) ve yüksek frekansları (2000-3000 Hz), <ş> konuşma sesinin daha yüksek frekansları (2000-13000 Hz) ve <s> konuşma sesinin çok daha yüksek frekansları (4000-15000 Hz) test etmek için kullanılabileceği gösterilmiştir. Ayrıca, işitme kaybına bağlı olarak Ling seslerinin test skorunda düşme gözlemlenebileceği ve mesafeye ve konuma göre frekans aralıkları değişeceği için testin sonuçlarının etkilenebileceği belirtilmiştir.

5. Kadınlarda ÇTT'nin <a> ve <u> konuşma sesleri ile yapılan frekans değerlendirmesi, Amerikan İngilizcesinden daha düşük frekansları içine almaktadır.

Amerikan İngilizcesinde bu seslerin f2 formantları daha yüksek değere sahiptir. <i> ve <m> konuşma sesleri ile yapılan frekans değerlendirmesi Amerikan İngilizcesi ile benzerdir. <s> ve <ş> konuşma sesleri ile yapılan frekans değerlendirmesi ise Amerikan İngilizcesinden daha yüksek frekansları içine almaktadır.

6. Bölgesel aksanı olan kişilerde daha farklı akustik veriler elde edileceği ve her çocuk kendi bölgesinin aksanına alışkın olacağı için, o aksana sahip anne ile test yapılması gerekir. Dolayısıyla, farklı bölgelerin aksanlarına göre akustik veriler ayrıca çalışılabilir.

7. Ling seslerinin uygun akustik özelliklerdeki ünlü ve ünsüz sesler ile birleştirilerek daha detaylı ve farklı değerlendirmeler için de kullanılabilceğini düşünmekteyiz. Bunun için ise ileride çalışmaların yapılması gerekir.

KAYNAKLAR

- Abitbol, J., Abitbol, P., and Abitbol, B. (1999). Sex hormones and the female voice. *Journal of Voice*, 13(3), 424-446.
- Agung, K.B., Purdy, S.C., and Kitamura, C. (2005). The Ling sound test revisited. *Australian and New Zealand Journal of Audiology*, 27(1), 33-41.
- Akyıldız, S., Öğüt, F., Varış, A., Kirazlı, T., ve Bor, S. (2012). Impact of laryngeal findings on acoustic parameters of patients with laryngopharyngeal reflux. *ORL*, 74(4), 215-219.
- American National Standard Institute. (RI 1998). Important revision of ANSI S3.6-1996 American National Standard specification for audiometers. *Journal of Speech Language Pathology and Audiology*, 22(1), 5-9
- Amir, O., Ashkenazi, O., Leibovitzh, T., Michael, O., Tavor, Y., and Wolf, M. (2006). Applying the Voice Handicap Index (VHI) to Dysphonic and Nondysphonic Hebrew Speakers. *Journal of Voice*, 20(2), 318-324.
- Aronson, A. E. and Bless, D. M. (2009). *Clinical voice disorders* (Fourth edition). New York: Thieme Medical Publishers, 1-2, 8, 140, 144.
- Ashby, M. and Maidment, J. (2005). *Introducing phonetic science*, Cambridge, UK: Cambridge University Press, 23, 30, 70-72.
- Awan, S. N. and Mueller, P. B. (1996). Speaking fundamental frequency characteristics of White, African American, and Hispanic Kindergartners. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 39(3), 573-577.
- Ball, M. J. (2016). *Principles of clinical phonology: theoretical approaches*. New York: Taylor & Francis, 2.
- Başerer, N. ve Ertaş, B. (2005). Disfoni nedenleri. *Klinik gelişim*, 18(1), 22-26.
- Beattie, R. C., Barr, T., and Roup, C. (1997). Normal and hearing-impaired word recognition scores for monosyllabic words in quiet and noise. *British Journal of Audiology*, 31(3), 153-164.
- Behrman, A. (2007). *Speech and voice science*. San Diego: Plural Publishing, 27, 37-50, 147-168, 252-257.
- Belgin, E. (2002). Profesyonel ses kullanımı ve korunması. *Türkiye Klinikleri Kulak Burun Boğaz Dergisi*, Ses Bozuklukları Özel Sayı, 2(3), 32-34.
- Belgin, E. (2015a). Temel odyoloji., E. Belgin ve A. S. Şahlı. (Editörler). *İşitme sisteminde akustik prensipler*. Ankara. Güneş Tıp Kitabevleri, s. 19-25.
- Belgin, E. (2015b). Temel odyoloji., E. Belgin ve A. S. Şahlı. (Editörler). *Periferik işitme sisteminin anatomi ve fizyolojisi*. Ankara. Güneş Tıp Kitabevleri, s. 27-38.

- Belgin, E. (2015c). Temel odyoloji., E. Belgin ve A. S. Şahlı. (Editörler). *Konuşma odyometrisi*. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri, s. 77-82
- Berg, R. E. and Stork, D. G. (2005). *The physics of sound* (Third edition). USA: Pearson Education, 153.
- Bhuta, T., Patrick, L., and Garnett, J. D. (2004). Perceptual evaluation of voice quality and its correlation with acoustic measurements. *Journal of Voice*, 18(3), 299-304.
- Boë, L. J., Heim, J. L., Honda, K., and Maeda, S. (2002). The potential Neandertal vowel space was as large as that of modern humans. *Journal of Phonetics*, 30(3), 465-484.
- Boersma P. and Weenik D. (2001). Praat, a system for doing phonetics by computer. *Glott International*, 5(9-10), 341-345.
- Boersma P. and Weenik D. (2017). Praat: doing phonetics by computer [Bilgisayar Programı, Sürüm: 6.0.36]. Web: <http://www.praat.org/> adresinden 20 Aralık 2017'de indirilmiştir.
- Brockmann, M., Drinnan, M. J., Storck, C., and Carding, P. N. (2011). Reliable jitter and shimmer measurements in voice clinics: the relevance of vowel, gender, vocal intensity, and fundamental frequency effects in a typical clinical task. *Journal of Voice*, 25(1), 44-53.
- Brockmann, M., Storck, C., Carding, P. N., and Drinnan, M. J. (2008). Voice loudness and gender effects on jitter and shimmer in healthy adults. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 51(5), 1152-1160.
- Buran, A. (2002). Konuşma dili yazı dili ilişkileri ve derleme faaliyetleri. *Türkbilig*, (4), 97-104.
- Burgdorf, K. (2015). *Ling-6 sounds as a hearing screening tool*. Unpublished Master's Thesis, Towson University, Towson.
- Campisi, P., Tewfik, T. L., Blais, E. P., Husein, M., and Sadeghi, N. (2000). Multidimensional voice program analysis in children with vocal cord nodules. *The Journal of Otolaryngology*, 29(5), 302-308.
- Chen, Y., Robb, M., Gilbert, H., and Lerman, J. (2001). Vowel production by Mandarin speakers of English. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 15(6), 427-440.
- Ching, T. Y. C. (2013). Pediatric audiologic rehabilitation: from infancy to adolescence. E. M. Fitzpatrick and S. P. Doucet (Eds.), *Optimizing listening potential through cochlear implants*. New York: Thieme Medical Publishers, pp. 29-43.
- Cole, B. E. and Flexer, C. (2007). *Children with hearing loss: developing listening and talking, birth to six*. San Diego: Plural Publishing, 3-28, 182-208, 281.

- Colton, R. H., Casper, J. K., and Leonard, R. (2006). *Understanding voice problems a physiological perspective for diagnosis and treatment* (Third edition). Philadelphia: Lippincot Williams & Wilkins, 256, 398.
- Cunningham, M. and Cox, E. O. (2003). Hearing assessment in infants and children. Recommendations beyond neonatal screening. *Pediatrics*, 111(2), 436-440.
- Çalışkan, M. (2004). Çalışma yaşamında gürültü ve işitmenin korunması., E. Belgin ve M. Çalışkan. (Editörler). *Gürültü ölçümü ve değerlendirilmesi*. Ankara: Türk Tabipleri Birliği Yayınları, s. 25-36.
- Dejonckere, P. H. (2000). Perceptual and laboratory assesment of dysphonia. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 33(4), 731-750.
- Demir, N. (2006). *Türkiye’de dil-lehçe-şive-ağız tartışmaları*. İstanbul: Bilgi Üniversitesi Yayınları, s. 119-146.
- Demircan, Ö. (1979). *Türkiye Türkçesinin ses düzeni-Türkiye Türkçesinde sesler*. Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları, 59.
- Demirci, K. (2011). Fonem teorisinin önemi hakkında. *Turkish Studies - International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 6(2), 359-366.
- Dworkin, A.B. and Meleca, R.J. (1997). *Vocal pathologies, diagnosis, treatment and case studies*. San Diego, London: Singular Publishing Group, 42, 54.
- Eadie, T.L. and Doyle, P.C. (2005). Classification of dysphonic voice: acoustic and auditory-perceptual measures. *Journal of Voice*, 19(1), 1-14.
- Easterbrooks, S. R. and Estes, E. L. (2007). *Helping deaf and hard of hearing students to use spoken language: a guide for educators and families*. Thousand Oaks, CA, US: Corwin Press, 13, 154-167.
- Edwards, C. (2006). Auditory-verbal therapy and practice., W. Estabrooks. (Ed.). *Audiology: back to basics*. Washington, DC: Alexander Graham Bell Association for the Deaf and Hard of Hearing, pp. 23-44.
- Edwards, C. and Estabrooks, W. (2006). Auditory-verbal therapy and practice., W. Estabrooks. (Ed.). *Learning through listening: a hierarchy*. Washington, DC: Alexander Graham Bell Association for the Deaf and Hard of Hearing, pp. 75-87.
- Efendioğlu, S. ve İşcan, A. (2010). Türkçe ses bilgisi öğretiminde ses olaylarının sınıflandırılması. *Atatürk Üniversitesi Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü Dergisi*, 17(43), 121-143.
- Estabrooks, W. (Ed.). (2006). *Auditory-verbal therapy and practice*, Washington, DC: Alexander Graham Bell Association for the Deaf and Hard of Hearing, pp. 1-22.

- Erbek, S. (2015). Temel odyoloji., E. Belgin ve A. S. Şahlı. (Editörler). *İşitsel uyarılmış potansiyellere giriş*. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri, s. 123-133.
- Ergenç, İ. (1989). *Türkiye Türkçesinin görevsel sesbilimi: sesbirimlere genel bir bakış*. Ankara: Engin Yayıncılık, 81-85.
- Ergenç, İ. (2002). Konuşma dili ve Türkçenin söyleyiş sözlüğü. İstanbul: Multilingual Yabancı Dil Yayınları.
- Ergenç, İ. ve Bekâr Uzun, İ. P. (2017). *Türkçenin ses dizgesi*. Ankara: Seçkin Yayıncılık, 74, 90, 108, 136-139.
- Ertan, E. (2011). *Türkçe'deki sürtünmeli seslerin akustik özelliklerinin belirlenmesi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Evren, G. F. (2013). Programlı bir ses eğitimi kapsamında dil-konuşma ögesi. *Dil ve Edebiyat Eğitimi Dergisi*, 2(5), 50- 60.
- Ewing, I. R. and Ewing, A. W. G. (1944). The ascertainment of deafness in infancy and early childhood. *The Journal of Laryngology & Otology*, 59(9), 309-333.
- Farrús, M., Hernando, J., and Ejarque, P. (2007, 27-31 August). *Jitter and shimmer measurements for speaker recognition*. 8th Annual Conference of the International Speech Communication Association, Antwerp, Belgium, 778-781.
- Fastl, H. and Zwicker, E. (2007). *Psychoacoustics: facts and models* (Third edition). Berlin: Springer, 1, 22-25.
- Feeney, M. P. and Schairer, K. S. (2015). Handbook of clinical audiology (Seventh edition), J. Katz. (Ed.-in-chief), M. Chasin, K. English, L. J. Hood and K. L. Tillery. (Eds.). *Acoustic stapedius reflex measurements*. Philadelphia: Wolters Kluwer Health, pp. 165-186.
- Fitzpatrick, E. M. and Doucet, S. P. (2013). Pediatric audiologic rehabilitation: from infancy to adolescence. E. M. Fitzpatrick and S. P. Doucet (Eds), *Creating optimal listening and learning environments in the first years*. New York: Thieme Medical Publishers, pp. 68-97.
- Friedman, R. A. (2002). Otolaryngology: The essentials., A. M. Seiden, T. A. Tami, M. L. Pensak, R. T. Cotton and J. L. Gluckman. (Eds.), *Anatomy and physiology*. USA: Thieme Medical Publisher, pp. 3-12.
- Gelfand, S. A. (2018). *Hearing: an introduction to psychological and physiological acoustics* (Sixth edition). Boca Raton: Taylor & Francis Group, 52-53, 127-135.
- Giguère, C. (2013). Pediatric audiologic rehabilitation: from infancy to adolescence. E. M. Fitzpatrick and S. P. Doucet (Eds), *Understanding hearing loss: Implications for speech perception*. New York: Thieme Medical Publishers, pp. 18-28.

- Glista, D., Scollie, S., Moodie, S., Easwar, V., and The Network of Pediatric Audiologists of Canada. (2014). The Ling 6(HL) Test: typical pediatric performance data and clinical use evaluation. *Journal of the American Academy of Audiology*, 25(1), 1008-1021.
- Godino-Llorente, J. I., Saenz-Lechon, N., Osma-Ruiz, V., Aguilera-Navarro, S., and Gomez-Vilda, P. (2006). An integrated tool for the diagnosis of voice disorders. *Medical Engineering & Physics*, 28(3), 276-286.
- Güven, A. G. (2015). Temel odyoloji., E. Belgin ve A. S. Şahlı. (Editörler). *Pediyatrik odyoloji*. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri, s. 231-243.
- Hall III, J. W. and Antonelli, P. J. (2011). Baş & boyun cerrahisi-otolarenjoloji (2. cilt). Hirsch, B. E. and Gadre, A. K. (Eds.), Korkut, N. (Çev. Ed.), *Otoloji-Periferik ve santral işitsel işlevlerin değerlendirilmesi*. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri, s. 1927-1942.
- Hillenbrand, J., Getty, L. A., Wheeler, K., and Clark, M. J. (1994). Acoustic characteristics of American English vowels. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 95(5), 2875-2875.
- Hogan, C. A. and Turner, C. W. (1998). High-frequency audibility: benefits for hearing-impaired listeners. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 104(1), 432-441.
- Hogikyan, N. D. and Sethuraman, G. (1999). Validation of an instrument to measure voice-related quality of life (V-RQOL). *Journal of Voice*, 13(4), 557-569.
- Hollien, H. and Shipp, T. (1972). speaking fundamental frequency and chronologic age in males. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 15(1), 155-159.
- Horii, Y. (1983). Some acoustic characteristics of oral reading by ten- to twelve-year-old children. *Journal of Communication Disorders*, 16(4), 257-267.
- Jafari, N., Yadegari, F., and Jalaie, S. (2015). Acoustic analysis of Persian vowels in cochlear implant user: a comparison with hearing-impaired children using hearing aid and normal-hearing children. *Journal of Voice*, 30(6), 763.e1-763.e7.
- Karamürsel, A. ve Dursun, G. (2003). Organik ve fonksiyonel disfonilerde tedavi sonrası ses kalitesindeki değişikliklerin akustik olarak ölçümü. *Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi Dergisi*, 11(3), 99-106.
- Karamürsel, A., Dursun, G., ve Satı, I. (2004). Vokal nodüllerde ses kalitesinde düzelmenin akustik olarak değerlendirilmesi. *Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi Dergisi*, 12(2), 69-73.
- Keefe, D. H., Bulen, J. C., Arehart, K. H., and Burns, E. M. (1993). Ear-canal impedance and reflection coefficient in human infants and adults. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 94(5), 2617-2638.

- Keefe, D. H. and Levi, E. (1996). Maturation of the middle and external ears: acoustic power-based responses and reflectance tympanometry. *Ear and Hearing*, 17(5), 361-373.
- Kemaloğlu, Y. K. (2015). Temel odyoloji., E. Belgin ve A. S. Şahlı. (Editörler). *Yenidoğan işitme taramaları*. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri, s. 191-217.
- Kemaloğlu, Y. K. (2017). İşitme ve görme yetersizliği. H. Gürgür ve P. Şafak. (Editörler). *İşitme yetersizliği: tanım, sınıflama, yaygınlık ve nedenler*. Ankara: Pegem Akademi, s. 1-32.
- Kemp, D. T. (2002). Otoacoustic emissions, their origin in cochlear function, and use. *British Medical Bulletin*, 63(1), 223-241.
- Kennedy, C. R., McCann, D. C., Campbell, M. J., Law, C. M., Mullee, M., Petrou, S., Watkin, P., Worsfold, S., Yuen, H. M., and Stevenson, J. (2006). Language ability after early detection of permanent childhood hearing impairment. *The New England Journal of Medicine*, 354(20), 2131-2141.
- Kent, R. D., Vorperian, H. K., Kent, J. F., and Duffy, J. R. (2003). Voice dysfunction in dysarthria: application of the Multi-Dimensional Voice Program™. *Journal of Communication Disorders*, 36(4), 281-306.
- Kılıç, M. A. (2002). Larenksin fonksiyonel anatomisi ve ses fizyolojisi. *Türkiye Klinikleri Kulak Burun Boğaz Dergisi*, 2(3), 1-8.
- Kılıç, M. A. (2003). Türkiye Türkçesi'ndeki ünlülerin sesbilgisel özellikleri., A. S. Özsoy, A. Akar, M. Nakipoğlu, E. E. Taylan ve A. Aksu. (Editörler). *Studies in Turkish linguistics*. İstanbul: Boğaziçi University Press, s. 3-18.
- Kılıç, M. A. (2010). Ses problemi olan hastanın objektif ve subjektif yöntemlerle değerlendirilmesi. *Curr Pract ORL*, 6(2), 257-265.
- Kılıç, M. A. (2011, 27-29 Ekim). *Ağız araştırmalarında konuşma seslerinin fonetik çözümleme yöntemleriyle belirlenmesi*. 4. Uluslararası Türkiye Türkçesi Ağız Araştırmaları Çalıştayında sunuldu, Edirne.
- Kılıç, M. A. (2012, 18-21 Eylül). *Türkçedeki ötümsüz sürtünmeli ünsüzlerin akustik özellikleri*. 16. Uluslararası Türk Dilbilim Kurultayında sunuldu, Ankara.
- Kılıç, M. A. (2014, 27-31 Ocak). *Özelleştirilmiş Praat programı ile uygulama*. Konuşma ve Dil Bozukluklarını Anlamak: Klinik Fonetik ve Dilbilim Kursunda sunuldu, İstanbul.
- Kılıç, M. A. (2015). *Türkçedeki ötümsüz sürtünmeli ünsüzlerin akustik özellikleri.*, D. Zeyrek, Ç. S. Şimşek, U. Ataş ve J. Rehbein. (Editörler). Ankara papers in Turkish and Turkic linguistics (Turcologica Vol. 103). Wiesbaden (Almanya): Harrassowitz Verlag, s. 52-66.
- Kılıç, M. A. (2018). Türkçedeki burun ünsüzlerinin akustik özellikleri. *Turkish Studies*, 13(12), 259-271.

- Kılıç, M. A., Oğuz, H., ve Öğüt, F. (2011). Adverse effect of noise on voice perturbation estimates: A comparison of three voice analysis programs. *Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*, 31(2), 427-431.
- Kılıç, M. A. ve Okur, E. (2001). CSL ve Dr. Speech ile ölçülen temel frekans ve pertürbasyon değerlerinin karşılaştırılması. *Kulak Burun Boğaz İhtisas Dergisi*, 8(2), 152-157.
- Kılıç, M. A., Okur, E., Yıldırım, İ., Öğüt, F., Denizoğlu, İ., Kızılay, A., Oğuz, H., Kandoğan, T., Doğan, M., Akdoğan, E., Bekiroğlu, N., ve Öztarakçı, H. (2008). Ses Handikap Endeksi (Voice Handicap Index) Türkçe versiyonunun güvenilirliği ve geçerliliği. *Kulak Burun Boğaz İhtisas Dergisi*, 18(3), 139-147.
- Kılıç, M. A., Öğüt, F., Dursun, G., Okur, E., Yıldırım, I. ve Midilli, R. (2004). The effect of vowels on voice perturbation measures. *Journal of Voice*, 18(3), 318-324.
- Kırkım, G. (2015). Temel odyoloji., E. Belgin ve A. S. Şahli. (Editörler). *İmmittansmetrik değerlendirme yöntemleri*. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri, s. 105-112.
- Konrot, A. (2011). Dil ve kavram gelişimi., S. S. Topbaş. (Editör). *İletişim, dil ve konuşma bozuklukları*. Beşinci Baskı. Ankara: Kök Yayıncılık, s. 227-251.
- Korkmaz, B. (2005). *Dil ve beyin; çocuklarda dil ve konuşma bozuklukları*. İstanbul: Yüce Yayım, 323.
- Laury, A. M., Casey, S., McKay, S., and Germiller, J. A. (2009). Etiology of unilateral neural hearing loss in children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 73(3), 417-427.
- Lechien, J. R., Finck, C., Costa de Araujo, P., Huet, K., Delvaux, V., Piccaluga, M., Harmegnies, B., and Saussez, S. (2016). Voice outcomes of laryngopharyngeal reflux treatment: A systematic review of 1483 patients. *European Archives of Otorhinolaryngology*, 274(1), 1-23.
- Liberman, M. C., Chesney, C. P., and Kujawa, S.G. (1997) Effects of selective inner hair cell loss on DPOAE and CAP in carboplatin-treated chinchillas. *Auditory Neuroscience*, 3(3), 255-268.
- Ling, D. (1989). *Foundations of spoken language for hearing-impaired children*. Washington, DC: Alexander Graham Bell Association for the Deaf, 8-9, 30-48, 62-90, 303.
- Ling, D. (2002). *Speech and the hearing-impaired child: theory and practice* (Second edition). Washington, DC: Alexander Graham Bell Association for the Deaf and Hard of Hearing, 22-23, 25.
- Ling, D. (2006). Auditory-verbal therapy and practice., W. Estabrooks. (Ed.). *The Six-Sound Test*. Washington, DC: Alexander Graham Bell Association for the Deaf and Hard of Hearing, pp. 307-310.

- Malkoç, E. (2009). Türkçe ünlü formant frekans değerleri ve bu değerlere dayalı ünlü dörtgeni. *Dil Dergisi*, 146, 71-85.
- Martin, F. N. and Clark, J. G. (2003). *Introduction to audiology* (Eight edition). USA: Pearson Education, 78-84.
- Maryn, Y., Corthals, P., De Bodt, M., Van Cauwenberge, P., and Deliyski, D. (2009). Perturbation measures of voice: a comparative study between Multi-Dimensional Voice Program and Praat. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 61(4), 217-226.
- Mengü, G., Kemaloğlu, Y. K., Gökdoğan, Ç., ve Altunel, F. (2018, 3-4 Mayıs). *Ses ve konuşmanın zaman, frekans ve şiddet değişkenlerinden faydalanarak üç boyutlu görsel (Ses heykeli. "Seykel") haline getirilmesi için bir yazılım geliştirilmesi: üç boyutlu ses konuşma analiz programı (3BKAP)*. 32. Ulusal Dilbilim Kurultayında sunuldu, İzmir.
- Meyer, S. E., Jardine, C. A., and Deverson, W. (1997). Developmental changes in tympanometry: a case study. *British Journal of Audiology*, 31(3), 189-195.
- Mills, J. H., Khariwala, S. S., and Weber, P. C. (2011). Baş & boyun cerrahisi-otolarenoloji (2. cilt). Hirsch, B. E. and Gadre, A. K. (Eds.), Korkut, N. (Çev. Ed.), *Otoloji-İşitmenin anatomi ve fizyolojisi*. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri, s. 1883-1902.
- Moller, A. R. (2013). *Hearing: anatomy, physiology, and disorders of the auditory system* (Third edition). San Diego: Plural Publishing, 6-15.
- Moore, B. C. J. (2003). Speech processing for the hearing-impaired: successes, failures and implications for speech mechanisms, *Speech Communication*, 4(1), 81-91.
- Mora, R., Jankowska, B., Mora, F., Crippa, B., Dellepiane, M., and Salami, A. (2009). Effects of tonsillectomy on speech and voice. *Journal of Voice*, 23(5), 614-618.
- Morris, R. J. (1997). Speaking fundamental frequency characteristics of 8- through 10-year-old White- and African-American boys. *Journal of Communication Disorders*, 30(2), 101-116.
- Muş, N. ve Özdamar, Ö. (2005). *İşitsel beyin sapı cevapları-“Temel bilgiler ve klinik uygulamaları”*. Ankara: Gülhane Askeri Tıp Akademisi, 35-36.
- Nayak, J., Bhat, P. S., Acharya, R., and Aithal, U. V. (2005). Classification and Analysis of Speech Abnormalities, *ITBM-RBM*, 26(5-6), 319-327.
- Nemr, K., Simões-Zenari, M., Cordeiro, G. F., Tsuji, D., Ogawa, A. I., Ubrig, M. T., and Menezes, M. H. M. (2012). GRBAS and Cape-V scales: high reliability and consensus when applied at different times. *Journal of Voice*, 26(6), 812.e17-812.e22.
- Netsel, R. (2001). Speech aeromechanics and the dysarthrias: implications for children with traumatic brain injury. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 16(5), 415-425.

- Niedzielska, G. (2005). Acoustic estimation of voice when incorrect resonance function of the nose takes place. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 69(8), 1065-1109.
- Nittrouer, S. and Boothroyd, A. (1990). Context effects in phoneme and word recognition by young children and older adults. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 87(6), 2705-2715.
- Nordenberg, M. and Sundberg, J. (2003). Effect on lras of vocal loudness variation, *TMH-QPSR*, 45(1), 93-100.
- Northern, J. L., Downs, M. P., Rudmose, W., Glorig, A., and Fletcher, J. L. (1972). Recommended high-frequency audiometric threshold levels (8000-18000 Hz). *The Journal of the Acoustical Society of America*, 52(2B), 585-595.
- Oğuz, H., Demirci, M., Şafak, M. A., Arslan, N., İslam, A. ve Kargın, S. (2007a). Effects of unilateral vocal cord paralysis on objective voice parameters. *European Archives of Otorhinolaryngology*, 264(3), 257-261.
- Oğuz, H., Kılıç, M. A. ve Şafak, M. A. (2011). Comparison of results in two acoustic analysis programs: Praat and MDVP. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 41(5), 835-841.
- Oğuz, H., Tarhan, E., Korkmaz, M., Yılmaz, U., Şafak, M. A., Demirci, M. ve Özlüoğlu, L. N. (2007b). Acoustic analysis findings in objective laryngopharyngeal reflux patients. *Journal of Voice*, 21(2), 203-210.
- Oğuz, H., Tunç, T., Şafak, M. A., İnan, L., Kargın, S. ve Demirci, M. (2006). Objective voice changes in non-dysphonic Parkinson's disease patients. *The Journal of Otolaryngology*, 35(5), 349-54.
- Oller, L. L. (2008). *Analysis of voice signals for the Harmonics-to-Noise crossover frequency*. UPC, Barcelona: KTH-School of Computer Science and Communication Department of Speech, Music and Hearing, 9.
- Olthoff, A., Woywod, C., and Kruse, E. (2007). Stroboscopy versus high-speed glottography: A comparative study. *The Laryngoscope*, 117(6), 1123-1126.
- Oral, S. (1994). *İstanbul Türkçesi, Dünden bugüne İstanbul ansiklopedisi*. (4. Cilt). İstanbul: Kültür Bakanlığı ve Tarih Vakfı Yayınları.
- Ozimek, E., Sęk, A., Wicher, A., Skrodzka, E., and Konieczny, J. (2004). Spectral enhancement of Polish vowels to improve their identification by hearing impaired listeners. *Applied Acoustics*, 65(5), 473-483.
- Özsoy, A. S. (2004). *Türkçe'nin yapısı-I sesbilim*. İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi, 4-10, 14-32, 44.
- Plant, R. L. (2005). Aerodynamics of the human larynx during vocal fold vibration. *The Laryngoscope*, 115(2), 2087-2100.

- Pollack, D., Goldberg, D., and Caleffe-Schenck, N. (1997). *Educational audiology for the limited-hearing infant and preschooler: an auditory-verbal program* (Third edition). Springfield, IL: Charles C. Thomas, 102-105, 233.
- Pribuisiene, R., Uloza, V., Kupcinskas, L., and Jonaitis, L. (2006). Perceptual and acoustic characteristics of voice changes in reflux laryngitis patients. *Journal of Voice*, 20(1), 128-136.
- Prieve, B. and Fitzgerald, T. (2015). Handbook of clinical audiology (Seventh edition), J. Katz. (Ed.-in-chief), M. Chasin, K. English, L. J. Hood and K. L. Tillery. (Eds.). *Otoacoustic emissions*. Philadelphia: Wolters Kluwer Health, pp. 357-379.
- Ramkissoon. I. (2001). Speech recognition thresholds for multilingual populations. *Communication Disorders Quarterly*, 22(3), 158-162.
- Rankovic, C. M. (1991). An application of the articulation index to hearing aid fitting. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 34(2), 391-402.
- Remijnsen, B. (2004). msr&check_spectr_indiv_interv.psc. Praat için yazılmış eklenti, Web: http://www.lel.ed.ac.uk/~bert/msr&check_spectr_indiv_interv.psc adresinden 20 Ağustos 2018'de indirilmiştir.
- Reuter, R., Orglmeister, R., and Herzel, H. (1999). Simulations of vocal folds with an analog circuit. *International Journal of Bifurcation and Chaos*, 9(6), 1075-1088.
- Rosen, C. A., Lee, A. S., Osborne, J., Zullo, T., and Murry, T. (2004). Development and validation of the Voice Handicap Index-10. *The Laryngoscope*, 114(9), 1549-1556.
- Saarinen, A., Rihkanen, H., Lehtikainen-Söderlund, S., and Sovijärvi, A. R. A. (2000). Airway flow dynamics and voice acoustics after autologous fascia augmentation of paralyzed vocal fold. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, 109(6), 563-567.
- Sabo, D. L., Paradise, J. L., Kurs-Lasky, M., and Smith, C. G. (2003). Hearing levels in infants and children related to testing technique, age group, and the presence or absence of middle ear effusion. *Ear and Hearing*, 24(1), 38-47.
- Saito, O., Nishimura, T., Morimoto, C., Otsuka, S., Uratani, Y., Matsunaga, Y., Hosoi, H., and Kitahara, T. (2019). Audiological evaluation of infants using mother's voice. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 121, 81-87.
- Saltürk, Z., Kumral, T. L., Bekiten, G., Atar, Y., Ataç, E., Aydoğdu, İ., Yıldırım, G., Kılıç, A., ve Uyar, Y. (2016). Objective and subjective aspects of voice in pregnancy. *Journal of Voice*, 30(1), 70-73.
- Sarıca, S., Bilal, N., Sağıroğlu, S., Oğuzhan, O., Altınışık, M. ve Kılıç, M. A. (2017). Farklı analiz programları kullanarak sesin frekans ve perturbation parametrelerinin karşılaştırılması. *Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi Dergisi*, 25(2), 13-20.
- Saxman, J. H., & Burk, K. W. (1967). Speaking fundamental frequency characteristics of middle-aged females. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 19(3), 167-172.

- Selen, N. (1979). *Söyleyiş sesbilimi, akustik sesbilim ve Türkiye Türkçesi*. Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları, 12-17, 26-80.
- Schlauch, R. S. and Nelson, P. (2015). Handbook of clinical audiology (Seventy edition), J. Katz. (Ed.-in-chief), M. Chasin, K. English, L. J. Hood and K. L. Tillery. (Eds.). *Puretone evaluation*. Philadelphia: Wolters Kluwer Health, pp. 29-47.
- Scollie, S., Glista, D., Tenhaaf, J., Dunn, A., Malandrino, A., Keene, K., and Folkeard, P. (2012). Stimuli and normative data for detection of Ling-6 sounds in hearing level. *American Journal of Audiology*, 21(2), 232-241.
- Sharma, A. and Dorman, M. (2006). Central auditory development in children with cochlear implants: clinical implications., A. R. Moller. (Ed.). *Cochlear and brainstem implants* (Advances Otorhinolaryngology Vol. 64). Basel: Karger Publishers, pp. 66-88.
- Silva, D. G., Oliveira, L. C., and Andrea, M. (2009). Jitter estimation algorithms for detection of pathological voices. *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, 2009(1), 1-9.
- Smith, C. G., Finnegan, E. M., and Karnell, M. P. (2005). Resonant voice: spectral and nasendoscopic analysis. *Journal of Voice*, 19(4), 607-622.
- Stach, B. A. (2010). *Clinical audiology: An introduction* (Second edition). USA: Delmar, Cengage Learning, 42, 93, 274-322.
- Stelmachowicz, P. G., Hoover, B., Pittman, A., and Lewis, D. (2001). Effect of stimulus bandwidth on the perception of /s/ in normal- and hearing-impaired children and adults. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 110(4), 2183-2190.
- Stelmactowicz, P. G., Gorga, M. P., and Cullen, J. K. (1982). A calibration procedure for the assessment of thresholds above 8000 Hz. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 25(4), 611-618.
- Stoicheff, M. L. (1981). Speaking fundamental frequency characteristics of nonsmoking female adults. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 24(3), 437-441.
- Story, B. H. and Bunton, K. (2016). Formant measurement in children's speech based on spectral filtering. *Speech Communication*, 76, 93-111.
- Syrdal, A. K. and Gopal, H. S. (1986). A perceptual model of vowel recognition based on the auditory representation of American English vowels. *Journal of Acoustical Society of America*, 79(4), 1086-1100.
- Şahlı, A. S. (2015). Temel odyoloji., E. Belgin ve A. S. Şahlı. (Editörler). *Bebek ve çocuklarda işitme kayıplarının etkileri*. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri, s. 371-381.
- Şahlı, A. S. ve Belgin, E. (2006). Comparison of self-esteem level of adolescents with cochlear implant and normal hearing. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 70(9), 1601-1608.

- Şahlı, A. S. ve Belgin, E. (2015). Temel odyoloji., E. Belgin ve A. S. Şahlı. (Editörler). *Orta ve geç latanslar*. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri, s. 153-164.
- Şerbetçioğlu, B. ve Dizdar, H. (2015). Temel odyoloji., E. Belgin ve A. S. Şahlı. (Editörler). *Otoakustik emisyonlar*. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri, s. 113-122.
- Tatar, E. C., Şahin, M., Demiral, D., Bayır, O., Saylam, G., Özdek, A. ve Korkmaz, M. H. (2016). Normative values of voice analysis parameters with respect to menstrual cycle in healthy adult turkish women. *Journal of Voice*, 30(3), 322-328.
- Tezcaner, Z. Ç. ve Aksoy, S. (2017). Reliability and validity of the Turkish version of the Voice-Related Quality of Life Measure. *Journal of Voice*, 31(2), 262.e7-262.e11.
- Topbaş, S. (2007). Turkish speech acquisition. McLeod (Ed.). *The international guide to speech acquisition*. USA: Thomson Delmar Learning, 569.
- Topbaş, S. (2011). Dil ve kavram gelişimi., S. S. Topbaş. (Editör). *Dilin bileşenleri*. Beşinci Baskı. Ankara: Kök Yayıncılık, s. 29-38.
- Turner, C. W. and Cummings, K. J. (1999). Speech audibility for listeners with high-frequency hearing loss. *American Journal of Audiology*, 8(1), 1-10.
- Türk, O., Şayli, Ö., Özsoy, A. S. ve Arslan, L. M. (2004, 20-21 Mayıs). *Türkçede ünlülerin formant analizi*. 18. Ulusal Dilbilim Kurultayında sunuldu, Ankara.
- Wiley, T. L. and Stoppenbach, D. T. (2002). Handbook of clinical audiology (Fifth edition), J. Katz, R. F. Burkard and L. Medwetsky. (Eds.). *Basic principles of acoustic immittance measures*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 169.
- Wilson, R. H., & McArdle, R. (2005). Speech signals used to evaluate functional status of the auditory system. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 42(4), 79-94.
- Xue, S. A. and Deliyski, D. (2001). Effects of aging on selected voice parameters: preliminary normative data and educational implications. *Educational Gerontology*, 27(2), 159-168.
- Xue, S. A. and Fucci, D. (2000). Effects of race and sex on acoustic features of voice analysis. *Perceptual and Motor Skills*, 91(3), 951-958.
- Yılmaz, C. (2015). *Türkçe'deki nazal (/m, n/) seslerin akustik özelliklerinin incelenmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Yılmaz Davutoğlu, A. (2010). *Standart Türkçedeki ünlülerin akustik analizi ve fonetik altyapı*. Yayımlanmamış Sanatta Yeterlik Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Zeren, M. A. (2007). *Müzik fiziği* (Dördüncü Baskı). İstanbul: Pan Yayıncılık, 52, 140-141, 191.

Zhiqi, L., Kun, Y., and Zhiwu, H. (2010). Tympanometry in infants with middle ear effusion having been identified using spiral computerized tomography. *American Journal of Otolaryngology*, 31(2), 96-103.

Zimmer, K. ve Orgun, O. (2007). Turkish., The International Phonetic Association (Ed.). *Handbook of the International Phonetic Association: a guide to the use of the International Phonetic Alphabet*. 8. Edition. Cambridge, UK: Cambridge University Press, s. 154-156.









EKLER

EK-1. Etik kurul onayı



**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Tıp Fakültesi Dekanlığı**

Ke keA
K-B-B

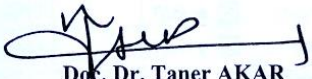


15.01.2018


Sayı : 24074710-- *01*
Konu :

Sayın *Prof. Dr. Yusuf Kemal Kenolgh*
Proje Yürütücüsü

Fakültemiz Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun **25 Aralık 2017** tarihinde yapmış olduğu toplantı kararları ekte sunulmuştur.
Bilgilerinizi rica ederim.



Doç. Dr. Taner AKAR
Dekan Yardımcısı



Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul Birimi 06500 Beşevler/ANKARA
Tel:0 312 202 69 58 Faks:0 312 202 46 73
e-Posta :tip@gazi.edu.tr İnternet Adresi :www.med.gazi.edu.tr

Bilgi için :Şerife Çiçek
Bilgisayar İşletmeni

EK-1. (devam) Etik kurul onayı

| | | | | | | | | | |
|------------------------------------|---|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------|
| Prof. Dr. Bülent BOYACI ÜYE | Kardiyoloji AD. | G.Ü.T.F | E <input checked="" type="checkbox"/> | K <input type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/> | |
| Prof. Dr. Öznur L. BOYUNAĞA ÜYE | Radoloji AD. | G.Ü.T.F | E <input type="checkbox"/> | K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/> | |
| Prof. Dr. Mustafa KAVUTÇU ÜYE | Tıbbi Biyokimya A.D | G.Ü.T.F | E <input checked="" type="checkbox"/> | K <input type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/> | |
| Prof. Dr. Nesrin ÇOBANOĞLU ÜYE | Tıp Tarihi ve Etik AD. | G.Ü.T.F | E <input type="checkbox"/> | K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/> | |
| Prof. Dr. Aslı KURUOĞLU ÜYE | Psikiyatri AD. | G.Ü.T.F. | E <input type="checkbox"/> | K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | Katılmadı |
| Doç. Dr. Hakan KAYIR ÜYE | Tıbbi Farmakoloji | COMMAT Ltd. | E <input checked="" type="checkbox"/> | K <input type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/> | |
| Doç. Dr. Mutlu DOĞAN ÜYE | İç Hast. AD. Tıbbi Onkoloji BD. | Ank.Numune Eğt. ve Araşt.Hast. | E <input type="checkbox"/> | K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/> | |
| Doç. Dr. N.Arda DEMİRKAN ÜYE | Genel Cerrahi AD. | A.Ü.T.F. | E <input checked="" type="checkbox"/> | K <input type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | Katılmadı |
| Doç. Dr. Anıl TAPISIZ ÜYE | Çocuk Sağlığı ve Hast. AD. Ç. Nör. BD. | G.Ü.T.F | E <input type="checkbox"/> | K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/> | |
| Doç. Dr. Pınar ÖZDEMİR ÜYE | Biyoistatistik AD. | H.Ü.T.F. | E <input type="checkbox"/> | K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | Katılmadı |
| Yrd. Doç. Dr. Mustafa GÖKSU ÜYE | Hukukçu | G.Ü. Hukuk Fakültesi | E <input checked="" type="checkbox"/> | K <input type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/> | |
| Aysel ÖZER ÜYE | Sivil Temsilci | Emekli Öğr. Üyesi | E <input type="checkbox"/> | K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/> | |

* :Araştırma ile İlişki

** :Toplantıda Bulun

EK-2. “Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar” İçin Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur
Formu



T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
“GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR”
İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Araştırma Projesinin Adı: *Erken Yaştaki Çocuklarda İşitmenin Konuşma Sesleriyle Değerlendirilmesinde Kullanılan Türkçe Fonemlerin Akustik Özelliklerinin Belirlenmesi.*
Sorumlu Araştırmacının Adı: **Prof. Dr. Yusuf Kemal KEMALOĞLU**
Diğer Araştırmacıların Adı: Arş. Gör. Çiğdem ÖNEN

“*Erken Yaştaki Çocuklarda İşitmenin Konuşma Sesleriyle Değerlendirilmesinde Kullanılan Türkçe Fonemlerin Akustik Özelliklerinin Belirlenmesi*” isimli bir çalışmada yer almak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışma, araştırma amaçlı olarak yapılmaktadır ve katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Çalışmaya katılma konusunda karar vermeden önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Çalışma hakkında tam olarak bilgi sahibi olduktan sonra ve sorularınız cevaplandıktan sonra eğer katılmak isterseniz sizden bu formu imzalamanız istenecektir. Bu araştırma, Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalında, Prof. Dr. Yusuf Kemal KEMALOĞLU’nun sorumluluğu altındadır.

Çalışmanın amacı nedir; benden başka kaç kişi bu çalışmaya katılacak?

- Çalışmanın amacı, erken yaştaki çocuklarda işitmenin konuşma sesleriyle değerlendirilmesinde kullanılan [a, u, i, s, ş, m, e, o] harflerine karşı gelen Türkçe fonemlerin özellikle formant dağılımı olmak üzere akustik özelliklerini belirlemektir.
- Bu çalışmaya sizin dışımızda 50 kişi daha katılacaktır.

Bu çalışmaya katılmamalı mıyım?

Bu çalışmada yer alıp almamak tamamen size bağlıdır. Şu anda bu formu imzalaranız bile istediğiniz herhangi bir zamanda bir neden göstermeksizin çalışmayı bırakmakta özgürsünüz. Eğer katılmak istemez iseniz veya çalışmadan ayrılırsanız, doktorunuz tarafından sizin için en uygun tedavi planı uygulanacaktır. Aynı şekilde çalışmayı yürüten doktor çalışmaya devam etmeniz için yararlı olmayacağına karar verebilir ve sizi çalışma dışı bırakabilir, bu durumda da sizin için en uygun tedavi seçilecektir.

Bu çalışmaya katılırsam beni ne bekliyor?

- Bu çalışma kapsamında akustik olarak düzenlenmiş ses kayıt odasında sesiniz kayıt edilecektir. Ses kaydı esnasında size Türkçe [a, e, u, ü, ı, i, o, ö, m, s, ş] harflere karşı gelen fonemler ve tek heceli kelime listeleri okutulacaktır. Daha sonra bu sesler ile ilgili bir takım ses analizleri yapılacak ve veriler sadece istatistiksel amaçlarla kullanılacaktır. Ses kayıtları ortalama 20 dakika sürecektir.

Çalışmanın riskleri ve rahatsızlıkları var mıdır?

Çalışmanın size vereceği herhangi bir risk ve rahatsızlık yoktur.

| | | |
|---------------------------------|----------------------|-------|
| BGOF-Girişimsel olmayan-Erişkin | Rev. Tarihi / No.su: | Sayfa |
| | 29.05.2013/01 | 1/3 |

EK-2. (devam) “Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar” İçin Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu



**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU**

Çalışmada yer almamın yararları nelerdir?

Özellikle işitme cihazlı ve koklear implantlı çocukların işitsel algı değerlendirilmesinde kullanılan Ling seslerine alternatif olarak farklı uyaranları da alabilmelerine ve konuşma seslerinin değerlendirilmesinde kullanılan Türkçe fonemlerin akustik özelliklerinin belirlenmesine olanak sağlayacaktır.

Bu çalışmaya katılmamın maliyeti nedir?

Çalışmaya katılmakla parasal yük altına girmeyeceksiniz ve size de herhangi bir ödeme yapılmayacaktır.

Kişisel bilgilerim nasıl kullanılacak?

Çalışma doktorunuz kişisel bilgilerinizi, araştırmayı ve istatistiksel analizleri yürütmek için kullanacaktır ancak kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır. Yalnızca gereği halinde, sizinle ilgili bilgileri etik kurullar ya da resmi makamlar inceleyebilir. Çalışmanın sonunda, kendi sonuçlarınızla ilgili bilgi istemeye hakkınız vardır. Çalışma sonuçları çalışma bitiminde tıbbi literatürde yayınlanabilecektir ancak kimliğiniz açıklanmayacaktır.

Daha fazla bilgi için kime başvurabilirim?

Çalışma ile ilgili ek bilgiye gereksiniminiz olduğumuzda aşağıdaki kişi ile lütfen iletişime geçiniz.

ADI : Çiğdem ÖNEN
GÖREVİ : Araştırma Görevlisi
TELEFON : 05353125821

(Katılımcının/Hastanın Beyanı)

GÜTF Kulak Burun Boğaz Anabilim dalında, Prof. Dr. Yusuf Kemal KEMALOĞLU tarafından tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı ve ilgili metni okudum. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” olarak davet edildim.

Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımına ve hekim ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum. Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir neden göstermeden araştırmadan çekilebileirim. (*Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağına bilincindeyim*). Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı da tutulabilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

Araştırmadan elde edilen benimle ilgili kişisel bilgilerin gizliliğinin korunacağını biliyorum.

Araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorunumun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim).

| | | |
|---------------------------------|---------------------------------------|--------------|
| BGOF-Girişimsel olmayan-Erişkin | Rev. Tarihi / No.su: 29.05.2013/01 | Sayfa 2/3 |
|---------------------------------|---------------------------------------|--------------|

EK-2. (devam) “Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar” İçin Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu



**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU**

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; herhangi bir saatte, Çiğdem ÖNEN'i, 05353125821 telefondan ve Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi KBB Hastalıkları A.B.D Odyoloji B.D (Prof. Dr. Necmettin Akyıldız İşitme, Konuşma ve Rehabilitasyon Merkezi A Blok Kat: 5 Beşevler / ANKARA) adresinden arayabileceğimi biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla, hiç bir baskı ve zorlama olmaksızın, gönüllülük içerisinde katılmayı kabul ediyorum.

İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

Katılımcı

Adı, soyadı:

Adres:

Tel:

İmza:

Tarih:

Görüşme tanığı

Adı, soyadı:

Adres:

Tel:

İmza:

Tarih:

Katılımcı ile görüşen hekim

Adı soyadı, unvanı:

Adres:

Tel:

İmza:

Tarih:

EK-3. Katılımcı Değerlendirme Formu (KDF)


KATILIMCI DEĞERLENDİRME FORMU

| | | |
|---------------------------------|-----------|--------------------------|
| Ad Soyad: | T.C.: | Tarih:/...../..... |
| Doğum tarihi:/...../..... | Cinsiyet: | Şehir-Telefon: |
| Eğitim düzeyi: | Meslek: | Anadil: |

TIBBİ HİKAYE:

| | |
|--|--|
| Ses bozukluğu tanısı veya şikayeti: | |
| Ses ile ilgili operasyon: | |
| İşitme ile ilgili problem: | |
| Sigara ve/veya alkol kullanımı: | |
| Sinüzit, alerji ve/veya larenjit varlığı: | |
| Baş, boyun ve kulak bölgelerinde geçirilmiş operasyon: | |
| Ek hastalık ve ilaç kullanımı: | |
| Yakın zamanda üst solunum yolu enfeksiyonu: | |
| Reflü şikayeti: | |
| Artikülasyon veya akıcı konuşma bozuklukları: | |
| Menstrasyon (son mens. tarihi ve iki mens. arası dönem): | |
| Menapoz: | |
| Hamilelik: | |

EK-4. Ses Handikap Endeksi-10 (SHE-10)

| | | | |
|---|--|-----------------|------------|
|  GAZİ HASTANESİ | Prof. Dr. N.AKYILDIZ İŞİTME, KONUŞMA, SES ve DENGİ BOZUKLUKLARI TANI, TEDAVİ ve REHABİLİTASYON MERKEZİ SES HANDİKAP ENDEKSİ | DOKÜMAN KODU | POL.FR.107 |
| | | YAYIN TARİHİ | 05.11.2014 |
| | | REVİZYON NO | 0 |
| | | REVİZYON TARİHİ | - |
| | | SAYFA SAYISI | 1/1 |

Lütfen, bu bölümü doldurmayınız!

Protokol No : Tarih :...../...../20...

Ön Tanı :

Uygulayan :

Adınız, Soyadınız :

Cinsiyetiniz: E K

Yaşınız:

Eğitim durumunuz : Okuryazar

İlkokul

Ortaokul

Lise

Üniversite

Mesleğiniz :

Sigara kullanıyor musunuz? Evet

Hayır

Konuşma sesi kullanımıyla ilgili olarak sizin için hangisi doğru?

Çok az konuşurum. Normal konuşan bir insanım. Çok fazla konuşurum.

Şarkı sesi kullanımıyla ilgili olarak sizin için hangisi doğru?

Hiç şarkı söylemem. Zaman zaman şarkı söylerim. Çok sık şarkı söylerim.

Aşağıdaki ifadeler için uygun olanı işaretleyiniz (Cevaplar: 0 = asla, 1 = nadiren, 2 = bazen, 3 = sıklıkla, 4 = her zaman)

| | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|
| 1. Başkalarıyla konuşurken sesim nedeniyle kendimi gergin hissediyorum. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 2. Sesimdeki sorun yüzünden sosyal ortamlara girmekten kaçınıyorum. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 3. İnsanlar bana: "Sesin neden böyle?" diye sorar. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 4. Sesimden dolayı arkadaşlarımla, komşularımla veya akrabalarımla çok az konuşurum. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5. Yüz yüze konuşurken insanlar söylediklerimi tekrarlamamı ister. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 6. İnsanların sesimle ilgili çektiğim sıkıntıyı anlamadıklarını düşünüyorum. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 7. Sesimdeki problemler kişisel ve sosyal hayatımı kısıtlıyor. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 8. Düzgün çıkması için sesimi değiştirmeye çalışıyorum. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 9. Konuşurken büyük çaba harcıyorum. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 10. Sesim kendimi yetersiz hissetmeme neden oluyor. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Bugün sesiniz nasıl? (0 = normal, 1 = hafif bozuk, 2 = orta derecede bozuk, 3 = ileri derecede bozuk) | 0 | 1 | 2 | 3 | |

Toplam Puan :

| | | | | | |
|----|---------|----|---------|----|---------|
| S1 |Sn | Z1 |Sn | A1 |Sn |
| S2 |Sn | Z2 |Sn | A2 |Sn |
| S3 |Sn | Z3 |Sn | A3 |Sn |

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ÖNEN, Çiğdem
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 03/03/1992 Ankara
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0 (535)-312 5821
 e-mail : conen@ybu.edu.tr



Eğitim

| Derece | Eğitim Birimi | Mezuniyet tarihi |
|---------------|--|------------------|
| Yüksek Lisans | Gazi Üniversitesi/ Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı/ Odyoloji ve Konuşma Ses Bozuklukları Programı | Devam ediyor |
| Lisans | Kırıkkale Üniversitesi/ Hemşirelik Bölümü | 2014 |
| Lise | Alparslan Anadolu Lisesi | 2010 |

İş Deneyimi

| Yıl | Yer | Görev |
|-------------------|--|---------------------|
| 2017-devam ediyor | Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi | Araştırma Görevlisi |
| 2015-2017 | Dr. Zekai Tahir Burak Kadın Sağlığı Eğitim ve Araştırma Hastanesi | Hemşire |
| 2015 | Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi | Hemşire |
| 2014 | Özel Ankara Güven Hastanesi | Hemşire |

Yabancı Dili

İngilizce

Yayınlar

1. Önen, Ç., Mengü, G., ve Kemaloğlu, Y. K. (2018, 29 Kasım-1 Aralık). *Kadınlarda Türkiye Türkçesindeki ünlülerin formant frekans değerleri ve ünlü dörtgenleri*. 3. Uluslararası Sağlık Bilimleri Kongresi, Ankara.
2. Önen, Ç., Tunç Songur, E., Gökdoğan, Ç., Yeniçeri, A., Altınyay, Ş., Düzlü, M., ve Yılmaz, M. (2018, 4-5 Mayıs). *Disfonili pediatrik olgularda ses terapisinin yaşam kalitesine etkisi*. 10. Ulusal Larengoloji Kongresi, Ankara.
3. Önen, Ç. (2018, 4-5 Mayıs). *Pediatrik ses bozukluklarında multidisipliner yaklaşım*. 10. Ulusal Larengoloji Kongresi, Ankara (Konuşmacı).
4. Tunç Songur, E., Önen, Ç., Gökdoğan, Ç., Yeniçeri, A., ve Yılmaz, M. (2018, 4-5 Mayıs). *Disfonili olgularda ses terapisinin yaşam kalitesine etkisi*. 10. Ulusal Larengoloji Kongresi, Ankara.
5. Önen, Ç., Altınyay, Ş., Orçan, E., Gökdoğan, Ç., Karamert, R., ve Tutar, H. (2017, 19-22 Eylül). *Short-term results on auditory perception and language development of children with simultaneous bilateral cochlear implants*. 11th Asia Pacific Symposium on Cochlear Implants and Related Sciences, Kıbrıs.



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..

