

T. C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKÇE KONUŞAN ÇOCUKLARDA KEPSTRAL
ÖZELLİKLERİN İNCELENMESİ

AYŞE NUR TİLKİ

Dil ve Konuşma Terapisi Programı

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANKARA

2020

TEŞEKKÜR

Benimle her daim sonsuz güven, destek ve sevgisini paylaşan; ilgisini, bilgisini ve tecrübesini bana sunarak yol gösteren; yalnızca akademik hayatımda değil sosyal hayatımda da yanımda olarak bana aile sıcaklığı sunan danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Ayşen Köse'ye,

Tez çalışmamın planlanması ve yürütülmesi sürecinde bilgi ve deneyimlerini tüm içtenlikleri ile paylaşan, sevgi ve desteklerini asla esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Esra Özcebe ve Dr. Öğr. Üyesi Fatma Esen Aydınli'ya,

Lisans eğitimimden bu yana akademik ve sosyal yaşamımda tecrübe ve bilgisini benimle paylaşan; sonsuz destek, sevgi ve yol göstericiliği ile yeni fikirler kazandırıp cesaretlendiren değerli hocam Arş. Gör. Önal İncebay'a,

Eğitim ve iş hayatımda bilgi ve sevgilerini sunan değerli hocalarım Doç. Dr. Maviş Emel Kulak Kayıkcı ve Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem Kirazlı'ya,

Bu çalışmaya katılımcı olarak katılan tüm çocuklara ve ailelerine,

Tez çalışmam sürecinde bana yardımcı olan sevgili Bengisu Yılmaz, İrem Yanar, Meryem Karakaş, Özge Aldemir, Pelin Su Taçalan ve Sevgi Nur Korkmaz'a

Eğitim hayatımız boyunca bolca güldüğümüz, zor zamanlarımda dostlukları ile sonsuz destek sağlayan canım arkadaşlarım Ayşenur Taşkın ve Halil Uysal'a

Mutlu bir çocuk, başarılı bir öğrenci, ülkesine faydalı bir genç ve iyi bir insan olmam için sonsuz şefkat ve sevgisini bana sunan, melek kalpli annem Aynur Tilki'ye,

İyi bir oyun arkadaşlığından hayat yoldaşlığına uzanan bir serüvende her daim destekçim canım kardeşim Melih Tilki'ye

Eğitimim boyunca başarımlar için fedakarlıklar yapan babam Cemil Tilki'ye,

Sonsuz sevgisi, her durum ve şartta bana güvenerek yanımda oluşu ve varlığı ile en büyük destekçim Ramis Demirci'ye derin sevgi ve saygılarımla teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Tilki A.N. “Türkçe Konuşan Çocuklarda Kepstral Özelliklerin İncelenmesi” Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dil ve Konuşma Terapisi Programı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2020. Pediatrik larinkste ve pediatrik seste gelişim süreçleri boyunca meydana gelen değişiklikler pediatrik popülasyona ait çalışmaların gerekliliğini ortaya koymaktadır. Çalışmamızda, Türkçe konuşan 4.00-17.11 yaş arasındaki çocuklarda normatif veri oluşturulması ile yaş ve/veya cinsiyete bağlı değişkenlik gösteren kepstral akustik verilerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmamıza 4.00-17.11 yaş arasında 160 çocuk katılımcı dahil edilmiştir. Grup I; 4.00-6.11 yaş, Grup II; 7.00-10.11 yaş, Grup III; 11.00-13.11 yaş ve Grup IV; 14.00-17.11 yaş olmak üzere dört grup oluşturulmuştur. Bu yaş gruplarının her birinde 40'ar çocuk (20K, 20E) yer almıştır. Çalışmamıza işitme kaybı, ses ve konuşma bozukluğu olmayan çocuklar dahil edilmiştir. Akustik değerlendirme için KAY-PENTAX CSL Model 4500 cihazı kullanılmıştır ve 9 görevde toplam 57 parametrede değerlendirme yapılmıştır. Elli yedi parametrenin 48'inde yaş ve/veya cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0,05$). Bu farklılıklar kız ve erkek çocukların laringeal sistemindeki değişimlerle açıklanabilir. /a/ fonasyonu kaydının analiz edildiği *Multidimensional Voice Program* ile incelenen *Fundamental Frequency* parametresinde yaş ve cinsiyete göre gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). *Voicless* cümle hariç diğer 7 görevde *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency* parametresinde yaşa göre gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmüştür ($p<0,05$). *Nasal* ve *Voicless* cümle hariç diğer 6 görevde *L/H Ratio*, *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency Standard Deviation* ve *Cepstral Peak* parametrelerinde cinsiyete göre gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmüştür ($p<0,05$). Kepstral akustik değerlendirmenin pediatrik popülasyonda algısal ve aerodinamik değerlendirme ile beraber hem tanı koyma sürecinde hem de uygulanan terapi/tedavilerin etkinliğinin belirlenmesinde uygun bir yöntem olarak kullanılabilceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Ses, kepstral akustik analiz, kepstral tepe noktası, pediatrik ses

ABSTRACT

Tilki A.N., “Investigation of Cepstral Characteristics in Turkish Speaking Children” Hacettepe University Graduate School of Health Sciences, Master Thesis in Speech and Language Pathology, Ankara, 2020. Changes in pediatric larynx and pediatric voice during developmental processes reveal the necessity of studies of the pediatric population. The main aim of this study is to determine the normative cepstral acoustic data in Turkish speaking children between age of 4.00-17.11 years, and to determine the age and/or gender-dependent variability of this data. Participants were 160 children between the ages of 4.00-17.11 years. Four groups were composed as follow, Group I; 4.00–6.11 years, Group II; 7.00–10.11 years, Group III; 11.00–14.11 years and Group IV; 15.00–17.11 years. There were forty children (20 female, 20 male) in each group. Children with hearing loss, voice and speech disorders were excluded from the study. KAY-PENTAX CSL Model 4500 instrument was used for acoustic assessments, 57 different parameters were evaluated under 9 tasks. There were statistically significant differences in 48 parameters according to age and/or gender variables ($p < 0,05$). These differences can be explained by the changes in the laryngeal systems of girls and boys. There was a statistically significant difference between the groups in terms of age and gender in the Fundamental Frequency parameter examined by Multidimensional Voice Program in which /a/ phonation record was analyzed ($p < 0,05$). Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency parameters in 7 tasks except voiceless task were statistically significant differences between the groups by age ($p < 0,05$). There was a statistically significant difference in the L/H Ratio, Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency Standard Deviation and Cepstral Peak parameter according to gender in 6 tasks except nasal and voiceless task ($p < 0,05$). It is concluded that cepstral acoustic evaluation can be used as an appropriate method in the diagnosis process and in determining the efficacy of the treatments/therapies applied with the perceptual and aerodynamic evaluation in the pediatric population.

Keywords: Voice, cepstral acoustic analysis, cepstral peak prominence, pediatric voice

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
ŞEKİLLER	xiii
TABLolar	xiv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Larinksin Fonksiyonel Anatomisi ve Fizyolojisi	3
2.1.1. Larinksin Kıkırdakları	3
2.1.2. Larinksin Ligament ve Membranları	6
2.1.3. Larinksin Kasları	8
2.2. Vokal Fold	13
2.3. Pediatrik Larinks	16
2.4. Respirasyon ve Konuşma	17
2.5. Ses Üretim Teorileri	18
2.5.1 Bernoulli Etkisi	19
2.5.2. Myoelastik Aerodinamik Teori	19
2.5.3. Kaynak-Filtre Teorisi	20
2.5.4. Venturi Etkisi	20
2.6. Ses Bozukluklarında Değerlendirme Yöntemleri	20
2.6.1. Anamnez Alınması	20
2.6.2 Algısal Değerlendirme	21
2.6.3. Enstrümantal Değerlendirme	23
2.7. Sesin Akustik Değerlendirilmesi	23
2.7.1. Zaman Temelli Ölçümler	24

2.7.2. Frekans Temelli Ölçümler	26
3. BİREYLER VE YÖNTEM	29
3.1. Bireyler	29
3.2. Katılımcıların Seçim Kriterleri	30
3.3. Araçlar ve Yöntem	31
3.3.1. Algısal Analiz	31
3.3.2. Odyolojik Değerlendirme	31
3.3.3. Akustik Değerlendirme	32
3.4. İstatistiksel Değerlendirme	33
4. BULGULAR	34
4.1. Demografik Bulgular	34
4.2. Akustik Değerlendirme	34
5. TARTIŞMA	109
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	122
7. KAYNAKLAR	124
8. EKLER	
EK-1 Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Onayı	
EK-2 Orijinallik Raporu	
EK-3 Dijital Makbuz	
EK-4 Araştırma Amaçlı Çalışma İçin Çocuk Rıza Formu (5-7 yaş için)	
EK-5 Araştırma Amaçlı Çalışma İçin Çocuk Rıza Formu (8-12 yaş için)	
EK-6 Araştırma Amaçlı Çalışma İçin Çocuk Rıza Formu (12-17 yaş için)	
EK-7 Ebeveynler için Aydınlatılmış Onay Formu	
EK-8 Katılımcının Beyanı	
EK-9 Klinik Değerlendirme Formu	
EK-10 Akustik Değerlendirme Formu	
EK-11 Pediatrik Ses Handikap İndeksi	
EK-12 CAPE-V Türkçe Versiyonu	
9. ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER VE KISALTMALAR

ADSV	: <i>Analysis of Dysphonia Speech and Voice</i>
ANOVA	: <i>Analysis of Variance</i>
APQ	: <i>Amplitude Perturbation Quotient</i>
ASHA	: <i>American Speech and Hearing Assosication</i>
CAPE-V	: <i>Consensus Auditory and Perceptual Evaluation of Voice</i>
cm	: Santimetre
CP	: <i>Cepstral Peak</i>
CPP	: <i>Cepstral Peak Prominence</i>
CPP_a	: <i>/a/ fonasyonu için Cepstral Peak Prominence</i>
CPP_s	: <i>Bağlantılı Konuşma için Cepstral Peak Prominence</i>
CPP F0	: <i>Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency</i>
CSID	: <i>Cepstral Spectral Index of Dysphonia</i>
CSL	: <i>Computerized Speech Lab</i>
dB HL	: <i>Desibel Hearing Level</i>
F0	: Temel Frekans
GRBAS	: <i>Grade, Roughness, Breathiness, Asthenia, Strain</i>
HNR	: <i>Harmonic-Noise Ratio</i>
Hz	: <i>Hertz</i>
IAC	: <i>Industrial Acoustics Company</i>
IVAP	: <i>Protocol for Instrumental Assessment of Vocal Function</i>
L/H Ratio	: <i>Low to High Spectral Ratio</i>
Leq	: <i>Equivalent Continuous Sound Level</i>

LTAS	: <i>Long-Term Average Spectrum</i>
LPC	: <i>Linear Predictive Code</i>
LSD	: <i>Least Significant Difference</i>
MDVP	: <i>Multidimensional Voice Program</i>
NHR	: <i>Noise to Harmonic Ratio</i>
RAP	: <i>Relative Average Perturbation</i>
RBH	: <i>Roughness-Breathiness-Hoarseness</i>
RPK	: <i>Pearson r at Autocorrelation Peak</i>
SNR	: <i>Signal to Noise Ratio</i>
sPPQ	: <i>Smoothed Pitch Perturbation Quotient</i>
SD	: <i>Standard Deviation</i>
SIAD	: <i>Sesin İşitsel-Algısal Değerlendirmesi</i>
SS	: <i>Standart Sapma</i>
pSHİ	: <i>Pediyatrik Ses Handikap İndeksi</i>
UVFP	: <i>Unilateral Vocal Fold Palsy</i>

ŞEKİLLER

Şekil		Sayfa
2.1.	Larinksin Anatomik Yapısı	3
2.2.	Larinksin Kasları	13
2.3.	Vokal Foldların Abdüksiyon Durumundaki Görünümü	14
2.4.	Larinksin Enine Kesiti ve Vokal Fold Katmanlarının Görünümü	15
2.5.	Sağlıklı Ses ve Disfonik Sese ait CPP Analiz Görüntüsü	27
2.6.	Kay PENTAX Computerized Speech Lab Model 4500 cihazı	29

TABLOLAR

Tablo		Sayfa
3.1.	Gruplara ait katılımcı sayıları ve cinsiyet dağılımı	29
4.1.	Çalışmaya dahil edilen bireylerin pSHİ ve yaş özellikleri	34
4.2.	MDVP’de alınan /a/ fonasyonuna ait temel frekans (F0)’ın yaş değişkenine göre tanımlayıcı istatistik bulguları	36
4.3.	ADSV’de alınan /a/ fonasyonuna ait parametrelerin yaş değişkenine göre tanımlayıcı istatistik bulguları	37
4.4.	Yaş değişkenine göre ünlü fonem ağırlıklı cümle (<i>vowel</i>) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları	38
4.5.	Yaş değişkenine göre yumuşak fonasyon gerektiren cümle (<i>soft</i>) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları	39
4.6.	Yaş değişkenine göre titreşimli fonem ağırlıklı cümle (<i>voiced</i>) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları	40
4.7.	Yaş değişkenine göre sert glottal atak gerektiren cümle (<i>hard</i>) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları	41
4.8.	Yaş değişkenine göre nazal fonem ağırlıklı cümle (<i>nasal</i>) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları	42
4.9.	Yaş değişkenine göre titreşimsiz fonem ağırlıklı cümle (<i>voiceless</i>) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları	43
4.10.	Yaş değişkenine göre bağlantılı konuşmadaki parametrelerin tanımlayıcı istatistik bulguları	44
4.11.	MDVP’de alınan /a/ fonasyonuna ait temel frekans (F0)’ın yaş değişkenine göre tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları	45

4.12.	ADSV’de alınan /a/ fonasyonuna ait parametrelerin yaş değişkenine göre tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları	46
4.13.	Yaş değişkenine göre ünlü fonem ağırlıklı cümle (<i>vowel</i>) parametrelerinin tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları	47
4.14.	Yaş değişkenine göre yumuşak fonasyon gerektiren cümle (<i>soft</i>) parametrelerinin tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları	49
4.15.	Yaş değişkenine göre titreşimli fonem ağırlıklı cümle (<i>voiced</i>) parametrelerinin tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları	50
4.16.	Yaş değişkenine göre sert glottal atak gerektiren cümle (<i>hard</i>) parametrelerinin tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları	52
4.17.	Yaş değişkenine göre nazal fonem ağırlıklı cümle (<i>nasal</i>) parametrelerinin tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları	53
4.18.	Yaş değişkenine göre titreşimsiz fonem ağırlıklı cümle (<i>voiceless</i>) parametrelerinin tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları	55
4.19.	Yaş değişkenine göre bağlantılı konuşmadaki parametrelerin tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları	56
4.20.	MDVP’de alınan /a/ fonasyonuna ait temel frekans (F0)’ın yaş değişkenine göre LSD testi sonuçları	58
4.21.	ADSV’de alınan /a/ fonasyonuna ait parametrelerin yaş değişkenine göre LSD testi sonuçları	58
4.22.	Yaş değişkenine göre ünlü fonem ağırlıklı cümle (<i>vowel</i>) parametrelerinin LSD testi sonuçları	59
4.23.	Yaş değişkenine göre yumuşak fonasyon gerektiren (<i>soft</i>) parametrelerinin LSD testi sonuçları	60
4.24.	Yaş değişkenine göre titreşimli fonem ağırlıklı cümle (<i>voiced</i>) parametrelerinin LSD testi sonuçları	61
4.25.	Yaş değişkenine göre sert glottal atak gerektiren cümle (<i>hard</i>) parametrelerinin LSD testi sonuçları	62

4.26.	Yaş değişkenine göre nazal fonem ağırlıklı cümle (<i>nasal</i>) parametrelerinin LSD testi sonuçları	63
4.27.	Yaş değişkenine göre titreşimsiz fonem ağırlıklı (<i>voiceless</i>) cümle parametrelerinin LSD testi sonuçları	64
4.28.	Yaş değişkenine göre bağlantılı konuşmadaki parametrelerin LSD testi sonuçları	65
4.29.	MDVP’de alınan /a/ fonasyonuna ait temel frekans (F0)’ın cinsiyet değişkenine göre tanımlayıcı istatistik bulguları	66
4.30.	ADSV’de alınan /a/ fonasyonuna ait parametrelerin cinsiyet değişkenine göre tanımlayıcı istatistik bulguları	67
4.31.	Cinsiyet değişkenine göre ünlü fonem ağırlıklı cümle (<i>vowel</i>) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları	68
4.32.	Cinsiyet değişkenine göre yumuşak fonasyon gerektiren cümle (<i>soft</i>) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları	69
4.33.	Cinsiyet değişkenine göre titreşimli fonem ağırlıklı cümle (<i>voiced</i>) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları	70
4.34.	Cinsiyet değişkenine göre sert glottal atak gerektiren cümle (<i>hard</i>) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları	71
4.35.	Cinsiyet değişkenine göre nazal fonem ağırlıklı cümle (<i>nasal</i>) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları	72
4.36.	Cinsiyet değişkenine göre titreşimsiz fonem ağırlıklı cümle (<i>voiceless</i>) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları	73
4.37.	Cinsiyet değişkenine göre bağlantılı konuşmadaki parametrelerin tanımlayıcı istatistik bulguları	74
4.38.	MDVP’de alınan /a/ fonasyonuna ait temel frekans (F0)’ın cinsiyet değişkenine göre LSD testi sonuçları	75
4.39.	ADSV’de alınan /a/ fonasyonuna ait parametrelerin cinsiyet değişkenine göre LSD testi sonuçları	75

4.40.	Cinsiyet değişkenine göre ünlü fonem ağırlıklı cümle (<i>vowel</i>) parametrelerinin LSD testi sonuçları	76
4.41.	Cinsiyet değişkenine göre yumuşak fonasyon gerektiren cümle (<i>soft</i>) parametrelerinin LSD testi sonuçları	77
4.42.	Cinsiyet değişkenine göre titreşimli fonem ağırlıklı cümle (<i>voiced</i>) parametrelerinin LSD testi sonuçları	77
4.43.	Cinsiyet değişkenine göre sert glottal atak gerektiren cümle (<i>hard</i>) parametrelerinin LSD testi sonuçları	78
4.44.	Cinsiyet değişkenine göre nazal fonem ağırlıklı cümle (<i>nasal</i>) parametrelerinin LSD testi sonuçları	79
4.45.	Cinsiyet değişkenine göre titreşimsiz fonem ağırlıklı cümle (<i>voiceless</i>) parametrelerinin LSD testi sonuçları	80
4.46.	Cinsiyet değişkenine göre bağlantılı konuşmadaki parametrelerin LSD testi sonuçları	80
4.47.	MDVP’de alınan /a/ fonasyonuna ait temel frekans (F0)’ın erkeklerde yaşa göre tanımlayıcı istatistik bulguları	82
4.48.	ADSV’de alınan /a/ fonasyonuna ait parametrelerin erkeklerde yaşa göre, parametrelerin tanımlayıcı istatistik bulguları	83
4.49.	Erkeklerin yaşa göre ünlü fonem ağırlıklı cümle (<i>vowel</i>) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları	84
4.50.	Erkeklerin yumuşak fonasyon gerektiren cümle (<i>soft</i>) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları	85
4.51.	Erkeklerin titreşimli fonem ağırlıklı cümle (<i>voiced</i>) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları	86
4.52.	Erkeklerin sert glottal atak gerektiren cümle (<i>hard</i>) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları	87
4.53.	Erkeklerin nazal fonem ağırlıklı cümle (<i>nasal</i>) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları	88
4.54.	Erkeklerin titreşimsiz fonem ağırlıklı cümle (<i>voiceless</i>) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları	89

4.55.	Erkeklerin bağlantılı konuşmadaki parametrelerin tanımlayıcı istatistik bulguları	90
4.56.	MDVP’de alınan /a/ fonasyonuna ait temel frekans (F0)’ın kızlarda yaşa göre tanımlayıcı istatistik bulguları	92
4.57.	ADSV’de alınan /a/ fonasyonuna ait parametrelerin kızlarda yaşa göre, parametrelerin tanımlayıcı istatistik bulguları	93
4.58.	Kızların yaşa göre ünlü fonem ağırlıklı cümle (<i>vowel</i>) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları	94
4.59.	Kızların yumuşak fonasyon gerektiren cümle (<i>soft</i>) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları	95
4.60.	Kızların titreşimli fonem ağırlıklı cümle (<i>voiced</i>) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları	96
4.61.	Kızların sert glottal atak gerektiren cümle (<i>hard</i>) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları	97
4.62.	Kızların nazal fonem ağırlıklı cümle (<i>nasal</i>) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları	98
4.63.	Kızların titreşimsiz fonem ağırlıklı cümle (<i>voiceless</i>) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları	99
4.64.	Kızların bağlantılı konuşmadaki parametrelerin tanımlayıcı istatistik bulguları	100
4.65.	MDVP’de alınan /a/ fonasyonuna ait temel frekans (F0)’ın yaş ve cinsiyet değişkenine göre LSD testi sonuçları	101
4.66.	ADSV’de alınan /a/ fonasyonuna ait parametrelerin yaş ve cinsiyet değişkenine göre LSD testi sonuçları	101
4.67.	Yaş ve cinsiyet değişkenine göre ünlü fonem ağırlıklı cümle (<i>vowel</i>) parametrelerinin LSD testi sonuçları	102
4.68.	Yaş ve cinsiyet değişkenine göre yumuşak fonasyon gerektiren cümle (<i>soft</i>) parametrelerinin LSD testi sonuçları	103
4.69.	Yaş ve cinsiyet değişkenine göre titreşimli fonem ağırlıklı cümle (<i>voiced</i>) parametrelerinin LSD testi sonuçları	104

4.70.	Yaş ve cinsiyet değişkenine göre sert glottal atak gerektiren cümle (<i>hard</i>) parametrelerinin LSD testi sonuçları	105
4.71.	Yaş ve cinsiyet değişkenine göre nazal fonem ağırlıklı cümle (<i>nasal</i>) parametrelerinin LSD testi sonuçları	105
4.72.	Yaş ve cinsiyet değişkenine göre titreşimsiz fonem ağırlıklı cümle (<i>voiceless</i>) parametrelerinin LSD testi sonuçları	107
4.73.	Yaş ve cinsiyet değişkenine göre bağlantılı konuşmadaki parametrelerin LSD testi sonuçları	108

1. GİRİŞ

Normal ses; kulağa hoş gelen, kişinin yaş ve cinsiyetine uygun perdeye ve gürlüğe sahip, perde ve gürlük değişimleri ile duygusal durumu doğru yansıtan ve yeterli sürdürülebilirliğe sahip olan sestir (1) .

Pediyatrik popülasyonda yapılan epidemiyolojik çalışmalar, pediyatrik popülasyonda ses bozukluğu görülme sıklığını %6-%53,2 arasında raporlamaktadır (2-5). Literatürde pediyatrik popülasyonda görülen laringeal patolojileri belirlemek amacı ile yapılan çalışmalar da mevcuttur (6-8) . Dobres ve ark. (1990) tarafından yapılan bir çalışmada, çocukluk çağında en yaygın görülen vokal patolojilerin vokal nodül, vokal fold paralizisi, subglottik stenoz ve laringomalazi olduğu belirtilmiştir (8). Pediyatrik popülasyonun ses değerlendirme protokolünün kapsamlı bir aile-çocuk görüşmesi, algısal ve enstrümantal değerlendirmeyi içermesi gerekmektedir. Sesin enstrümantal olarak değerlendirilmesi akustik ve aerodinamik analizler ile beraber vokal foldların vibrasyon özelliklerinin incelenmesi için kullanılan videolaringostroboskopik muayeneyi içermelidir. Bu protokol içerisinde yer alan akustik değerlendirme yöntemi aracılığı ile sayısal veriler elde edebilir. Böylece klinisyen, hasta, doktor veya diğer üçüncü kişiler bu verilerden sürekli olarak bilgi alabilme olanağına sahip olurlar. Ayrıca ses sinyali kayıtlarından elde edilen akustik değerler, ses bozukluğu şiddetini ölçen, belgeleyen ve ses bozukluklarının terapötik tedavi ve/veya fonocerrahi tedavilerinin fonksiyonel sonuçlarının ölçülebilir kanıtını sağlayan, objektif sonuçlardır (9-11). Akustik ölçüm yöntemlerinden biri olan zaman temelli ölçümler (*jitter*, *shimmer* ve sinyal gürültü oranı) ünlü fonasyonu sırasında ölçülerek hesaplanmaktadır. Bu hesaplamalar normal konuşmada sesi objektif olarak değerlendirmede sınırlı kalmaktadır (9). Bu nedenle son yıllarda sesin akustik değerlendirmesinde frekans temelli ölçüm olan kepsral analiz de kullanılmaktadır. Sadece ünlü fonasyonun kullanıldığı zaman-temelli ölçümlerin aksine kepsral analiz bağlantılı konuşmanın da analizini yaparak hastanın sesi hakkında daha fazla bilgi edinilmesine fırsat sağlar (12). Ses alanında akustik ölçüm yapan cihazların başında, dünyada en sık kullanılan KAY-PENTAX firmasının ürettiği *Computerized Speech Lab* cihazı gelmektedir. Aletin geliştirilmiş en son versiyonu KAY-PENTAX CSL Model 4500'dür (13).

Kepstral akustik analizlerin yorumlanabilmesi ve normal ses ile patolojik sesi ayırt edebilmek için parametrelere ait norm değerlerinin belirlenmesi önem taşımaktadır. İngilizce konuşan yetişkinler için normatif veri çalışması 2013 yılında Garrett ve Rachel tarafından yapılmıştır (14). Infusino ve ark. tarafından 2015 yılında İngilizce konuşan pediatrik popülasyon için normatif veri çalışması yapılmıştır (15).

Yaş, cinsiyet, dil ve psikososyal etmenlerin ses ile ilgili parametreleri etkilediği bilinmektedir (16). Literatüre bakıldığında Aydınli ve ark. tarafından 2018 yılında pediatrik popülasyonda kepstral akustik analiz yöntemi kullanarak disfonik sesi normal sestten ayırt edebilmeyi amaçladıkları bir çalışma yapmışlardır (17). Ancak Türkçe konuşan çocuklarda kepstral akustik parametreler ile ilgili normatif veri çalışmasına rastlanmamaktadır. Çalışmamızda, Türkçe konuşan 4.00-17.11 yaş arasındaki çocuklarda normatif veri oluşturulması ile yaş ve/veya cinsiyete bağlı değişiklik gösteren kepstral akustik verilerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışmanın hipotezleri

- 1. H1:** Çocuklarda yaşla birlikte kepstral akustik parametreler anlamlı değişiklikler gösterir.
- 2. H1:** Çocuklarda cinsiyetle birlikte kepstral akustik parametreler anlamlı değişiklikler gösterir.
- 3. H1:** Çocuklarda yaş ve cinsiyetle birlikte kepstral akustik parametreler anlamlı değişiklikler gösterir.

2. GENEL BİLGİLER

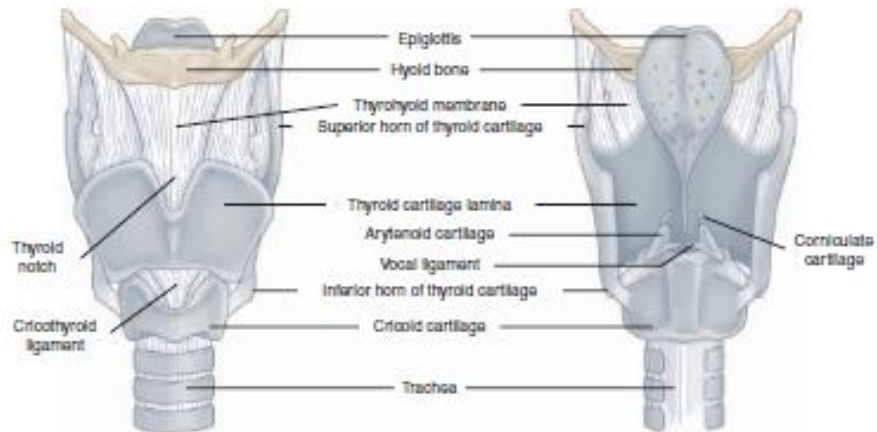
Ses üretiminde görev alan yapılar genel gelişim sürecinde büyüme ve gelişme ile birlikte önemli histolojik ve morfolojik değişikliklerden geçmektedir. Bu değişiklikler sonucu meydana gelen yapısal farklılıklar; çocukluk çağı sesinin, yetişkin sesine göre farklı olmasına sebep olur (18, 19).

Ses üretiminden de sorumlu olan ve insan vücudunda kompleks yapısı ile hayati önem taşıyan larinksin üç temel fonksiyonu vardır. Birinci ve en önemli fonksiyonu, alt solunum yolu için koruyucu bir sfinkter görevi üstlenerek yabancı cisimlerin hava yoluna girmesini önler (örneğin, yutma sırasında) (20, 21). İkinci ve önemli bir diğer fonksiyonu ise, laringeal kasların kasılıp gevşemesi sayesinde solunumun inspirasyon ve ekspirasyon fazları esnasında akciğere hava giriş çıkışını kontrol etmektir. Üçüncü fonksiyonu, fonasyon organı olarak ses üretimini gerçekleştirmektir (20).

2.1. Larinksin Anatomisi ve Fizyolojisi

2.1.1. Larinksin Kıkırdakları

Larinks; kas, kıkırdak ve membranöz yapılardan oluşan, tüm bu yapıların üstü mukozal tabaka ile kaplı olan, içerisinde bağlar bulunduran bir organdır (20). Yetişkin larinksi üçüncü veya dördüncü servikal vertebra seviyesinden altıncı seviyeye kadar uzanır. Boynun anterior (ön) kısmında, farenksin önünde, trakeanın üst ucunda ve hyoid kemiğin altında bulunur (22, 23). Larinksin anatomik yapısı Şekil 2.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Larinksin anatomik yapısı (24).

Larinksin ana yapısını kıkırdaklar oluşturur. Bu kıkırdaklar tiroid, krikoid, epiglot, aritenoid, kornikülat ve kuneiformdur. Kıkırdaklar yaklaşık olarak 20 yaşından itibaren kemikleşmeye başlar. Elastik kıkırdaktan oluşan epiglot ile aritenoid kıkırdağın vokalis çıkıntısı hariç larinksin tüm kıkırdakları kemikleşir (25).

Kıkırdaklar, tek ve çift kıkırdaklar olarak sınıflandırılır. Tek kıkırdaklar; tiroid kıkırdak, krikoid kıkırdak ve epiglottur. Çift kıkırdaklar ise; ariteniod kıkırdak, kornikülat kıkırdak ve kuneiform kıkırdaktır. Larinkste ayrıca her zaman görülmeyen triticea ve sesamoidea denen çift kıkırdaklara da rastlanılabilir (25). Tiroid, krikoid ve aritenoid kıkırdakların tümü ileri yaşta kemikleşme eğiliminde olan hiyalin kıkırdak olarak da adlandırılır. Epiglot, kornikülat ve kuneiform kıkırdaklar ise elastik kıkırdak olarak adlandırılır (23).

Tiroid kıkırdak, larengeal iskeleti oluşturan 9 kıkırdaktan en büyüğüdür (25). Orta hattın ön kısmında, sırayla üstte kraniyal ve altta kaudal olarak adlandırılan boynuzların çıkıntı yaptığı iki beşgen şekilli plakanın birleşmesinden oluşur (20, 21). Bu plakalar; erişkin kadınlarda yaklaşık 120 derece, erişkin erkeklerde 90 derece olan tiroid açısını oluşturmak için öne doğru kaynamaktadır (22). Erkeklerde daha belirgin olan bu açı, halk arasında “adem elması” olarak bilinmektedir. Ayrıca laminalar arasındaki bu açı kadınlarda silindirik biçiminde iken, erkeklerde daha çok huni şeklindedir (26). Erkeklerdeki bu dar açı, ergenlik döneminde gelişir ve kadınlardan farklı olarak daha uzun ve daha kalın vokal fold yapısını yansıtır. Bu da daha düşük bir temel frekans ile ilişkilidir. Frekans, kütle ile ters orantılı olduğu için; erişkin erkeklerde temel frekans yaklaşık 125 Hz iken erişkin kadınlarda yaklaşık 210 Hz’dir (22). Tiroid kıkırdağın iç yüzeyi, perikondrium adı verilen sıkı bağ dokusundan oluşan bir tabaka ile kaplıdır. Vokal foldların ön kısmı; tiroid kıkırdağa, perikondrium bulunmayan alandan bağlanır (21, 26). Tiroid kıkırdağın üst boynuzu; hyoid kemiğe, lateral tirohyoid ligament ile tutunur. Alt boynuzu ise; krikoid kıkırdak ile krikotiroid denilen, eklem boşluğunun iç yüzünün belli kısımlarını döşeyen sinovyum isimli bir zarın bulunduğu, sinovyal bir eklem yapar. Tiroid kıkırdağın büyük bir kısmı hiyalin kıkırdaktan oluşur. Bu sebeple yaş ile birlikte kalsifikasyonlar sonrasında da ossifikasyonlar oluşabilir. Yaklaşık 25 yaştan itibaren görülen kalsifikasyonların, erken dönemde -konjenital olarak- geliştiği bildirilen vakalar mevcuttur (26).

Krikoid kıkırdak; üst trakeal kıkırdak üzerine yerleşimli, larinksin aşağı kısmını oluşturan ve trakeaya krikotrakeal membran veya ligament yolu ile bağlanan larinksin tek tam kıkırdak halkasıdır (22). Krikoid kıkırdak yüzeyinin tamamı mukozal zar ile kaplanmıştır (2). Hem tiroid kıkırdak hem de aritenoid kıkırdaklar ile sinovyal eklem yapar (20). Larengeal çerçevenin kaudal kısmı olarak görev yapar ve dikey bir boşlukla yatay olarak uzanır. Anatomik olarak; lamina ya da “plaka” adı verilen arka kısım ve “krikoid kemer” olarak da adlandırılan bir ön bölüm olmak üzere ikiye ayrılabilir (26). Bu iki parçanın birbirini tamamlaması ile krikoid kıkırdak, yüzüğe benzer dairesel bir halka şeklini alır (23). Yetişkinlerde, krikoid kemerin ortalama sagittal çapı her iki cinsiyette de yaklaşık 16 mm'dir. Transvers (enine) çap ise erkeklerde 22 mm, kadınlarda 16 mm'dir (2, 20). Krikoid kıkırdak da tiroid kıkırdak gibi hiyalin kıkırdak yapısından oluşur. Tiroid kıkırdağın kalsifikasyona uğramasından sonra krikoid kıkırdak da kalsifiye olmaya başlar (21, 24).

Epiglot; dilin köküne dorsal olarak uzanan ve larinks girişinin ön duvarını oluşturan, geniş ve kısa gövdeye sahip ince bir sapa doğru sivrilen, yaprağa benzeyen elastik bir kıkırdak tabakasıdır. Epiglot, fibroelastik kıkırdak yapısından oluştuğu için kalsifikasyon ya da ossifikasyona uğramaz. Geniş kısmı *corpus* olarak, sapı *petiolus* olarak adlandırılır. *Petiolus*, tiroid kıkırdağının iç yüzeyine tiroepiglottik ligament ile bağlıdır. Epiglotun kenarları, ariteplotik kıvrımlar vasıtasıyla ariteno kıkırdakları ile birleşir. Geniş kısmın yani korpusun ön yüzeyi konveks yapıdadır ve nispeten pürüzsüz ve yumuşak dokudadır. Arka yüzeyi ise, konkav yapıdadır ve pürüzlü bir görünüme sahiptir (2, 23, 26). Sap kısmı yani petiolus, tiroid çentiğinin altındaki tiroid plakalarının arasındaki açığa tiroepiglottik ligament ile tutunur. Hyoid gövdesine, hiyoepiglottik ligament tarafından vokal foldların hemen üstünde, hyoidin arka yüzünden bağlanır (26).

Aritenoid kıkırdaklar, krikoid kıkırdağın üst laminasına yerleşimli ve piramit şeklindedir. Her bir aritenoid kıkırdak; bir tepe, bir kas ve bir de vokal olmak üzere üç çıkıntıya sahiptir. Tepe, superior yani üst çıkıntıdır. Kas çıkıntısı, intrinsik larengeal kasın bağlandığı bölgedir ve lateral olarak uzanır. Vokal çıkıntı ise, vokal foldların bağlandığı yerdir ve anteriora doğru uzanır. Aritenoid kıkırdakların tepe kısımları ve vokal çıkıntıları elastin kıkırdaktan, kas çıkıntısı ise hiyalin kıkırdaktan oluşmaktadır.

Otuz yaş ile birlikte ossifikasyona uğrar. Tabanı konkav şekle sahiptir ve krikoid kıkırdaklar ile sinovyal bir eklem yapar (21, 22, 26).

Aritenoid kıkırdağın üst kısmına yerleşimli kornikulat kıkırdaklar Santorini Kıkırdağı olarak da bilinir ve fibroelastik kıkırdaktan oluşur. Aryaepiglottik foldların üst kısmında bulunan kuneiform kıkırdaklar Wrisberg Kıkırdağı olarak da bilinir ve hiyalin kıkırdaktan oluşur. Bu sebeple ossifikasyona uğramaz. Larinkste her zaman görülmeyen tritikeal kıkırdak, hiyalin kıkırdaktan oluşmuştur ve lateral tirohyoid membranın içine gömülüdür (21, 22).

2.1.2 Larinksin Ligament ve Membranları

Hyoid kemik, yaklaşık olarak 3. servikal vertebra seviyesinde ve larinksin hemen üstünde bulunur. Dil ve larinks yapıları arasında bağlantıyı sağlayan hyoid kemik, genel olarak larinksin bir parçası olarak kabul edilmez. Hyoid at nalı veya ‘U’ şekline benzetilir ve açık yüzü arkaya bakacak şekilde konumlanmıştır. Bir gövde, iki büyük ve iki küçük boynuzdan oluşur. Büyük boynuzlar arka laterale uzanır. *Devil's horn* yani şeytan boynuzu olarak da adlandırılan küçük çıkıntılar ise üst kısma doğru uzanır. Vücudun başka bir kemiğe bağlanmayan tek kemik olma özelliğini taşıyan hyoid kemik, 22 veya 23 çift kas ile asılı durmaktadır. Hyoid kemik ile tiroid kıkırdağı birbirine tirohyoid membran bağlar. Doğumda kısmen kemikleşen hyoid kemik, 2 yaş sonunda tamamen kemikleşmiş durumda olur (21, 23, 24, 26).

Larinks kavitesi, pürüzsüz ve hava ile oldukça uyumlu bir yüzeye sahip daraltılmış bir tüptür (23). Fibröz membran ve ligament gibi çeşitli elastik yapılar, larinksin çeşitli kıkırdaklarını bu tüpü oluşturmak üzere birbirine bağlar (23, 24, 26). Bu membranların bazıları, larinksin kıkırdaklarından herhangi biriyle larinks dışındaki bir yapıyı birbirine bağlar. Bunlara ekstrinsik membran denir. Tersine, larinks sınırları içindeki kıkırdak yapılarını birbirine bağlayan membranlar da vardır. Bunlara ise intrinsik membran denir.

Üç ana ekstrinsik membran larinksi, hyoid ve trakeaya bağlayarak yerine oturtur (23). Bunlardan tirohyoid membran, tiroid kıkırdak ile hyoid kemik arasında uzanır (26). Tiroid kemiğin üst boynuzu ile hyoid kemiğin büyük boynuzu arasındaki bağlantıyı oluşturur (24). Bu membranın orta hattında medial tirohyoid ligament ve

lateral kısımda bir çift lateral tirohyoid ligament bulunur (26). Tirohyoid membran priform girintinin yanal sınırını oluşturur ve superior laringeal sinirin iç dalı ve superior laringeal damarların delinmesi ile perforasyona uğrar (20). Birçok durumda triticeus adı verilen küçük kıkırdaklar lateral tirohyoid ligamentlere gömülüdür. Bu kıkırdaklar, larinks kıkırdağı olarak kabul edilmez çünkü larinks sınırları dışında kalmaktadır (23).

Epiglot, yerine iki ligament ile yerleşir. Bunlardan biri, epiglotun geniş kısmı yani korpusunun lingual yüzeyini hyoid kemiğin korpusunun arka-üst yüzeyine bağlayan, elastik bir ligamenttir ve hiyoepiglottik membran olarak adlandırılır. Diğeri ise tiroepiglottik ligamenttir. Tiroid kıkırdak ile epiglotu yani larinks sınırları içindeki iki yapıyı birbirine bağladığı için ekstrinsik laringeal membranlar arasında incelenemez (23).

Krikotrakeal membran, larinksin tabanını yani krikoid kıkırdağı birinci trakeal halkaya bağlar (23). Krikotrakeal membran, krikoidin alt sınırından birinci trakeal halkanın üst sınırına doğru ilerleyerek larinks için alt destek sağlar (23, 24).

Larinksin intrinsik membranları, daha karmaşık bir yapıya sahiptir ve ekstrinsik membranlar kadar belirgin değildir (23). İntrinsik membranlar, larinks kıkırdaklarını birbirine bağlar ve larinks kavitesinin yanı sıra vokal fold kavitesi için de gereken destek yapısını oluşturur. İntrinsik laringeal membranların neredeyse hepsi, elastik membran adı verilen tek ve aralıksız devam eden fibroelastik bir doku tabakasından meydana gelir (24). Fibroelastik membran, laringeal ventrikül tarafından üst ve alt kısma ayrılır (2). Üst kısım kuadrangüler membran olarak adlandırılır ve alt kısım konus elastikus olarak bilinir (23). Kuadrangüler membran epiglotun lateral kenarından aritenoid kıkırdaklara kadar uzanır. Kuadrangüler membranın üst kısmı aryaepiglottik foldları oluşturur. Alt kısmı ise, vestibüler fold ya da yalancı kordların temelini oluşturan vestibuler ligamenti meydana getirmek için kalınlaşmıştır (2, 23, 26). Genellikle krikovokal ligament, krikotiroid ligament veya konus elastikus olarak bilinen alt kısım, birçok elastik lif içeren daha kalın bir zar yapısıdır (26). Her iki taraftaki krikovokal membran tiroid, krikoid ve aritenoid kıkırdakları birbirine bağlar. Serbest olan üst kısmı vokal ligamenti oluşturmak üzere hafif kalınlaşmıştır (21, 26, 27). Vokal ligament, tiroid kıkırdağa arka yüzeyinden tutunur ve bu tutunmayı

sağlayan bağ dokusuna sıklıkla Broyles Tendonu denir. Broyles Tendonunun, tiroid kıkırdağının iç sınırından ön komissürün mukozasına kadar olan uzunluğu, kadınlarda ortalama 1,8 mm ve erkeklerde ortalama 2,9 mm'dir (22, 26).

2.1.3. Larinksin Kasları

Laringeal fonksiyon ve hareket iki kas grubu tarafından kontrol edilir (26). Bu kontrolü sağlayan larinks kasları, larinks membranlarına benzer şekilde sınıflandırılır (23). Larinks komşu yapılara bağlayan ve larinksin boyundaki konumunu koruyan kaslara ekstrinsik kaslar, larinksin çeşitli kıkırdaklarının hareketini sağlayan ve vokal foldların mekanik özelliklerini düzenleyen kaslara ise instrinsik kaslar adı verilir (2).

Ekstrinsik kaslar, laringeal kıkırdaklar üzerinden köken alırlar ya da bu kıkırdaklar üzerinde bağlantıları vardır. Ancak diğer bağlantı noktaları larinks dışındaki bir yapıdadır (23). Daha çok larinksin konumlanmasına, desteklenmesine ve hareketliliğine katkıda bulunurlar (22). Fonasyon ve yutma esnasında larinksin bir bütün olarak dikey hareketini sağlarlar. Ayrıca, larinks yükselirken veya alçalırken; ekstrinsik kaslar, gerginliği ve sonuç olarak sesin perdesini etkileyebilir (26). Larinksin ekstrinsik kasları hyoidin altında veya üstünde oluşuna göre sınıflandırılırlar (22). Çoğu durumda ekstrinsik kasların bağlantı noktalarından biri hyoid kemiktir. Ekstrinsik kasların bazıları, hyoidden daha üstteki anatomik yapılardan birine bağlanır ve sonrasında hyoide uzanarak hyoidin üst kenarı boyunca bir noktaya bağlanır. Bu kaslara suprahyoid kaslar denir. Ekstrinsik kasların diğerleri ise, hyoidin altında kalan yapılardan köken alır ve sonra hyoidin alt kenarı boyunca bir noktaya tutunur. Bu kaslara ise infrahyoid kaslar denir (23, 24).

Suprahyoid kaslar, hyoid kemiği yükseltir ve larinks yukarı, ileri veya geriye doğru hareket ettirir. Laringeal elevatörler olarak, üst özofageal sfinkterin açılmasına katkıda bulunur (22). Bu kas grubu içerisinde incelenen kaslar; geniohyoid, stylohyoid, mylohyoid ve digastrik kasıdır. Geniohyoid kası, her bir çene tüberkülünden hyoid kemiğinin gövde kısmının üst sınırına kadar uzanır. Hipoglossal sinir yoluyla C1 lifleri tarafından inerve edilir, hyoid kemiği yükseltir ve ileri doğru çeker (2). Stylohyoid kası; temporal kemiğin styloid çıkıntısının arka kısmından ortaya çıkar, digastrik kasının orta tendonunda iki kola ayrılır ve hyoid kemiğin iki büyük boynuzuna girer. Fasiyal sinir tarafından beslenir ve yutma esnasında hyoid kemiğin

yukarı ve geriye hareketinden sorumludur (2, 24). Mylohyoid kası mandibulanın alt yüzünden orijin alır ve hyoid kemiğin gövdesine doğru yol alır. Mylohyoid kasının lifleri, ağız boşluğunun tabanını oluşturur (24). Çenenin pozisyonuna bağlı olarak, hyoid kemiği öne ve hafifçe yukarıya çeker (28). Digastrik kas, mastoid çıkıntının medial yüzeyindeki digastrik çentikten kaynaklanır. Digastrik kas, anterior *belly* ve posterior *belly* olmak üzere iki parçadan oluşur. Anterior *belly*, mandibulanın alt sınırından köken alır. Posterior *belly* ise kafatasının yuvarlak tabanı olan ve kulağın hemen arkasına denk gelen mastoid çıkıntından köken alır, aşağı ve ileri doğru ilerleyerek orta tendonda anterior belly ile buluşur (23, 24, 28). Anterior *belly*, hyoid kemiği öne ve yukarı doğru çeker. Posterior *belly* ise hyoid kemiği arkaya ve yukarı çeker (28). Anterior ve posterior bellynin eş zamanlı kasılması öne veya arkaya kayma olmadan hyoidin yükselmesini sağlar (24).

İnfrahyoid kasların hareketi larinksli aşağı doğru çeker ve tiroid kıkırdak ile hyoid kemiği birbirine yaklaştırır (22). Suprahyoid kaslar ile birlikte antagonist olarak çalışarak çene açıklığı ya da konuşma ve yutma görevlerindeki dil hareketleri için sağlam bir temel oluşturmak üzere hyoid kemiği sabitleyiciler (22, 24). Bu kas grubu içerisinde incelenen kaslar; tirohyoid, sternohyoid ve omohyoid kasıdır. Tirohyoid hariç diğer kaslar, hyoid kemikten köken alarak larinksin altındaki yapılara bağlanır. Sonuç olarak bu kas grubu içerisinde incelenen kasların kasılmaları ile larinks aşağı doğru hareket eder. Alçalan larinks pozisyonu, formant frekansları etkileyen ses rezonansı değişkenleri üzerinde birincil etkiye sahip vokal yolun uzamasına sebep olur. Bu kas grubunun kasılmasının sonucu olarak ortaya çıkan tiroid kıkırdak hareketinin kısıtlanması ses üzerinde daha doğrudan bir etki oluşturabilir. Bu hareket kısıtlanması; vokal fold uzunluğu, kütlesi ve gerginliği ile doğrudan ilişkilidir. Bu sayede ses perdesinin düzenlenmesinde etki sahibi olur (24, 28). Tirohyoid kas, tiroid laminasının oblik sınırından doğar ve hyoid kemiğinin büyük boynuzunun alt kenarına bağlanır. Hipoglossal sinir yolu ile C1 lifleri tarafından beslenir. Hyoid kemik sabitlenmişse larinksli yükseltir veya larinks sabitlenmişse hyoid kemiği aşağı doğru çeker (2). Böylece tirohyoid kas, tiroid kıkırdağı yukarı çekerken vokal fold uzunluğu, kütlesi ve gerginliğini potansiyel olarak değiştirerek sesin perdesi üzerinde etki gösterir (28). Sternohyoid kası ise, manubrium sterninin arka yüzeyinden ve klavikulanın medialinden köken alır ve hyoid kemiğin gövdesinin arka kısmına uzanır

(2, 23). Sternohyoid kasının kasılması hyoidi aşağı doğru çeker veya suprahyoid kasları kasılı ise hyoid ve larinksli sabitler (24). Bu kas, ansa servikalis (C1, C2 ve C3)'in dalı tarafından inerve edilir (23, 24). Omohyoid kas, orta tendonların birleştirdiği iki gövdeden oluşur (23). Superior belly, hyoid gövdesinde sonlanır; inferior belly, scapula kemiğinin üst sınırından köken alır (24). Her ne kadar omohyoid kas, derin nefes alma sırasında boyun bölgesinin çökmesini önlemede görev alsada, hyoid kemiğin aşağı çekilmesinde de yardımcı olabilir (23). Superior belly, C1 omurilik sinirinden doğan ansa servikalisin superior ramusu ile inerve edilirken, inferior bellynin inervasyonu, C2 ve C3 omuriliklerinden doğan, esas ansa servikalis tarafından sağlanır (24).

Yukarıda infrahyoid kaslar içerisinde anlatılan kaslar haricinde iki kas daha vardır. Bu iki kas larinks üzerinde infrahyoid kaslar ile aynı şekilde hareket eder, ancak hyoid kemik ile bağlantısı olmadığı için infrahyoid kaslar sınıfına dahil edilemezler. Bu kaslar, sternotiroid ve inferior farengeal konstriktör kasıdır (23). Sternotiroid kas, manubrium sterninin arka yüzeyinden ve ilk bazen ikincil kostal kıkırdak kenarından köken alır ve tiroid laminasının oblik kenarına yerleşir. Bu kasın kasılması ile tiroid aşağı doğru çekilir (2, 22). Yutma esnasında aktiftir, yutma işleminin faringeal fazında yükselmenin ardından larinksli aşağı doğru çeker (24). Ayrıca vokal foldları kısaltır, gerginliği azaltır ve frekansı düşürür (22). İnférieur farengeal konstriktör kas, farenksin alt kısmını oluşturur ve aslında birbirine geçişen birkaç ayrı kastan oluşur. Bu kasların liflerinden bazıları, tiroid kıkırdağın arka sınırlarının yanı sıra, krikoid kıkırdağın arka laminasının orta hattında bulunan dikey sırt içine yerleşir. Bu kasların hareketi, ses tonunun rezonant özelliklerinin düzenlenmesinde yardımcı olur (23).

İntrinsik kaslar, larinks içindeki yapılardan köken alır ve yine larinks içindeki yapılara bağlanır (22). Bu gruptaki kaslar, vokal foldların mekanik özelliklerini düzenlerken, sadece pozisyon ve şekli üzerinde değil aynı zamanda vokal foldların her bir tabakasının esnekliğini ve viskozitesini de kontrol etmede büyük öneme sahiptir (2). İntrinsik kaslar, işlevlerine göre üçe ayrılabilir (24). İlki glottisi açıp kapatma işlevinden sorumlu; posterior krikoaritenoid, lateral krikoaritenoid, transvers ve oblik aritenoidlerdir (21). İkincisi vokal foldların gerginliğini kontrol etme işlevine sahip olan, tiroaritenoid (vokalis) ve krikotiroid kaslardır (20). Üçüncü grup kaslar ise

larinks girişinin şeklini düzenlenmesinden sorumlu aryaepiglot ve tiroepiglot kaslardır. Bu kaslardan transvers aritenoid dışında kalanların hepsi çift kastır (22).

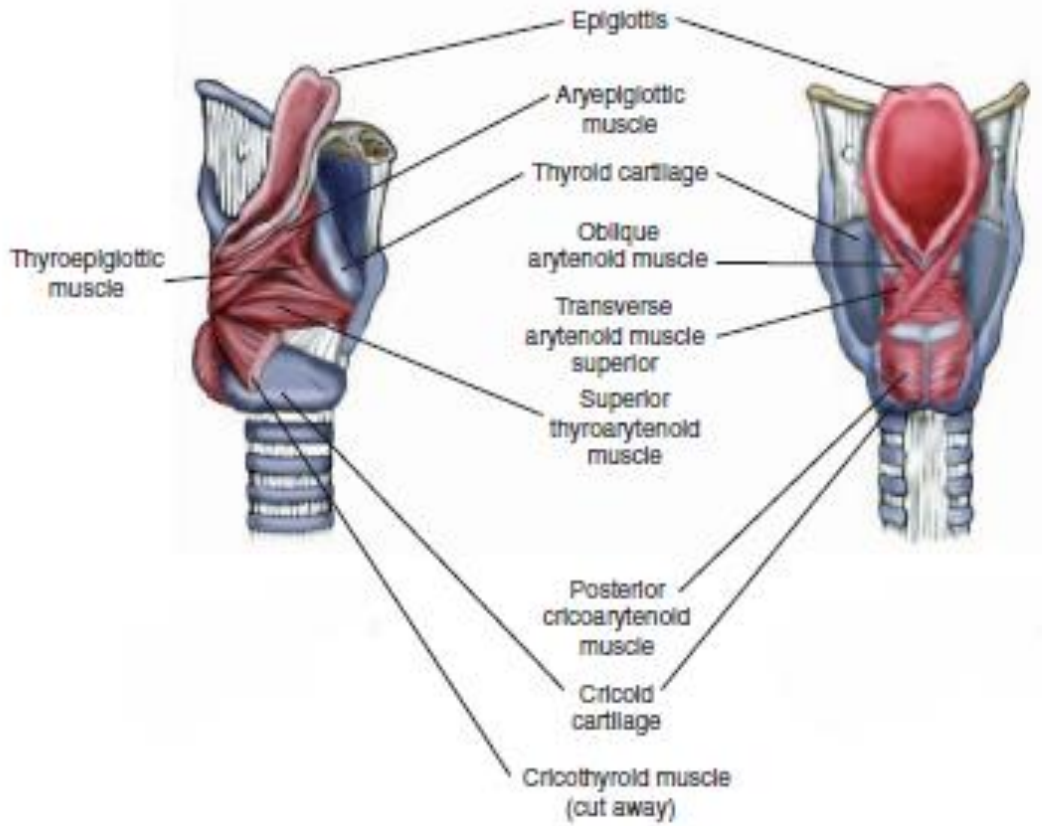
Tiroaritenoid kas, tiroid kıkırdak açısının iç kısmından aritenoidlerin tabanı boyunca vokal çıkıntılara ve fovae oblongaya uzanır (23). Tiroaritenoid kas, vokal foldların ana kütesini yani havayolunu koruyan ve birincil biyolojik fonksiyonları yerine getiren larengeal valfin büyük kısmını oluşturur (22). Vokal ligamenti saran medial kısım ve kasın gövdesi olarak işlev gören lateral kısım olmak üzere iki parçadan oluşur. Medial kısım yani tirovokalis, tiroid kıkırdağın çentiğe yakın iç kısmından köken alır ve aritenoidlerin vokal çıkıntılarının lateral yüzeyine bağlanır. Bu kasın kasılması, krikotiroid kasına antagonist olarak etki gösterir ve tiroid ve krikoid kıkırdakları uzaklaştırır. Bu antagonistik fonksiyon, tirovokalisin glottal tensör olarak sınıflandırılmasına sebep olur. Çünkü tirovokalisin kasılması vokal foldların gerginliğini artırır. Tirovokalis vagusun dalı rekürrent larengeal sinir tarafından inerve edilir (23, 24). Tiroaritenoid kasın ana gövdesini oluşturan tiromuskularis kası, tiroid kıkırdağın çentiğine yakın tirovokalis kasının köken aldığı noktaya lateral olarak çıkar. Aritenoid kıkırdakların tabanı ve kas çıkıntısına doğru uzanır. Tiromuskularis kasının kasılması vokal foldları birbirine yaklaştırır ve uzatır. Tirovokalis gibi vagusun dalı rekürrent larengeal sinir tarafından inerve edilen tiromuskularis kası vokal foldların gerginliğini azaltma görevini üstlenir (24, 26).

Krikotiroid kas, kıkırdak çerçevesinin dışında kalan tek intrinsik larengeal kastır (2). Krikotiroid kas, iki kas lifi demetinden oluşur. Bu kas lifi demetleri, pars rekta ve pars oblik olarak adlandırılır. Krikoid kıkırdağın ön kemerinin yan yüzeyinden köken alan ve kasın orta kısmını oluşturan öndeki ve düz lifler tiroid laminasının alt kenarının arka kısmına doğru yükselir. Yine krikoid kıkırdağın ön kemerinin yan yüzeyinden köken alan, alt ve oblik lifler tiroid kıkırdağın alt boynuzunun ön kenarına lateral olarak uzanır. Her iki kas lifi demeti de vokal foldları gerse de, ayrı olarak bu kaslar tiroid hareketi üzerinde farklı etkilere sahiptir. Pars rektanın kasılması, krikotiroid eklemine üzerine dönen tiroid kıkırdağı aşağı doğru bırakır. Krikotiroid eklemine öne doğru kayması ise, pars oblikin fonksiyonudur ve sonuç olarak vokal foldların gerginliğini artırır. Krikotiroid kas, vagusun eksternal dalı superior larengeal sinir tarafından inerve edilir (2, 23, 24).

Vokal foldların tek abdükör kası olan posterior krikoaritenoid kas, yelpaze şekline benzer bir yapıdadır. Krikoid kıkırdağın arka laminasından köken alır ve aritenoid kıkırdağın kas çıkıntılarının arka yüzeyine bağlanmak üzere üst kısımdan lateral olarak ilerler (22). Posterior krikoaritenoid kasın kasılması ile, aritenoid kıkırdağın kas çıkıntıları arkaya doğru çekilir ve aritenoid kıkırdağın kendi ekseninde sallanır. Böylelikle vokal foldlar abdükte duruma gelir. Bu kas, fiziksel aktivite esnasında oldukça aktiftir. Akciğerlere hava akışı sağlanması için vokal foldları abdüksiyona uğratar. Vagusun eksternal dalı superior larengeal sinir tarafından inerve edilir (2, 22, 24).

Lateral krikoaritenoid kas, krikoid kıkırdağın kemerinin lateral bölümünün üst sınırından köken alır ve aritenoid kıkırdağın kas çıkıntısının önüne uzanır. Lateral krikoaritenoid kasın kasılması, posterior krikoaritenoid kasın kasılmasının tam tersi etkiye sahiptir. Yani abdükör bir kas olan lateral krikoaritenoid kas, vokal foldları orta hatta birleştirir. Ayrıca bu kas vokal foldların gerginliğini azaltmakta da görev alır. Krikoaritenoid kasın posterior kısmı gibi, lateral kısmı da vagusun eksternal dalı superior larengeal sinir tarafından inerve edilir (23).

Interaritenoid kas, iki parçadan oluşan abdükör bir kastsır (2). Bir aritenoidin yanal kenarından diğerinin yan kenarına yatay olarak uzanan lifler içeren daha derin bölümüne transvers aritenoid kas denir. Transvers aritenoid kas, tek kastsır (23). Bu kasın motor inervasyonu, vagusun inferior dalı rekürrent larengeal sinir tarafından sağlanmaktadır (24). Daha yüzeysel olan ve aritenoidin tabanından kas çıkıntısına ve diğerinin tepesine doğru uzanan liflere oblik aritenoid kas adı verilir (22). Liflerin bu şekilde bağlanması oblik aritenoid kasa 'X' görünümü verir (23). Oblik aritenoid kas da vagusun inferior dalı rekürrent larengeal sinir tarafından inerve edilir. Interaritenoid kasın hareketi ile, iki aritenoid orta hatta birlikte çekilir ve böylece vokal foldlar abdükte duruma gelir. Bu kas ayrıca vokal foldlar arasındaki medial basıncın düzenlenmesinde rol oynar (22). Larinks kasları Şekil 2.2.'de gösterilmiştir.

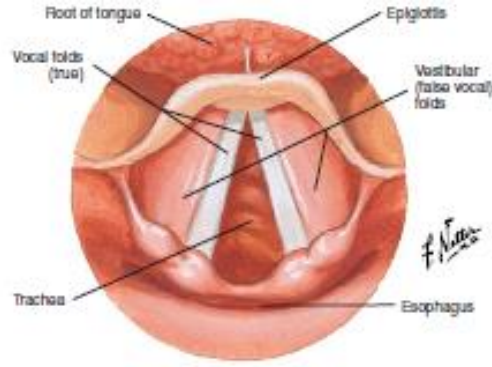


Şekil 2.2. Larinks kasları (24).

2.2. Vokal Fold

Larinksin iç yapısında kıvrımlar ve kaviteler bulunmaktadır. Bu kıvrımlar arasında en dikkat çeken vokal foldlardır. Gerçek vokal foldların, üst ve lateral kısımlarında ventriküler bantlar bulunmaktadır. Ventriküler bantlar, çok düşük temel frekanslar (50 Hz ve altı) haricinde, normal ses üretiminde titreşimde bulunmaz. Çok az kas lifine sahiptir ve gerginlik, kütle ve uzunluklarını düzenlemek çok zordur (22, 28).

Ariepiglottik foldlar, aritenoidlerin uç kısımlarından epiglota kadar uzanan, kas ve bağ dokusu içeren halka şeklinde bir yapıdır. Larinks girişini çevreleyerek sfinkter görevi görür. Yutma ve havayolunu koruma fonksiyonları esnasında larinks girişinin çapını azaltarak havayolunu korur (28). Vokal foldların abdüksiyon durumundaki görünümü Şekil 2.3.'te gösterilmiştir.

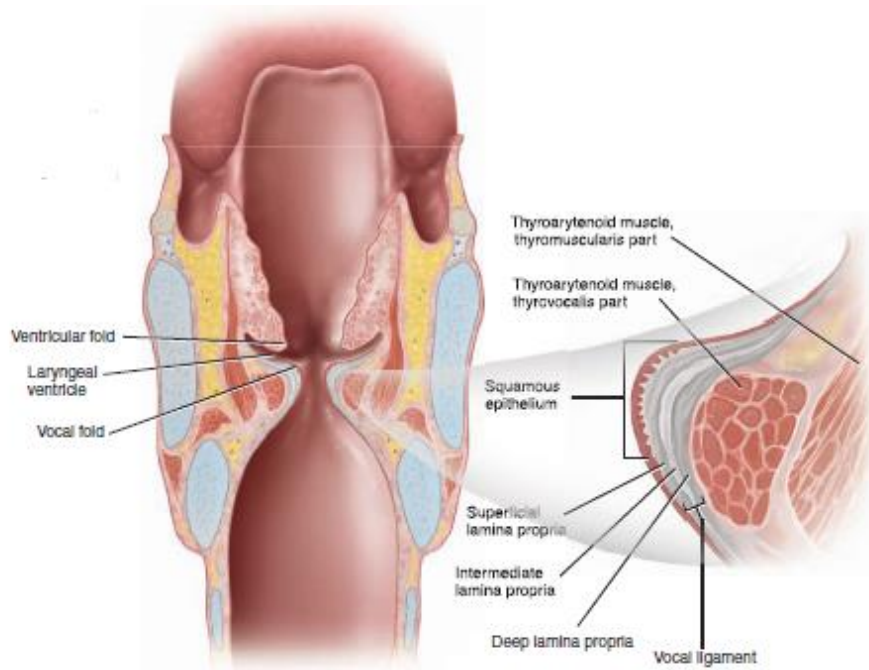


Şekil 2.3. Vokal foldların abdüksiyon durumundaki görünümünü (24).

Larinksin iç boşluğunun ortasında uzanan ve birincil olarak ses üretiminde görevli vokal foldlar, beş katmanlı bir yapıya sahiptir: epitel tabaka; yüzeysel tabaka; orta tabaka; derin tabaka ve tiroarytenoid kas (22). En yüzeysel tabaka, yaklaşık 0,1 mm kalınlığındaki koruyucu skuamoz epitel bir katmandır. Bu epitel katman, laringoskopik inceleme esnasında gözlenen parlak beyaz görünümlü tabakadır. Vokal foldların nemli tutulmasına yardımcı olarak hassas dokular için koruyucu bir görev üstlenir ve vokal foldların şeklini oluşturduğundan sert bir yapıya sahiptir (24). Epitel tabakadan sonra gelen; yüzeysel, orta ve derin tabakanın oluşturduğu birleşik yapıya *lamina propria* adı verilir. *Lamina propria* yaklaşık 1 mm kalınlığa sahiptir. Epitel tabaka, *lamina proprianın* yüzeysel tabakasına kompleks bazal bir membran tarafından tutturulur (22). *Lamina proprianın* en üst tabakası olan yüzeysel tabaka başka bir deyişle Reinke boşluğu; elastin yapılı serbest lifli bileşenlerden oluşur ve çok esnek bir yapıya sahiptir. Yaklaşık 0,5 mm kalınlığındadır. Vokal foldların titreşim hareketlerinin çoğundan sorumludur (22, 24, 28). Orta tabaka, elastik liflerin anterior ve posterior yönde uzanarak oluşturduğu 1-2 mm kalınlığında bir tabakadır (24). Orta tabaka, enine kesitte kesilmiş esnek lastik bantlara benzer şekilde görünür (23). Yüzeysel tabaka ile orta tabaka çapraz katman yapar. Bu iki katmanın kombinasyonu hem esneklik hem de dayanıklılık sağlar (24). Uzamayı engelleyen kollajen liflerden oluşan derin tabakanın birincil görevi destekleme görevidir. Orta tabaka ile derin tabaka birlikte vokal ligamenti oluşturur ve toplam kalınlıkları 1-2 mm'dir (22, 24). Mekanik olarak *lamina proprianın* her katmanı, yapısal özelliklerinin farklı olması sebebiyle farklı özellikler sergileyerek, vokal fold vibrasyonu hareketini etkiler (23). *Lamina proprianın* derininde vokal foldların 5. katmanı, tiroarytenoid kas (tirovokalis ve tiromuskularis) bulunur. Bu kas tabakası, vokal foldların en önemli kısmı olan

gövdesini oluşturur (22, 28). Çünkü kasın seyri anterior-posterior yöndedir ve kas lifleri bu hizada düzenlenir (22, 24).

Bu dokuların kombinasyonları vokal foldun aktif ve pasif elemanlarını oluşturur. Tiroaritenoid kas, vokal foldların aktif elemanıdır. Pasif elemanı ise dayanıklılık, koruma ve elastikiyet sağlayan *lamina proprianın* katmanlarıdır (24). Fonasyon esnasında vokal foldların titreşim veya salınım hareketini açıklamak için çeşitli biyomekanik modeller önerilmiştir. Biyomekanik bir bakış açısı içinde vokal foldlar; örtü, geçiş ve gövde olarak üç fonksiyonel bölüme ayrılabilir. Örtü, epitel ve *lamina proprianın* yüzeysel tabakasından; geçiş bölgesi ise, *lamina proprianın* orta ve derin tabakasından oluşur. Gövde kısmını ise, tiroaritenoid kas oluşturur. Sadeleştirilmiş bir biyomekanik bakış açısıyla; vokal foldların kütlesi, gerginliği ve uzunluğundaki değişiklikler vokal fold titreşiminin temel frekansını ve perdenin algısal ilişkisini belirler. Bu parametrelerin, dolayısı ile temel frekansın öncelikle krikotiroid ve tiroaritenoid kasların aktivasyonu ile düzenlendiği ve tiroaritenoid kasın birincil sorumlu olduğu düşünülmektedir (22). Larinksin enine kesitinin ve vokal fold katmanlarının görünümü Şekil 2.4.'te gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Larinksin enine kesiti ve vokal fold katmanlarının görünümü (29).

2.3. Pediatrik Larinks

Doğumda, yenidoğan larinksini de içeren birçok farklı organ sistemi henüz olgunlaşmamıştır. Larinks, büyüme ve gelişme ile birlikte önemli histolojik ve morfolojik değişikliklerden geçmektedir (19). Bu sebep ile pediatrik larinks ile yetişkin larinks arasında önemli farklılıklar mevcuttur (30). Larinksin büyüklüğü ve pozisyonu, larinks kıkırdaklarının şekli, büyüklüğü ve vokal foldların histolojik yapısı bu farklılıkların başında gelmektedir (19). Bu farklılıkların belirginliği, bebeklik döneminden çocukluk dönemine geçildikçe azalmaktadır (31). Larinks büyüklüğü, çocuklar ve yetişkinler arasındaki en belirgin laringeal anatomik fark olarak ifade edilmektedir. Pediatrik larinks, yetişkin larinksine kıyasla, vücudundan daha küçüktür ve daha önde konumlanmıştır. Pediatrik vokal foldlar yetişkinlere kıyasla daha kalın ve kısa olma özelliğindedir. Yenidoğanlarda vokal foldun uzunluğu yaklaşık 2,5–3,0 mm iken yaş ile beraber büyüme sürecinde uzunluğu artmaktadır. Vokal fold uzunluğundaki cinsiyet farklılıklarının ortaya çıkışı 10-14 yaşları arasında gerçekleşmektedir. Vokal fold uzunluğu yetişkin erkeklerde yaklaşık 17–21 mm, yetişkin kadınlarda 11-15 mm'dir (32). Kadınlar ve erkekler için toplam vokal fold uzunluğu 20 yaşına kadar artmaktadır (21, 33-35). Larinksin boyunda konumlanması, çocuklarda nispeten daha yukarıdadır. Bazı durumlarda mandibula ile üst glottik yapılar aynı hizada olabilir. Çocukluğun ilk 5-6 yılında larinks kıkırdakları birbirlerine göre belirgin şekilde yer değiştirmektedir (35). Krikoid halka, hava yolunun tamamen kıkırdak ile çevrili tek kısmıdır (33). Doğumda yaklaşık 4. servikal vertebra hizasında olan krikoid kıkırdak, altı yaşında 5. servikal vertebra seviyesindedir. Ergenlik ile beraber hızlı bir şekilde aşağıya doğru konumlanan krikoid kıkırdak, erkeklerde 6. servikal vertebra; kadınlarda ise 7. servikal vertebra seviyesindedir (35, 36).

Yenidoğanda düzensiz ve konik şekilde olan larinks, orofarinks ve hipofarinksin büyümesi ve uzaması ile beraber daha silindirik bir şekil alır. Esnek ve yumuşak yapıdaki bir epiglot varlığı pediatrik larinksin özelliklerindedir ve bu yapı anormal olarak görülmemelidir. Ayrıca epiglot, pediatrik popülasyonun yaklaşık % 50'sinde omega şeklindedir. Epiglotun aşağı konumlanması 4. ve 6. aylarda gerçekleşmektedir. Epiglot özellikle bebeklerde yumuşak damak ile doğrudan temas halindedir. Ayrıca, dil kökü ile de doğrudan temas durumu da mevcuttur. Tiroid laminalar arasındaki açı, yenidoğanda 110-120° dir. Büyüme ile beraber tam gelişmiş

larinkste tiroid laminalar arasındaki açı erkeklerde 90⁰, kadınlarda 120⁰ dir. Açıdaki bu değişim, vokal fold uzunluğunda yaklaşık 10 ile 14 yaşları arasında gerçekleşen önemli değişiklikler meydana gelince ortaya çıkmaktadır. Tiroid kıkırdak ergenlik dönemine kadar yetişkin tiroid kıkırdak şeklini almaz (24, 26, 33). Yetişkin larinksinin en dar kısmı glottis iken, pediatrik larinksin en dar kısmı subglottal boşluktur ve subglottal boşluğun çapı 4 mm olarak belirtilmiştir. Bu boşluk aynı zamanda pediatrik larinksin en esnek kısmıdır.

Pediatrik ve erişkin laringeal anatomisinin arasındaki diğer fark ise, mevcut membranöz ve kıkırdak yapısının oranıdır. Yenidoğan ve erken çocukluk döneminde vokal foldunun membranöz kısmı, erişkinlere göre toplam vokal fold uzunluğundan daha azını oluşturmaktadır. Pediatrik vokal fold ve yetişkin vokal foldu arasında histolojik farklılıklar da mevcuttur (33). *Lamina propria*, 6-12 yaşlar arasında iki katlıdır. Üç katmanlı hale gelmesi ve tamamen olgunlaşması ergenlik döneminde meydana gelmektedir. Vokal fold gelişimi ile yetişkin ve pediatrik vokal fold arasındaki farklılıklar hakkında bilgiye sahip olmak, yapılacak tedaviler ya da uygulanacak ses terapileri açısından çok önemlidir. Kıkırdakları henüz yetişkin rijiditesine ulaşmamış ve vokal foldları yetişkine göre kısa olan çocuk larinksi ses üretiminde daha dezavantajlıdır. Henüz kısa olan vokal foldlar glottik kapanmayı devam ettirmekte yetersizdir. Solunum ve fonasyonda boyutu önemli olan posterior *glottik chink* artmıştır (26, 31, 37) .

Erkek çocukların larinksi, ergenlik dönemi ile beraber kız çocuklarının larinkesine göre daha fazla değişime uğrar. Puberte döneminde, erkek çocukların perdelerinde 1 oktavlık düşüş görülür. Bu düşüş, kız çocuklarında yaklaşık 1/3 ila 1/2 oktav arasındadır. Yapılan kadavra çalışmalarında, erkek çocukların vokal fold uzunluğu ergenlik döneminde %67 oranında arttığı; kız çocuklarında bu uzama miktarının %24 olduğu görülmüştür. Bu belirgin farklılıklar, böbreküstü bezlerinden salgılanan testosteron hormonundan kaynaklanmaktadır (37, 38).

2.4. Respirasyon ve Konuşma

Respirasyon, bir organizma ve çevresi arasında gaz değişimi olarak tanımlanmaktadır. Respirasyonla, yaşamın devam etmesi için gerekli oksijen alınırken karbondioksit salınır. Vücudun hücreleri için gerekli oksijenin alınması süreci

inspirasyon; vücuttaki karbondioksitin atılması süreci ekspirasyon olarak adlandırılmaktadır. Böylece yaşamın devamlılığı sağlanır. Bu, respirasyon sisteminin birincil fonksiyonudur. İkincil fonksiyonu ise, ses ve konuşma üretimi için gerekli enerjinin sağlanmasıdır. Bu enerji ile birlikte vokal fold vibrasyonu ve artikülasyonlar tarafından ses ve konuşma üretimi gerçekleştirilmektedir. Tüm bunların enerji kaynağı respirasyon, Boyle Yasasına göre gerçekleşmektedir. Boyle Yasası, sabit sıcaklıkta gazların hacmi azalınca basıncı artar ya da tam tersi gazların hacmi arttıkça basıncı azalır. Böylelikle, gazlar yüksek basınçtan alçak basınca doğru hareket eder (22-24).

Bir yetişkin, istirahat halinde dakikada 12-20 defa nefes alıp vermektedir. Bu konuşma esnasında da aynı oranda gerçekleşir fakat inspirasyon ve ekspirasyon süreleri, inspirasyon ve ekspirasyondaki hava kapasiteleri ile kas aktiviteleri farklıdır. Konuşmada, istirahate göre artmış ekspirasyon süresi ve azalmış inspirasyon süresi söz konusudur (39, 40).

2.5. Ses Üretimi Teorileri

Vokal fold titreşimi ve ses üretimi biyomekaniği konusundaki mevcut bilgiler, bilim insanları tarafından geliştiren teoriler ve bu teorileri test etmek için yapılan deneylerden oluşan yüzyıllarca süren çalışmaların sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Literatürde ses üretimi için çeşitli teoriler mevcuttur. Bunlardan bazıları Bernoulli Etkisi, Miyoelestatik-Aerodinamik Teori, Kaynak-Filtre Teorisi ve Venturi Etkisidir (41). Fizikçi ve ses bilimci Raul Husson tarafından 1950 yılında, aerodinamik teorilere alternatif olarak *Neurochronaxic* teori ortaya atılmıştır. Bu teori, vokal foldlardaki her bir titreşimin nöral uyarı tarafından meydana getirildiğini savunmaktadır. Fakat rekürrent larengeal sinir tarafından konuşma esnasında böyle sık uyarım yapılma şansı fizyolojik olarak mümkün değildir (42, 43). Bu nedenle günümüzde aerodinamik teoriler daha fazla kabul görmektedir.

2.5.1. Bernoulli Etkisi

İsviçreli matematikçi ve fizikçi Daniel Bernoulli tarafından 18. yüzyılda gazlar ve akışkanlar için Bernoulli Etkisi olarak bilinen teoriyi geliştirmiştir. Bernoulli Etkisine göre, akışkan sıvı ve gazların hızının arttığı yerlerde basıncı az, hızın daha düşük olduğu yerlerde ise basınçları daha fazladır. Diğer bir deyiş ile bir tüp içerisinde

hareket eden akışkan sıvı veya gaz molekülleri daralan kısma geldiğinde hızları artacaktır. Hızı artan moleküllerin duvarlara yaptığı basınç ise azalacaktır. Vokal fold vibrasyonunun genel tanımı, glottisteki negatif Bernoulli basıncı ile birlikte vokal foldların addüksiyona uğradığı düşüncesi ile başlar (43-46). Subglottal basıncın, supraglottal basınçtan büyük olması ile beraber vokal foldlarda addüksiyon meydana gelir ve hızlı bir hava akışı sağlanır. Bu artan hız ile hava moleküllerinin vokal foldlara yapacağı basınç azalacağından tekrar addüksiyon durumu gerçekleşir. Glottisin kapanışının beraberinde, kapanma sırasında subglottal basıncın artması gerçekleşir. Bu da vokal foldların lateral olarak (dışa doğru) hareket etmesine ve glottisin açılmasına neden olur. Lateral hareket, dokudaki elastik kuvvetler hareketi geciktirene ve en sonunda terse çevirene kadar devam eder. Doku daha sonra tekrar medial olarak hareket eder ve başka bir kapanma döngüsü başlar (24, 47, 48).

2.5.2. Myoelastik-Aerodinamik Teori

Müller tarafından ortaya atılan ve Van den Berg'in daha kapsamlı hale getirdiği Myoelastik-Aerodinamik Teori; vokal foldların gerginlik, kütle, uzunluk ve elastik yapısı gibi belli fiziksel özellikleri ve Bernoulli Etkisi arasındaki bağımlı ilişkiye vurgu yapmaktadır. *Myo-* ön eki kas anlamına gelmektedir. Teorinin miyoelastik bileşeninde, vokal foldların fiziksel özelliklerinin belirlenmesi ve fonasyon için addükte duruma gelmelerinin altında nöromusküler kontrolün olduğu belirtilmektedir. Aerodinamik bileşeni ise, Bernoulli Etkisi ile vokal fold vibrasyonunun kendisi tarafından gerçekleştiğini içermektedir. Miyoelastik-Aerodinamik Teori, vokal foldların kendi doğal osilasyonlarından bahsetmektedir. Bu, teorinin güçlü yanıdır. Doğal osilasyon, herhangi bir nöral uyarana bağlı olmayan, onun yerine sabit dış salınım kaynağına bağlı salınım anlamına gelir (49). Teorinin zayıf yönü olarak ise, içinde fazlaca Bernoulli Etkisini barındırması gösterilmektedir (41, 47, 50).

2.5.3. Kaynak-Filtre Teorisi

Ses üretimi için gerekli enerji akciğerlerden ekspirasyon sırasında salınan hava ile sağlanmaktadır. Fakat bu enerjiyi konuşma için duyulabilir titreşime dönüştürmek üst solunum yollarının hareketlerinin görevidir. Ekspirasyon ile akciğerlerden salınan havanın sese dönüşmesi, iki aşamadan oluşmaktadır. Kaynak-Filtre Teorisi konuşma üretiminin bu iki aşamalı sürecine dayanmaktadır. Birinci aşama, vokal foldların

titreşimini sağlamak için hava basıncının kullanılmasını ve periyodik yani yinelenen desene sahip bir ses dalgası üretilmesini içerir. İkinci aşama ise, havanın larinks boyunca üst vokal trakta (vokal foldlardan dudaklara veya burun deliklerine uzanan alan boyunca) geçmesini içerir. Burada hava akımını değiştiren rezonans özellikleri ile ses filtrelenir ve spektral şeklini alır. Bu teoride belirtilen kaynak; akustik kaynak olup glottik yapılardan oluşur. Filtre ise; supraglottik yapıların tamamını içerir ve vokal yol üzerinde oral kaviteyi ve velumun açık ya da kapalı olma durumuna göre de nazal kaviteyi içerir (51-53).

2.5.4. Venturi Etkisi

Venturi Etkisi, İtalyan bilim insanı Giovanni Battista Venturi tarafından tanımlanmış vokal yolun aerodinamik prensibi ile ilgili bir diğer teoridir. Daralan bölgelerde akışkan ve gazların hızının artmasına örnek olarak rüzgarlı bir günde iki bina arasından geçerken rüzgarın bu iki bina arasında hızının arttığını hissetmeniz verilebilir. Supraglottal bölgenin basıncı akciğerlerdeki basınçtan daha az olduğunda glottisteki bu dar boşluktan hava hızlı bir şekilde yukarıya doğru ilerler. Bu hızlanmanın etkisi, akustik sinyallerin vokal yoldaki modülasyonu açısından önemlidir (53).

2.6. Ses Bozukluklarında Değerlendirme Yöntemleri

Ses değerlendirmesi; ses üretimini sağlayan yapıları ve bu yapıların fonksiyonunun değerlendirilmesi ile beraber ses bozukluğuna sebep olan olası etyolojik bir faktörün varlığı ve sesin fiziksel özelliklerinde herhangi bir sapmanın olup olmadığının belirlenmesidir. *American Speech and Hearing Association* (ASHA), bu değerlendirmeler yapılırken kullanılacak protokolü oluşturmada standardize ve standardize olmayan yöntemlerin birlikte kullanılmasını önerir. Tam bir protokol; detaylı anamnez alınması, kişinin kendi sesini değerlendirmesi, fiziksel değerlendirme, sesin algısal ve enstrümantal olarak değerlendirilmesi, emosyonel durumunun değerlendirilmesini içermelidir (ASHA, 2004)

2.6.1. Anamnez Alınması

Anamnez alınması işlemi; ses kliniğinde hayati öneme sahiptir, çünkü uzmanın klinik havayı doğru belirleyebilmesini sağlar. Böylece, hasta duygularını ve

kaygılarını rahatça ifade edebilir (54). Anamnez alınması ile birlikte uzmanın zihninde, hastanın “kim” olduğu şekillenir (55). Kapsamlı bir öykü alınması ve beraberinde fizik muayene genellikle ses bozukluğunun nedenini ortaya çıkarır (56). Başarılı bir anamnez alımı, iyi derecede klinik beceri gerektirir. Uzman, belirli bilgilerin önemini bilmeli, etkili ve ustaca sorgulayabilmelidir (56). Özellikle pediatrik grubun ses değerlendirmesinde detaylı bir çocuk/aile görüşmesi çok önemlidir. Çünkü ses, duygusal durum ve davranışlardan etkilenir. Bu sebeple çocuğun kişiliği, davranışları, duygusal durumu ve yaşam stili hakkında bilgi sahibi olmak gerekir. Ses bozukluğunun ne zaman başladığı, zaman içindeki seyri ve bu ses bozukluğunun çocuk üzerine etkisini bilmek uzman açısından oldukça önemlidir (28, 57). Anamnez alınırken yapılan çocuk/aile görüşmesi esnasında aile içi dinamikler hakkında gözlem yapılması da değerlendirmede dikkat edilmesi gereken önemli bir noktadır. Bu noktada çocuğun semptomlar ile ilgili bakış açısını öğrenebilmek için çocuk dostu bir dil kullanmak gerekir. Böylelikle çocuk bilgi aktarımında daha rahat ve samimi olur. Ebeveynler genellikle çocuklarının vereceği cevaptan habersizdirler ve şaşırırlar. Bu önemli bir gözlemdir. Bu gözlemler sayesinde; uzman, çocuk ve aileye ses üretimi ve davranışların ses üzerindeki etkisi hakkında da eğitim fırsatı elde eder (58, 59).

2.6.2. Algısal Değerlendirme

Algısal değerlendirme, ses kliniğinde geleneksel değerlendirme yöntemidir ve hala ses bozukluğunun şiddetini belirlemek için “altın standart” olarak kabul edilmektedir (60-62). Çünkü ses, günlük hayatta algısalıdır. Ses kalitesinin algısal özellikleri; uzmanlar, hastalar, hastanın çevresindeki kişiler de dahil olmak üzere birçok kişi arasında daha fazla gerçekçiliğe sahiptir (63). Algısal değerlendirme, ses konusunda uzman kişinin sesi algısal olarak değerlendirmesi ve hastanın kendi sesini algısal olarak değerlendirmesi olmak üzere iki aşamadan oluşur. Bu değerlendirmeleri yapabilmek için bazı ölçekler geliştirilmiştir. Algısal değerlendirme esnasında uzman, kişinin sesini dinler ve solunum, fonasyon, rezonans ve şiddet ile perdeyi yorumlar. Bu değerlendirme esnasında uzmanın kullanabileceği çeşitli ölçekler mevcuttur. Literatürde farklı yöntemler kullanılmakta ise de yaygın olarak *Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice* (CAPE-V) ve *Grade, Roughness, Breathiness, Asthenia, Strain* (GRBAS) ölçeği kullanılmaktadır (64-67). CAPE-V ölçeği ile değerlendirme 3 aşamadan oluşmaktadır. Öncelikle hastadan /a/ fonasyonu yapması istenir. Daha sonra

CAPE-V'nin belirli fonetik özellikleri olan altı cümlesi okutulur ve son aşamada hastanın bağlantılı konuşma yapması istenir. Uzman, genel şiddet ile birlikte *roughness, strain, breathiness, pitch ve loudness* 100 mm'lik görsel analog skala üzerinde normalden şiddetli etkilenime doğru derecelendirir (1, 68). Sık kullanılan bir diğer ölçek GRBAS, *Japanese Society of Logopaedics and Phoniatics* tarafından geliştirilmiştir. GRBAS metodunda; *grade, roughness, breathiness, astheny ve strain* olmak üzere ses bozukluğunun derecesini belirtmek için beş ayrı ifade kullanılır. Bu beş ayrı ifade, kendi içinde 0 ile 3 puan arasında derecelendirilir. Derecelendirmede, "0" sesin normal olduğunu; "3" ise seste şiddetli bozukluk olduğunu gösterir. İfadelerden *grade*, tüm özellikleri ile sesin genel kalitesini; *roughness*, sesteki kabalaşma ve frekanstaki düzensiz dalgalanmaları; *breathiness*, hava kaçağının yarattığı türbülansı; *astheny*, sesteki zayıflık, güçsüzlük, hipokinetik ya da hipofonksiyonelliği; *strain*, sesteki aşırı efor, gerginlik, hiperkinetik ya da hiperfonksiyonelliği temsil eder (69). Bu ölçeğin güvenilirliğinde, uzmanın tecrübesi çok önemlidir. Değerlendirilen bu beş parametreden sesin genel kalitesini belirten *grade*, ölçülen akustik parametrelerle de gösterilebildiği için güvenilirlikte sıklıkla bu parametre kullanılır (69, 70).

Kişinin mevcut ses probleminin şiddetini belirlemek ve ses probleminin günlük yaşama etkilerini saptayabilmek için öz değerlendirme araçları geliştirilmiştir. Pediatrik popülasyon için geliştirilen başlıca öz değerlendirme araçları Pediatrik Ses Handikap İndeksi (pSHİ), Pediatrik Ses Semptom Anketi ve Pediatrik Sesle İlgili Yaşam Kalitesi İndeksi olarak sıralanabilir (71-73). Yetişkin bireylerin öz değerlendirmesinde kullanılan Ses Handikap İndeksi'nin Zur ve ark. tarafından (2007) düzenlenmesi ile en sık kullanılan pediatrik öz değerlendirme araçlarından biri olan pSHİ geliştirilmiştir. Pediatrik Ses Handikap İndeksi; ses bozukluğu yaşayan çocukların ebeveynleri tarafından doldurulan bir öz değerlendirme aracıdır. Bu indeks; işlevsel, fiziksel ve duygusal olmak üzere toplam 3 bölümden oluşmaktadır. Toplam 23 maddeden oluşan pSHİ'nin işlevsel bölümünde 7 madde, fiziksel bölümünde 9 madde ve duygusal bölümünde 7 madde bulunmaktadır. İndekste bulunan her madde, 0 ile 4 arasında değişen Likert tipi ölçekte ebeveynler tarafından puanlanır. Birçok dilde geçerlik-güvenirlik çalışması olan pSHİ'nin Türkçe geçerlik-güvenirlik çalışması 2014 yılında Özkan ve ark. tarafından yapılmıştır (73-75).

2.6.3. Enstrümantal Değerlendirme

Enstrümantal değerlendirme, uzmanların ses bozukluklarının şiddetini değerlendirmesini ve tedavi sonuçlarını nesnel olarak ölçmesini sağlar (76). Ses bozukluğu şikayeti ile başvuran kişileri değerlendirirken kapsamlı bir öykü alımı ile beraber enstrümantal değerlendirme bataryaları uygulanarak bozukluğun her boyutu ele alınır (77-80). ASHA, 2012 yılında; yaygın kullanılan enstrümantal ses değerlendirme yöntemleri için çekirdek protokol seti geliştirmek amacı ile Vokal Fonksiyonu Enstrümantal Değerlendirme Protokolü (*Protocol for Instrumental Assessment of Vocal Function-IVAP*) oluşturulmasını onaylamıştır. Geliştirilen temel protokol; laringeal görüntüleme, akustik ve aerodinamik ölçümleri içermektedir. (81). Laringeal görüntüleme ile vokal foldların titreşimi hakkında görsel bilgi elde edilir. Vokal fold titreşiminin klinik gözleminin mevcut altın standardı stroboskopidir (82). Ses değerlendirmesindeki bir diğer objektif ölçüm ise aerodinamik ölçümlerdir. Aerodinamik ölçümler ile hava akışı ve hava basıncı hakkında veriler elde edilir. Bu veriler, larinksin valf mekanizmasıyla ilgili indirekt bilgi sağlar. Aerodinamik değerlendirme, klinikte sıklıkla kullanılan noninvaziv objektif ölçümlerden biridir (83).

2.7. Sesin Akustik Değerlendirilmesi

Kişiler, ses sinyalleri hakkında hem dilbilimsel hem de estetik değerlendirmede bulunmaktadır. Değerlendirmede temel aldıkları bilgilerin tümü akustik sinyalin içinde saklıdır. Bu sebeple, akustik parametrelerin kullanımı konusundaki en etkili görüş, dinleyiciler tarafından ses hakkında karar vermek için kullanılan tüm bilgilerin akustik sinyalde bulunmasıdır. Aynı zamanda, larinks patolojileri ile ilişkili vokal foldların titreşim paternlerindeki bozulmaların, üretilen akustik sinyallerdeki değişikliklere yansıtacağı da söz konusudur. Yani akustik değerlendirme, ses kalitesinin algısal olarak değerlendirmesindeki sonuçları destekleyebilecek objektif bir ölçümdür (84). Ayrıca, birçok araştırmacı tarafından belirtildiği gibi, ses sinyali belki de en invaziv olmayan ve kolayca elde edilen ses performansı ölçüsüdür. Normal ses ile bozukluğa sahip sesi ayırt etmek, ayırıcı tanıya yardımcı olmak, farklı tedavi yaklaşımlarının göreceli etkinliğini değerlendirmek ve ses terapisindeki ilerlemeyi izlemek için akustik değerlendirmeler klinik olarak kullanılmaktadır (14, 85).

Ses, insan kulağı tarafından duyulabilen bir basınç dalgasıdır. Sağlıklı bir vokal mekanizmada, Bernoulli Etkisi ile birlikte vokal folda itici kuvvetleri içeren sürekli bir enerji transferi gerçekleşir ve vokal fold titreşiminin kendi kendine sürekli salınımını sağlar. Başka bir deyişle; normal ses üretiminde fonasyon sırasında, vokal fold titreşimi sürekli olarak devam eder (86). Vokal fold titreşimini etkileyebilecek herhangi bir larengeal lezyon, artmış vokal fold gerginliği veya zayıf kas kontrolü, ses kalitesini objektif olarak belirleyen ve akustik ölçümle elde edilen fonksiyonel parametreleri de etkileyecektir (85-87).

2.7.1. Zaman Temelli Ölçümler

Ses kalitesinin akustik analizi, temel frekans (F0), *jitter*, *shimmer*, *harmony-noise ratio* (HNR) ve ses sinyalinin çeşitli ve kepsral analizlerini içermelidir (86, 88). Temel frekans, vokal foldların saniyedeki titreşim sayısı ile belirlenmektedir. Larinksin hem fonksiyonel hem de anatomik değerlendirmesinde kullanılan önemli bir parametredir. Çünkü kas aktivitesinin, pasif doku parametrelerinin, subglottal hava basıncının ve vokal foldların glottal direncinin fonasyona olan katkısını yansıtmaktadır. Ayrıca F0, vokal foldların uzunluğu, kütlesi ve geriliminden etkilenmektedir. Bu nedenle, krikotiroid ve tiroaritenoid kasların aktivitesi, vokal fold kütlesi ve vokal foldların gerilimini ölçmek için önemlidir. Farklı akustik analiz sistemlerin ve ses kayıt özelliklerinin, akustik parametrelerin ölçümlerini etkilediği göz önünde bulundurulduğunda F0'nın en az değişikliğe uğrayan parametre olduğu kanıtlanmıştır (89). Birimi Hertz olan F0, Hz ile gösterilir. F0 yaş ve cinsiyete göre değişiklik göstermektedir. Yapılan çalışmalarda F0 için elde edilen tipik değerler, erkekler için 100-150 Hz ve kadınlar için 180-250 Hz'dir (90). Bu değerler yaşla birlikte değişikliğe uğramaktadır. Erkeklerde F0'da, ergenlik döneminde önemli oranda değişiklikler meydana gelir. Bu düşüşlerin 35 yaşına kadar azalarak devam ettiği görülmüştür. Sonrasında 55 yaşlarında, F0 yeniden artmaya başlar (91-93). Kadınlarda F0'da ergenlikte bir düşüş görülür. Sonrasında F0 menopoz yaşına kadar sabitliğini korur. Araştırmalarda 70 yaş civarında F0'nın, 15 Hz daha düştüğü görülmüştür (91, 92, 94, 95). Bundan sorumlu fizyolojik değişiklikler, artan testosteron-östrojen oranının bir etkisi olarak gösterilebilir. Benzer bir F0 düşüşü, sigara içme alışkanlığı tarafından da tetiklenebileceği öne sürülmüştür (96).

Jitter, vokal fold vibrasyonunun stabilitesini yansıtmaktadır. Diğer bir deyiş ile ses örneği içindeki döngüden döngüye frekans değişiminin ölçüsüdür. *Hoarseness* ve *roughness*ın algısı ile ilişkilidir. Sadece ünlü fonasyonu esnasında ölçülebilmektedir. Literatürde, fizyolojik sistem tamamen periyodik ve vokal fold vibrasyonu normal olduğunda *jitter* değerlerinin düşük seviyelerde olduğu bilgisi yer almaktadır. Vokal fold lezyonu olması durumunda *jitter* değerleri yükselir. Yani patolojik ses, yüksek *jitter* değerine sahiptir (97-99). Ancak Ludlow ve ark. tarafından 1987 yılında yapılan bir çalışmada, *jitter*in normal ses ile patolojik sesi ayırt etmede güvenilir olmadığı sonucuna ulaşmıştır (100).

Shimmer, akustik dalga formunun amplitüdündeki kısa süreli değişikliğin bir ölçüsüdür. Diğer bir deyiş ile ses örneği içindeki döngüden döngüye amplitüd değişikliğidir. Tıpkı *jitter* ölçümünde olduğu gibi ünlü fonasyonu esnasında ölçümü yapılmaktadır. Ünsüz seslerin şiddet üzerine etkisi ve dinamik ranjda ortaya çıkabilecek isteğe bağlı değişiklikler sebebi ile bağlantılı konuşma esnasında *jitter* ve *shimmer* analizi yapılması tercih edilmez (101).

Gürültü, sesteki rastgele aperiodik enerjidir. Sesin tüm frekans aralığı boyunca oluşabilir veya belirli frekans bantlarında bulunabilir. Normal sesler daha düşük gürültü seviyelerine sahipken, anormal sesler daha yüksek gürültü seviyelerine sahiptir (102-110). Ses sinyali içindeki gürültü bileşenini analiz etmek üzere iki yaklaşım geliştirilmiştir.

Birinci yaklaşım, Yanagihara tarafından (1967) rapor edilen, birkaç ünlü sesin ikinci formantlarının yanındaki gürültü seviyesini göz önünde bulundurarak sesleri sınıflandırmak için spektrogramları kullanmaktadır. Sistem objektif verilere dayanmasına rağmen nitelikseldir. Bu sebeple tanıya yardımcı olabilecek farklılıkları ayırt edebilecek veri sağlayamayabilir (108).

İkinci yaklaşım, doğrudan gürültü seviyesini analiz eder. Bu yaklaşımın bir örneği, sinyal-gürültü oranının bir değişkeni olan *harmony-noise ratio* (HNR)'dur (109, 110). Birden büyük HNR'ye sahip seslerde harmonik enerjinin gürültü enerjisinden daha fazla olduğu anlamı ortaya çıkar. Normal konuşmacıların 1'den çok daha büyük HNR'ye sahip olmaları beklenir (28).

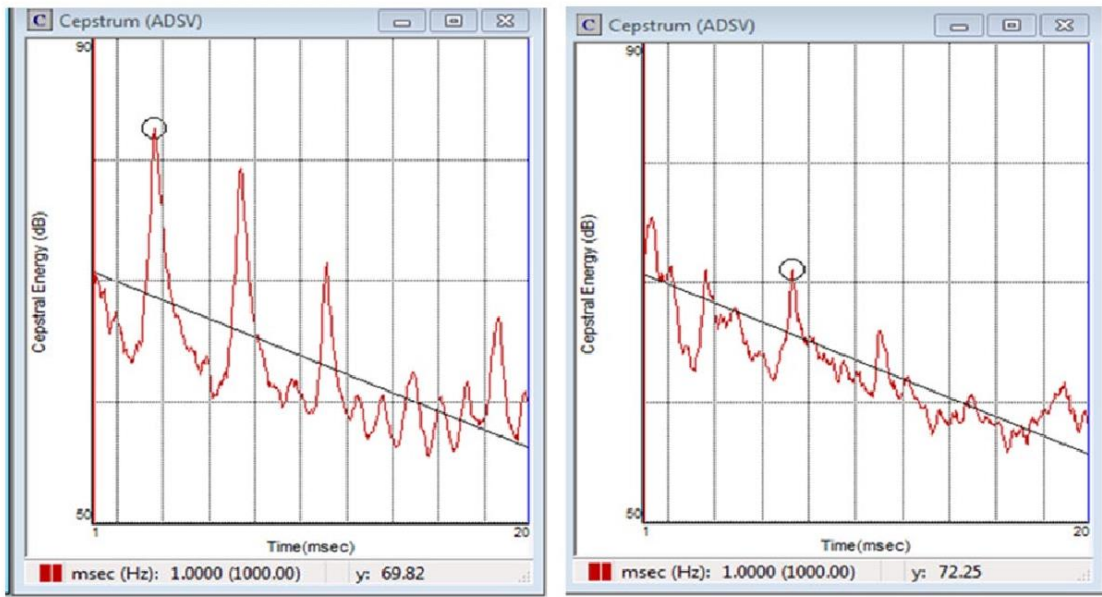
Awan ve ark. 2014 yılında yaptıkları bir çalışmada algısal ölçümler ile akustik ölçümlerden elde edilen pertürbasyon değerleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre bazı parametreler ile algısal analiz arasında zayıf korelasyon bulunmuştur. Çalışmada incelenen diğer parametrelerin ise algısal analiz ile herhangi bir ilişkisi bulunmamıştır (111). *Jitter*, *shimmer* ve NHR zaman temelli ölçümler olup, sürekli ünlü fonasyonunun akustik analizi ile daha doğru bilgiler vermektedir. Konuşmanın analizinde ve şiddetli derecede disfonik seslerde sınırlılığa sahiptir. Ayrıca *jitter*, *shimmer* ve NHR; F0'ın belirlenmesine bağlı olan ölçümler olduklarından, temel frekansın belirlenmesindeki küçük bir hata bile bu değerlerin analizinde büyük sorunlara yol açabilir (112).

2.7.2. Frekans Temelli Ölçümler

Spektral ve kepsral ölçümler, akustik enerjinin spektral dağılımından türetilir ve akustik dalga formunun zamana dayalı analizine dayanmaz. Akustik enerjinin, *Fourier* dönüşümü ile elde edilen *spektrumda*, akustik sinyal içindeki her frekansın yoğunluğu temsil edilmektedir. Böylelikle ses sinyali, frekans algoritmasına dönüştürülmüş olur. *Spektruma*, bir *Fourier* dönüşümü uygulandığında *cepstrum* üretilir. Bu işlem ile birlikte, sinyal frekans algoritmasından *quefreny* (1/frekans) algoritmasına dönüştürülür. Elde edilen *cepstrum* içerisinde sinyalin çeşitli frekans bileşenlerinin tepe enerjisi görülmektedir. Kepsral tepe noktasının belirginliği; harmonik enerjinin, ses sinyalinin gürültü seviyesinden ne derece ayrıldığına bir göstergesidir. Kepsral ölçümler, sesin işitsel-algısal değerlendirmesinin en güçlü yordayıcılarından ve normal ses ile disfonik sesin ayırıcılarından biri olarak olduğu gösterilmiştir (111, 113, 114). Ayrıca kepsral analiz, konuşma örneklerini incelemek için frekans tabanlı algoritmalar kullanır. Sadece ünlü fonasyonunun kullanıldığı zaman temelli ölçümlerden farklı olarak, konuşma örneğinin analiz edilmesi ile kişinin ses bozukluğundaki etkilenmeyi daha doğru yansıtması daha kapsamlı değerlendirilme sağlayabilir (15).

Cepstrumun tepe noktasına *cepstral peak* (kepsral tepe noktası; CP) adı verilir. İyi tanımlanmış harmonik bir yapıya sahip normal bir ses, güçlü bir *cepstral peake* sahip olacaktır. *Cepstral peak* ile hemen altındaki noktanın genlik farkına *cepstral peak prominence* (CPP) adı verilir. CPP; kepsral tepe noktasının, kepsral arka plan

gürültüsünden ne kadar uzaklaştığını gösteren harmonik organizasyon derecesinin bir ölçüsüdür. Ses sinyali ne kadar periyodik olursa, harmonik organizasyon derecesi ve CPP'nin değeri de o kadar yüksek olur. Pertürbasyon ölçümlerinden farklı olarak; CPP, temel frekansın doğru olarak belirlenmesine dayanmaz. Bu nedenle, CPP değeri diğer periyodiklik ölçümlerinden daha güvenilir olma eğilimindedir (112, 115, 116). *Cepstral peak prominence standard deviation* (CPP SD), konuşma üretimi esnasında normal sesin perdesi, şiddeti ve kalitesinde değişiklik gösterme yeteneğini yansıtır (117). Diğer bir deyiş ile CPP SD; CPP değerinin ses örneği boyunca ortalama değişkenliğini gösteren keprstral bir ölçü olarak belirlenmiştir (113). Normal sesin disfonik sese göre daha yüksek CPP SD değerine sahip olduğu birçok çalışma ile gösterilmiştir (118-120). Sağlıklı ses ve disfonik sese ait CPP analiz görüntüleri Şekil 2.5.'te sunulmuştur.



Şekil 2.5. Sağlıklı ses ve disfonik sese ait CPP analiz görüntüleri (121).

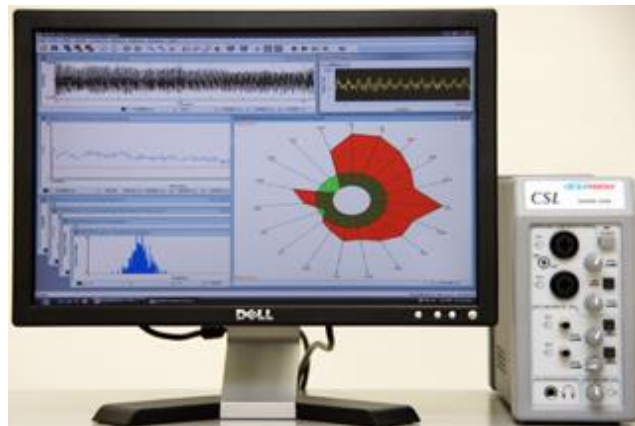
Cepstral peak prominence fundamental frequency (CPP F0), ses örneğindeki 60 hertz ile 300 hertz arasında bulunan CP noktalarının ortalama frekansıdır. *Cepstral peak prominence fundamental frequency standard deviation* (CPP F0 SD) parametresi, CPP F0 parametresinin ses örneği içindeki değişkenliğini gösterir (112).

Cepstral Spectral Index of Dysphonia (CSID); disfoni şiddetini 0-100 arasında tahmin eden ve CAPE-V'de ses bozukluğu şiddet ölçeği olarak kullanılan görsel analog skala ile korelasyon gösteren çok faktörlü bir ses bozukluğu şiddet derecesi

tahminidir. Kimi zaman; CSID, 0'ın altında veya 100'ün üzerinde bir sayı ile ses bozukluğu şiddetini tahmin edebilir. Alınan 0 değeri için, son derece normal ve periyodik ses; alınan 100 değeri için, son derece bozuk ve aperiodik bir sesi temsil etmektedir (122, 123).

L/H spectral ratio, bir spektral eğim ölçüsüdür. Tüm konuşma sinyalinin içinde, düşük ve yüksek frekans spektral enerjinin oranlanması ile elde edilmektedir. Düşük frekans, <4 kHz iken; yüksek frekans >4 kHz dir. L/H oranındaki bir azalma, spektrumun yüksek frekans bölgesinde artan gürültünün ve/veya F0 çevresindeki spektrumun düşük frekans bölgesindeki azalmış enerjinin göstergesidir. Ayrıca Awan ve ark. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada; *L/H spectral ratio*, nefesli seslerdeki yüksek frekanslı gürültüye de duyarlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır (111). *L/H spectral ratio standard deviation (L/H Ratio SD)*, ses örneği boyunca L/H Ratio parametresinin değişkenliğini gösteren bir parametredir. Diercks ve ark. 2013 yılında yaptıkları bir çalışmada, artmış disfoni şiddetinin düşük L/H Ratio SD değeri ile ilişkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır (124).

Yukarıda bahsedilen sesin akustik analizlerinin yapılabilmesi için çeşitli enstrümanlar ve bilgisayar programları mevcuttur. Klinik kullanıma uygun olanlardan biri de, KAY-PENTAX *Computerized Speech Lab (CSL)* sistemidir. Beraberinde kaydı alınan ve analiz edilen akustik verinin kaydedildiği Multidimensional Voice Program ve Analysis of Dysphonia Speech and Voice yazılımı ile birlikte kullanılmaktadır (13). KAY-PENTAX *Computerized Speech Lab (CSL)* Model 4500 cihazı Şekil 2.6.'da gösterilmektedir.



Şekil 2.6. KAY-PENTAX *Computerized Speech Lab (CSL)* Model 4500 (125).

3. BİREYLER ve YÖNTEM

Bu çalışma; Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Dil ve Konuşma Terapisi Anabilim Dalı Dil ve Konuşma Terapisi Tezli Yüksek Lisans Programı'nda yürütülüp, uygulaması Hacettepe Üniversitesi Erişkin Hastanesi Dil ve Konuşma Terapisi Ünitesi'nde gerçekleştirilmiştir. Hacettepe Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 20.12.2018 tarihinde 2018/22-31 karar no.lu izni ile onaylanmış (EK-1) ve orijinallik raporu (EK-2 ve EK-3) alınmıştır.

3.1. Bireyler

Bu çalışmaya, 4.00-17.11 yaş arasında sağlıklı sese sahip çocuklar dahil edilmiştir. Çalışmamıza dahil edilen çocuklara ve ailelerine çalışmamızın içeriği ve amaçları ile ilgili bilgilendirme yapılmış ve yazılı izinleri alınmıştır. Çocuk yaş grupları ve ebeveynler için ayrı ayrı hazırlanmış Aydınlatılmış Onam Formları ve Katılımcının Beyanı EK-4, EK-5, EK-6, EK-7 ve EK-8'de sunulmuştur.

Çalışmamız kapsamında 172 katılımcı değerlendirilmiştir. Değerlendirilen çocuklardan 2'sinin Pediatrik Ses Handikap İndeksi (pSHİ) skorunun 13'ün üstünde olduğu, 2 çocuğun sigara kullandığı, 1 çocuğun sigara dumanına maruziyeti olduğu, 2 kız çocuğun değerlendirme gününde menstürasyon döneminde olduğu ve 1 çocuğun da değerlendirme gününde üst solunum yolu enfeksiyonu geçirdiği saptanmıştır. Ayrıca 3 çocukta konuşma sesi problemi olduğu görülmüştür. Yapılan işitme taraması testinden geçemeyen 1 çocuk Odyoloji Ünitesi'ne yönlendirilmiştir. Dahil etme kriterlerine uymayan 12 çocuk çalışmaya kabul edilmemiştir. Çalışmamıza 4.00-17.11 yaş arasında toplam 160 çocuk katılımcı olarak alınmıştır. Dört yaş grubu oluşturulmuş ve her gruba 40 çocuk dahil edilmiştir. Oluşturulan gruplar sırası ile; Grup-I:4.00-6.11, Grup-II:7.00-10.11, Grup-III:11.00-13.11 ve Grup-IV:14.00-17.11 yaş arasındaki çocuk katılımcılardan oluşmaktadır. Grupların katılımcı sayıları ve cinsiyete göre dağılımları Tablo 3.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Gruplara ait katılımcı sayıları ve cinsiyet dağılımı.

Gruplar		Cinsiyet			
		Kız		Erkek	
	Toplam sayı	Sayı (N)	Yüzde (%)	Sayı (N)	Yüzde (%)
Grup I	40	20	%50	20	%50
Grup II	40	20	%50	20	%50
Grup III	40	20	%50	20	%50
Grup IV	40	20	%50	20	%50

3.2. Bireylerin Seçim Kriterleri

Çalışmamıza dahil edilme kriterleri aşağıda listelenmiştir.

1. 4.00-17.11 yaş aralığında olması
2. Anadilinin Türkçe olması
3. Pediatrik Ses Handikap İndeksi puanının 13'ün altında olması
4. Hava yolu işitme eşiklerinin bilateral 125-6000 Hz arasında 20 dB HL'den daha iyi olması

Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri aşağıda listelenmiştir.

1. Ses bozukluğu şikayeti veya ses bozukluğu hikayesi olması
2. Sistemik ya da nörolojik hastalığın olması
3. Gelişimsel geriliğin olması
4. Algısal olarak 2 dil ve konuşma terapisti tarafından 'normal sese' sahip olduğunun düşünülmemesi
5. Sesi etkileyebilecek herhangi bir ilaç kullanması
6. Değerlendirme gününde üst solunum yolu enfeksiyonu ve/veya alerjisinin olması
7. Sigara kullanması ve/veya yaşadığı ortamda sigara kullanılması
8. Kız çocuklar için değerlendirme günü menstrüasyonda olması

3.3. Araçlar ve Yöntem

Çalışmamıza katılan çocukların demografik bilgilerinin alınacağı ve dahil edilme kriterlerine uygun olup/olmadıklarının sorgulanacağı soruları içeren ‘‘Klinik Değerlendirme Formu’’ doldurulmuştur. Akustik analiz sonucu elde edilen parametrelerin yazılacağı ‘‘Akustik Değerlendirme Formu’’ düzenlenmiştir. ‘‘Klinik Değerlendirme Formu’’ ve ‘‘Akustik Değerlendirme Formu’’ EK-9 ve EK-10’da sunulmuştur.

3.3.1. Algısal Analiz

Algısal analiz için; katılımcı çocuktan derin bir nefes alması ve en az 5 saniye sürecek şekilde /a/ fonasyonu yapması, sonrasında Türkçe için geçerlik-güvenirlik çalışması Özcebe ve ark. (2018) tarafından yapılan sesin algısal olarak değerlendirilmesinde kullanılan CAPE-V cümlelerinin okutulması ve okuma bilmeyen çocuklar için ise klinisyenin okumasının ardından bu cümlelerin tekrar edilmesi ses kaydının içeriğini oluşturmaktadır. CAPE-V Türkçe versiyonu EK-12’de sunulmuştur. Bununla birlikte kayıt esnasında kendilerini tanıtlamaları istenerek bağlantılı konuşma kaydı eklenmiştir. Bu ses kayıtları 2 klinisyen tarafından dinlenerek katılımcı çocuğun ses kalitesinin 6 özelliği klinisyen tarafından algısal olarak puanlanmıştır. Normal sese sahip olduğu düşünülen çocuklar çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmamıza katılan tüm çocukların ebeveynlerine doldurmaları için pSHİ verilmiştir. EK-11’de sunulan Pediatrik Ses Handikap İndeksi; işlevsel, fiziksel ve duygusal olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. İşlevsel bölümde 7, fiziksel bölümde 9 ve duygusal bölümde 7 madde içeren Pediatrik Ses Handikap İndeksi toplam 23 maddeden oluşmaktadır. Her madde için 0-4 arasında puanlamadan oluşan Likert tipi ölçek ile ebeveynlerin çocuklarının sesleri hakkındaki puanlamaları alınmıştır. Toplam puan 13’ü geçtiği takdirde, kişi çalışmaya dahil edilmemiştir.

3.3.2. Odyolojik Değerlendirme

Çalışmamıza katılan çocuklara GSI-61 klinik odyometre kullanılarak, her iki kulak için hava yolu saf ses odyometrisi ile değerlendirme yapılmıştır. Değerlendirme için yapılan işitme testi *Industrial Acoustics Company* (IAC) sessiz odalarında uygulanmıştır. Kulaklık olarak TDH-50P supraaural kulaklık kullanılmıştır. Test esnasında çocuklardan sesi duydukları zaman düğmeye basmaları veya ellerini

kaldırmaları istenmiştir. İşitme taraması 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 ve 6000 Hz frekanslarında 20 dBHL’de yapılmıştır.

3.3.3. Akustik Değerlendirme

Akustik değerlendirme için KAY-PENTAX *Computerized Speech Lab* (CSL) Model 4500 donanımı ve bu donanım ile uyumlu *Multi-Dimensional Voice Program* (MDVP) ve *Analysis of Dysphonia in Speech and Voice* (ADSV) yazılımları kullanılmıştır.

Akustik değerlendirme için çocuklara başa takılan mikrofon, ağızdan 15 cm uzaklıkta olacak ve ağız ile 45 derecelik açı yapacak şekilde kayıt alınmıştır (126). Mikrofon takılmadan önce özellikle daha küçük yaş grubundaki çocuklara mikrofon tanıtılarak, mikrofonun ne amaçla takılacağı anlatılmıştır. Kayıt esnasında çocuktan bir sandalyede dik ve rahat pozisyonda oturması istenmiştir. İki ayrı yazılım programında kayıt alınarak toplamda 9 farklı görevde değerlendirme yapılmıştır. Her iki yazılım programında kayıt alınmadan önce uygulanacak protokol çocuğa anlatılmış, örnek olunmuş ve her protokolden önce bir deneme kayıt yapılmıştır. İlk olarak MDVP’de kayıt alınmıştır. Bu kaydın protokolünde çocuktan derin nefes alması ve en az 5 saniye /a/ fonasyonu yapması istenmiştir. Bu /a/ fonasyonunun normal gürlükte ve perdede söylenmesi için çocuğa bilgi verilmiş, model olunmuş ve kayıttan önce deneme yapılmıştır. Bu kaydın analizi ile F0 parametresi elde edilmiştir. İkinci ve son olarak ADSV programında kayıt alınmıştır. Bu kaydın protokolünde CAPE-V’nin Türkçe versiyonu olan Sesin İşitsel-Algısal Değerlendirilmesi (SİAD) formundaki cümleler okutularak, okuma bilmeyen çocuklara da klinisyenin ardından bu cümlelerin tekrar edilmesi ile kayıt alınmıştır. Bu form 6 cümleden oluşur ve bu cümleler, farklı fonetik bağlamlara dayanarak geliştirilmiştir. Cümleler bittikten sonra aynı kayıt içerisinde katılımcı çocuktan kendisini anlatan bağlantılı konuşma kaydı alınmıştır. Bu protokolde alınan kaydın analizi ile *Cepstral Peak* (CP), *Cepstral Peak Prominence* (CPP), *Cepstral Peak Prominence Standard Deviation* (CPP SD) *Cepstral Peak Fundamental Frequency* (CPP F0), *Cepstral Peak Fundamental Frequency Standard Deviation* (CPP F0 SD), *Cepstral-Spectral Index Of Dysphonia* (CSID), *Low-To-High Spectral Ratio* (L/H Ratio) *Low-To-High Spectral Ratio Standard Deviation* (L/H Ratio SD) parametreleri elde edilmiştir

Tüm kayıtlar; iyi aydınlatılmış, çevre gürültüsünün az olduğu ve sıcaklığın normal olduğu rahat bir ortamda alınmıştır.

3.4.İstatistiksel Değerlendirme

Çalışmanın sonuçlarının istatistiksel analizi için SPSS 22.00 kullanılmıştır. Verilerin normal dağılıma uygunluğu görsel (Histogram grafikleri) ve analitik (*One Sample Kolmogorov-Smirnov* Testi) yöntemlerle incelenmiştir. Normal dağılım gösterdiği kanıtlanan verilerin tanımlayıcı istatistikleri; ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerler kullanılarak verilmiştir. Yaş grubu karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi (ANOVA), cinsiyet grubu karşılaştırmalarında *Student t test* kullanılmıştır. Yaş*cinsiyet gruplarının birlikte değişimi iki yönlü varyans analizi ile incelenmiştir. İstatistiksel olarak $p<0,05$ anlamlı kabul edilmiştir Gruplar arası anlamlı farklılık durumunda, farkın kaynağını belirlemek için *Least Significant Difference* (LSD) testi kullanılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Demografik Bilgiler

Çalışmamıza 4.00-17.11 yaş arasında 160 çocuk katılımcı olarak alınmıştır. Grup I; 4.00-6.11 yaş, Grup II; 7.00-10.11 yaş, Grup III; 11.00-13.11 yaş ve Grup IV; 14.00-17.11 yaş olmak üzere dört grup oluşturulmuştur. Bu yaş gruplarının her birinde 40'ar çocuk (20K, 20E) yer almıştır. Çalışmaya dahil edilen 160 bireyin yaş ortalamaları, standart sapma değerleri, minimum, maksimum ve aralık değerleri Tablo 4.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Çalışmaya dahil edilen bireylerin pSHİ ve yaş özellikleri.

Parametreler		Erkek				Kız			
		Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
Grup I	pSHİ*	,731	2,082	0	7	,742	1,223	0	5
	Yaş	5,025	,732	4,10	6,90	4,721	,622	4,00	6,70
Grup II	pSHİ*	,851	1,281	0	4	1,203	2,042	0	8
	Yaş	8,725	1,061	7,0	10,80	7,8347	1,18	7,00	10,80
Grup III	pSHİ*	1,601	2,354	0	8	2,132	3,182	0	9
	Yaş	12,213	1,457	11,00	13,90	12,410	1,123	11,10	13,50
Grup IV	pSHİ*	1,512	2,546	0	7	1,441	1,59	0	4
	Yaş	15,624	,993	14,00	17,80	15,153	1,205	14,00	17,90

* pSHİ: Pediatrik Ses Handikap İndeksi, Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma; Min.: Minimum; Maks.: Maksimum.

4.2. Akustik Değerlendirme

Yaş değişkenine göre; MDVP'de alınan /a/ fonasyonuna ait temel frekans (F0)'ın tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.2.'de, ADSV'de alınan /a/ fonasyonuna ait parametrelerin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.3.'te, ünlü fonem ağırlıklı cümle (*vowel*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.4.'te, yumuşak fonasyon gerektiren cümle (*soft*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.5.'de, titreşimli fonem ağırlıklı cümle (*voiced*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.6.'da, sert glottal atak gerektiren cümle (*hard*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.7.'de, nazal fonem ağırlıklı cümle (*nasal*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.8.'de, titreşimsiz fonem

ağırlıklı cümle (*voiceless*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.9.'da bağlantılı konuşmadaki parametrelerin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.10.'da sunulmuştur.

Tablo 4.2. MDVP’de alınan /a/ fonasyonununa ait temel frekans (F0)’ın yaş değişkenine göre tanımlayıcı istatistik bulguları.

YAŞ	Grup I (4.00-6.11 Yaş)				Grup II (7.00-10.11 Yaş)				Grup III (11.00-14.11 Yaş)				Grup IV (15.00-17.11 Yaş)			
	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
F0 (Hz)	289,4	36,4	220,4	368,0	256,3	28,0	192,4	310,3	229,2	22,1	193,6	289,6	195,9	53,2	124,3	284,9

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, F0: Temel Frekans, Hz: Hertz.

Tablo 4.3. ADSV’de alınan /a/ fonasyonuna ait parametrelerin yaş değişkenine göre tanımlayıcı istatistik bulguları.

YAŞ	Grup I (4.00-6.11 Yaş)				Grup II (7.00-10.11 Yaş)				Grup III (11.00-14.11 Yaş)				Grup IV (15.00-17.11 Yaş)			
	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
CPP	9,98	2,14	4,46	13,91	10,09	1,95	5,06	15,24	10,72	1,58	6,50	13,62	11,54	2,86	3,92	15,75
CPP SD	,931	,547	,378	3,33	,766	,589	,265	3,86	,836	,614	,300	3,34	1,11	1,53	,304	8,145
L/H Ratio	30,3	5,15	18,75	41,70	33,92	4,08	21,37	42,76	35,85	3,38	30,99	41,80	35,42	5,54	22,818	48,044
L/H Ratio SD	3,05	4,94	,942	32,61	2,35	3,01	1,03	20,94	1,74	,510	1,160	3,16	3,44	5,61	,789	31,78
CPP F0	253,43	39,07	178,23	301,12	252,51	30,91	185,18	301,20	223,86	38,41	106,02	281,72	184,13	56,91	91,02	266,55
CPP F0 SD	20,0	21,13	,544	69,37	10,87	14,67	,000	63,77	8,82	14,16	,938	46,84	7,55	18,03	,537	87,15
CP	11,8	1,97	7,63	16,11	11,84	1,77	6,21	15,84	12,38	1,72	9,43	15,50	13,78	1,89	9,98	17,34

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*.

Tablo 4.4. Yaş değişkenine göre ünlü fonem ağırlıklı cümle (*vowel*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları.

YAŞ	Grup I (4.00-6.11 Yaş)				Grup II (7.00-10.11 Yaş)				Grup III (11.00-14.11 Yaş)				Grup IV (15.00-17.11 Yaş)			
	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
CPP	5,94	1,72	4,44	10,73	5,44	,833	3,48	7,46	6,12	1,49	3,81	11,74	5,72	1,12	3,48	7,62
CPP SD	2,67	1,17	,616	3,66	3,40	,478	2,33	4,48	3,47	,853	,411	4,74	3,59	,415	2,92	4,54
L/H Ratio	27,37	4,22	21,91	36,19	26,93	3,06	14,22	31,16	28,59	3,58	23,44	39,82	28,09	3,24	20,07	33,27
L/H Ratio SD	9,13	4,48	1,57	13,48	11,40	1,75	8,11	20,28	11,05	2,18	2,42	13,68	11,25	1,56	8,57	14,43
CPP F0	258,76	19,06	223,50	300,78	254,46	15,42	211,72	286,72	241,99	21,44	186,47	282,56	211,44	45,87	129,73	276,36
CPP F0 SD	39,67	21,49	1,29	72,44	40,90	11,61	17,54	59,72	31,96	12,42	1,88	57,22	34,02	9,80	14,93	59,58
CP	11,32	1,69	8,25	14,64	12,16	1,82	8,47	19,49	12,07	2,12	3,99	15,40	12,72	1,38	9,44	15,31

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*.

Tablo 4.5. Yaş değişkenine göre yumuşak fonasyon gerektiren cümle (*soft*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları.

YAŞ	Grup I (4.00-6.11 Yaş)				Grup II (7.00-10.11 Yaş)				Grup III (11.00-14.11 Yaş)				Grup IV (15.00-17.11 Yaş)			
	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
CPP	6,13	,953	4,60	7,79	6,76	1,49	4,11	13,95	7,09	1,04	4,88	9,46	7,17	1,10	4,974	9,37
CPP SD	3,14	,298	2,67	3,70	3,37	,652	1,08	5,34	3,56	,893	2,31	7,00	3,38	,505	2,332	4,273
L/H Ratio	27,37	2,57	2,57	21,18	28,76	3,42	21,26	42,17	29,40	3,33	22,48	35,47	31,08	3,02	22,87	35,68
L/H Ratio SD	9,72	1,39	7,81	11,79	10,15	1,91	1,93	14,44	9,66	1,53	5,01	11,90	9,62	1,10	7,486	11,60
CPP F0	259,7	16,65	237,9	286,86	250,37	19,58	207,04	290,49	236,39	20,66	182,05	280,34	194,76	45,19	130,39	264,30
CPP F0 SD	39,85	10,74	30,38	63,69	38,44	11,75	,798	71,27	30,58	9,31	20,28	62,08	36,52	10,22	14,93	59,58
CP	11,35	,969	10,16	13,25	12,42	1,29	9,74	16,16	12,31	1,46	8,85	14,68	12,82	1,39	9,537	15,82

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*.

Tablo 4.6. Yaş değişkenine göre titreşimli fonem ağırlıklı cümle (*voiced*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları.

YAŞ	Grup I (4.00-6.11 Yaş)				Grup II (7.00-10.11 Yaş)				Grup III (11.00-14.11 Yaş)				Grup IV (15.00-17.11 Yaş)			
	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
CPP	5,77	1,25	3,27	8,20	6,53	1,01	4,21	8,67	6,95	1,21	4,20	9,66	7,38	1,12	4,40	9,73
CPP SD	3,09	,450	2,47	3,97	3,47	,543	2,45	5,42	3,50	,624	2,29	5,51	3,34	,495	2,24	4,52
L/H Ratio	27,83	2,36	23,56	33,31	30,64	2,84	24,05	39,99	30,91	2,95	24,99	36,59	32,72	2,76	25,09	37,62
L/H Ratio SD	8,90	1,64	5,58	11,0	8,25	1,46	5,35	11,0	8,08	1,25	6,13	10,0	7,61	1,20	5,59	10,3
CPP F0	239,75	66,7	230,5	283,8	250,92	17,5	210,65	284,83	233,97	26,23	152,37	275,92	199,14	50,20	118,75	263,89
CPP F0 SD	44,01	13,22	24,81	70,93	37,81	12,50	4,11	67,04	35,17	10,26	19,68	65,04	32,58	9,51	15,70	51,47
CP	11,23	1,23	9,40	13,34	12,32	1,05	9,37	14,23	12,70	1,45	8,90	15,59	12,85	2,50	1,49	16,37

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*.

Tablo 4.7. Yaş değişkenine göre sert glottal atak gerektiren cümle (*hard*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları.

YAŞ	Grup I (4.00-6.11 Yaş)				Grup II (7.00-10.11 Yaş)				Grup III (11.00-14.11 Yaş)				Grup IV (15.00-17.11 Yaş)			
	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
CPP	5,50	,766	3,98	6,45	5,95	,904	4,15	8,42	6,30	1,08	3,43	9,18	6,17	1,37	3,55	9,48
CPP SD	3,10	,435	2,41	3,74	3,21	,566	2,13	5,42	3,37	,458	2,27	4,09	3,31	,504	2,11	4,07
L/H Ratio	25,97	3,42	20,58	31,52	27,45	2,48	22,16	36,25	27,42	3,05	22,31	32,40	28,85	3,30	22,26	35,90
L/H Ratio SD	9,97	1,40	6,96	12,98	11,01	1,58	7,89	14,55	10,56	2,68	,979	14,03	10,70	2,10	5,58	13,84
CPP F0	256,86	20,2	218,34	287,48	249,45	17,17	204,97	277,77	240,57	20,85	172,88	280,86	200,97	48,28	122,81	277,47
CPP F0 SD	41,84	16,71	18,64	80,24	38,27	10,86	21,63	65,93	32,95	8,07	11,96	48,89	32,90	10,12	19,50	65,03
CP	10,70	2,56	2,95	12,66	11,82	1,30	8,51	14,32	12,25	1,47	8,56	14,87	12,54	1,94	7,80	16,35

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*.

Tablo 4.8. Yaş değişkenine göre nazal fonem ağırlıklı cümle (*nasal*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları.

YAŞ	Grup I (4.00-6.11 Yaş)				Grup II (7.00-10.11 Yaş)				Grup III (11.00-14.11 Yaş)				Grup IV (15.00-17.11 Yaş)			
	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
CPP	5,53	1,47	3,68	8,98	6,47	1,02	2,80	8,32	7,34	1,33	4,19	10,60	7,23	1,33	4,21	9,82
CPP SD	3,05	,557	2,39	3,88	3,43	,680	2,14	6,24	3,28	,468	2,32	4,08	3,27	,461	2,25	4,12
L/H Ratio	25,53	3,00	21,08	29,64	28,03	2,68	21,66	34,36	29,48	3,34	23,03	34,85	30,68	3,35	22,37	38,67
L/H Ratio SD	10,89	1,33	8,90	13,71	11,31	2,16	7,48	20,53	11,36	1,63	8,67	15,67	10,60	1,67	7,22	13,96
CPP F0	255,42	25,82	197,52	288,63	252,71	20,50	200,48	286,69	235,58	21,94	170,53	274,28	199,75	50,48	117,05	272,28
CPP F0 SD	39,95	15,20	25,84	70,25	33,35	11,25	14,06	61,00	28,70	10,78	13,06	61,39	29,71	7,83	17,14	42,17
CP	12,12	4,33	7,90	24,81	12,12	1,13	9,03	14,43	12,71	1,38	9,08	15,09	12,93	2,29	3,50	15,46

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*.

Tablo 4.9. Yaş değişkenine göre titreşimsiz fonem ağırlıklı cümle (*voiceless*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları.

YAŞ	Grup I (4.00-6.11 Yaş)				Grup II (7.00-10.11 Yaş)				Grup III (11.00-14.11 Yaş)				Grup IV (15.00-17.11 Yaş)			
	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
CPP	4,77	1,07	2,98	6,40	4,13	,923	,000	6,16	4,60	1,07	2,25	7,19	4,71	1,99	2,01	11,34
CPP SD	2,93	,427	2,20	3,68	2,95	,571	,442	4,14	3,09	,540	1,96	4,07	2,68	,710	,843	4,15
L/H Ratio	23,88	3,70	17,97	30,49	22,84	2,06	17,73	27,47	21,51	6,31	25,27	3,58	25,27	3,58	19,06	35,22
L/H Ratio SD	11,28	1,89	7,87	13,89	13,04	1,59	9,58	15,89	12,93	1,54	10,67	16,80	11,70	1,86	6,96	14,64
CPP F0	256,68	19,10	223,00	284,27	252,53	16,89	207,70	284,57	242,84	20,17	181,23	282,92	206,70	45,42	105,36	266,35
CPP F0 SD	36,68	10,45	18,36	55,15	37,74	12,02	18,18	62,36	32,04	9,19	19,24	62,50	37,82	11,34	14,91	69,54
CP	10,56	1,46	7,57	12,64	11,20	1,50	6,81	15,32	11,28	1,49	7,84	14,50	10,66	2,62	5,25	17,34

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*.

Tablo 4.10. Yaş değişkenine göre bağlantılı konuşmadaki parametrelerin tanımlayıcı istatistik bulguları.

YAŞ	Grup I (4.00-6.11 Yaş)				Grup II (7.00-10.11 Yaş)				Grup III (11.00-14.11 Yaş)				Grup IV (15.00-17.11 Yaş)			
	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
CPP	5,77	1,25	3,27	8,20	6,53	1,01	4,21	8,67	6,95	1,21	4,20	9,66	7,38	1,12	4,40	9,73
CPP SD	3,09	,450	2,47	3,97	3,47	,543	2,45	5,42	3,50	,624	2,29	5,51	3,34	,495	2,24	4,52
L/H Ratio	27,83	2,36	23,56	33,31	30,64	2,84	24,05	39,99	30,91	2,95	24,99	36,59	32,72	2,76	25,09	37,62
L/H Ratio SD	8,90	1,64	5,58	11,0	8,25	1,46	5,35	11,0	8,08	1,25	6,13	10,0	7,61	1,20	5,59	10,3
CPP F0	239,75	66,7	230,5	283,8	250,92	17,5	210,65	284,83	233,97	26,23	152,37	275,92	199,14	50,20	118,75	263,89
CPP F0 SD	44,01	13,22	24,81	70,93	37,81	12,50	4,11	67,04	35,17	10,26	19,68	65,04	32,58	9,51	15,70	51,47
CP	11,23	1,23	9,40	13,34	12,32	1,05	9,37	14,23	12,70	1,45	8,90	15,59	12,85	2,50	1,49	16,37

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*.

Tablo 4.11. MDVP’de alınan /a/ fonasyonuna ait temel frekans (F0)’ın yaş değişkenine göre tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Varyansın Kaynağı		Karelerin Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Ortalamaların Karesi	F	p Değeri
F0 (Hertz)	Gruplar Arası	147080,784	3	49026,928	39,410	,000**
	Grup İçi	171673,932	138	1244,014		
	Toplam	318754,716	141			

F0: Temel Frekans; Hz: Hertz **p<0,001.

Tablo 4.11.’de görüldüğü gibi bireylerin MDVP’de alınan /a/ fonasyonuna ait F0 parametresinin yaş değişkenine göre anlamlı farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için tek yönlü varyans analizi tekniği uygulanmıştır. F0 parametresinde yapılan analiz sonucunda yaş değişkenine göre fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (F=39,410; p<0,001).

Tablo 4.12. ADSV’de alınan /a/ fonasyonuna ait parametrelerin yaş değişkenine göre tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Varyansın Kaynağı		Karelerin Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Ortalamaların Karesi	F	p Değeri
CPP	Gruplar Arası	45,887	3	15,296	4,860	,003*
	Grup İçi	443,722	141	3,147		
	Toplam	489,609	144			
CPP SD	Gruplar Arası	,428	3	,143	2,754	,045*
	Grup İçi	6,739	130	,052		
	Toplam	7,168	133			
L/H Ratio	Gruplar Arası	680,328	3	226,776	10,411	,000**
	Grup İçi	3267,328	150	21,783		
	Toplam	3947,825	153			
L/H Ratio SD	Gruplar Arası	,040	3	,013	1,257	,291
	Grup İçi	1,610	150	,011		
	Toplam	1,651	153			
CPP F0	Gruplar Arası	586,598	3	193540,866	11,806	,000**
	Grup İçi	195486,616	142	1376,666		
	Toplam	254109,214	145			
CPP F0 SD	Gruplar Arası	2,544	3	,848	3,748	,013*
	Grup İçi	10,629	148	,072		
	Toplam	13,173	151			

Tablo 4.12. Devam ADSV’de alınan /a/ fonasyonuna ait parametrelerin yaş değişkenine göre tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

CP	Gruplar Arası	96,791	2	32,264	9,420	,000**
	Grup İçi	513,769	141	3,425		
	Toplam	610,561	144			

CPP: Cepstral Peak Prominence; L/H Ratio: Low to High Spectral Ratio; CPP F0: Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency; CP: Cepstral Peak; SD: Standard Deviation. *p<0,05; **p<0,001.

Tablo 4.12.'de görüldüğü gibi bireylerin ADSV'de alınan /a/ fonasyonuna ait CPP, CPP SD, L/H Ratio, L/H Ratio SD, CPP F0, CPP F0 SD, CP parametrelerinin yaş değişkenine göre anlamlı farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için tek yönlü varyans analizi tekniği uygulanmıştır. CPP (F=4,860; p<0,05), CPP SD (F=2,754; p<0,05), L/H Ratio (F=10,411; p<0,001), CPP F0 (F=14,194; p<0,001), CPP F0 SD (F=11,806; p<0,05) ve CP (F=9,420; p<0,001) parametrelerinde yapılan analiz sonucunda yaş değişkenine göre fark, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. L/H Ratio SD parametresinde yapılan analiz sonucunda yaş değişkenine göre farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür (F=1,257; p=0,291).

Tablo 4.13. Yaş değişkenine göre ünlü fonem ağırlıklı cümle (*vowel*) parametrelerinin tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Varyansın Kaynağı		Karelerin Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Ortalamaların Karesi	F	p Değeri
CPP	Gruplar Arası	8,200	3	2,733	1,988	,120
	Grup İçi	158,157	115	1,375		
	Toplam	166,358	118			
CPP SD	Gruplar Arası	8,538	3	2,846	8,349	,000**
	Grup İçi	38,858	114	,341		
	Toplam	47,396	117			

Tablo 4.13. Devam Yaş değişkenine göre ünlü fonem ağırlıklı cümle (*vowel*) parametrelerinin tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

L/H Ratio	Gruplar Arası	54,757	3	18,252	1,63	,186
	Grup İçi	1288,001	115	11,200		
	Toplam	1342,758	118			
L/H Ratio SD	Gruplar Arası	51,455	3	17,152	3,519	,017*
	Grup İçi	560,481	115	4,874		
	Toplam	611,936	118			
CPP F0	Gruplar Arası	41660,374	3	13866,791	17,064	,000**
	Grup İçi	93589,263	115	813,820		
	Toplam	135249,637	118			
CPP F0 SD	Gruplar Arası	1748,107	3	582,702	3,659	,015*
	Grup İçi	18314,128	115	159,253		
	Toplam	20061,235	118			
CP	Gruplar Arası	18,569	3	6,190	1,984	,120
	Grup İçi	358,789	115	3,120		
	Toplam	377,358	118			

CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*. * $p < 0.05$; ** $p < 0.001$.

Tablo 4.13.'te görüldüğü gibi bireylerin ünlü fonem ağırlıklı cümledeki (*vowel*) CPP, CPP SD, L/H Ratio, L/H Ratio SD, CPP F0, CPP F0 SD, CP parametrelerinin yaş değişkenine göre anlamlı farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için tek yönlü varyans analizi tekniği uygulanmıştır. CPP ($F=1,988$; $p=0,120$), L/H Ratio ($F=1,630$; $p=0,186$) ve CP ($F=1,984$; $p=0,120$) parametrelerinde yapılan analiz sonucunda yaş değişkenine göre farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür. CPP SD

($F=8,349$; $p<0,001$), L/H *Ratio* SD ($F=3,519$; $p<0,05$), CPP F0 ($F=17,064$; $p<0,001$) ve CPP F0 SD ($F=3,659$; $p<0,05$) parametrelerinde yapılan analiz sonucunda yaş değişkenine göre fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Tablo 4.14. Yaş değişkenine göre yumuşak fonasyon gerektiren cümle (*soft*) parametrelerinin tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Varyansın Kaynağı		Karelerin Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Ortalamaların Karesi	F	p Değeri
CPP	Gruplar Arası	11,266	3	3,755	2,318	,076
	Grup İçi	183,901	115	1,599		
	Toplam	195,167	118			
CPP SD	Gruplar Arası	1,476	3	,492	1,170	,325
	Grup İçi	48,377	115	,421		
	Toplam	48,853	118			
L/H <i>Ratio</i>	Gruplar Arası	162,681	3	54,227	5,120	,002*
	Grup İçi	1297,014	115	10,409		
	Toplam	1359,696	118			
L/H <i>Ratio</i> SD	Gruplar Arası	7,330	3	2,443	,953	,418
	Grup İçi	294,989	115	2,564		
	Toplam	302,228	118			
CPP F0	Gruplar Arası	8737,338	4	2184,334	6,151	,000**
	Grup İçi	35157,222	99	355,123		
	Toplam	43894,559	103			

Tablo 4.14. Devam Yaş değişkenine göre yumuşak fonasyon gerektiren cümle (*soft*) parametrelerinin tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

CP	Gruplar					
	Arası	19,393	4	4,848	2,709	,034*
	Grup İçi	202,260	113	1,790		
	Toplam	221,653	117			

CPP: Cepstral Peak Prominence; L/H Ratio: Low to High Spectral Ratio; CPP F0: Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency; CP: Cepstral Peak; SD: Standard Deviation. *p<0,05; **p<0,001.

Tablo 4.14.'te görüldüğü gibi bireylerin yumuşak fonasyon gerektiren cümledeki (*soft*) CPP, CPP SD, L/H Ratio, L/H Ratio SD, CPP F0, CPP F0 SD, CP parametrelerinin yaş değişkenine göre anlamlı farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için tek yönlü varyans analizi tekniği uygulanmıştır. CPP (F=2,318; p=0,076), CPP SD (F=1,170; p=0,325) ve L/H Ratio SD (F=1,551; p=0,192) parametrelerinde yapılan analiz sonucunda yaş değişkenine göre farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür. L/H Ratio (F=5,210; p<0,05), CPP F0 (F=6,151; p<0,001), CPP F0 SD (F=2,596; p<0,001) ve CP (F=2,709; p<0,05) parametrelerinde yapılan analiz sonucunda yaş değişkenine göre fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Tablo 4.15. Yaş değişkenine göre titreşimli fonem ağırlıklı cümle (*voiced*) parametrelerinin tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Varyansın Kaynağı	Karelerin Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Ortalamaların Karesi	F	p Değeri	
CPP	Gruplar	28,961	3	9,654	7,776	,000**
	Arası					
	Grup İçi	144,019	116	1,242		
	Toplam	172,981	119			
CPP SD	Gruplar	1,909	3	,636	2,188	,093
	Arası					
	Grup İçi	33,725	116	,291		
	Toplam	35,634	119			

Tablo 4.15. Devam Yaş değişkenine göre titreşimli fonem ağırlıklı cümle (*voiced*) parametrelerinin tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

L/H Ratio	Gruplar Arası	234,423	3	78,141	9,946	,000**
	Grup İçi	911,310	116	7,856		
	Toplam	1145,733	119			
L/H Ratio SD	Gruplar Arası	17,456	3	5,819	3,057	,031*
	Grup İçi	220,822	116	1,904		
	Toplam	238,279	119			
CPP F0	Gruplar Arası	13693,679	3	4564,560	8,899	,000**
	Grup İçi	53346,984	104	512,952		
	Toplam	67040,663	107			
CPP F0 SD	Gruplar Arası	15080,558	3	456,050	3,508	,018*
	Grup İçi	16448,708	116	130,005		
	Toplam	14546,839	119			
CP	Gruplar Arası	26,946	3	8,982	3,223	,025*
	Grup İçi	323,255	116	2,787		
	Toplam	350,201	119			

CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*. * $p < 0.05$; ** $p < 0.001$.

Tablo 4.15.'te görüldüğü gibi bireylerin titreşimli fonem ağırlıklı cümledeki (*voiced*) CPP, CPP SD, L/H Ratio, L/H Ratio SD, CPP F0, CPP F0 SD, CP parametrelerinin yaş değişkenine göre anlamlı farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için tek yönlü varyans analizi tekniği uygulanmıştır. CPP ($F=7,776$; $p < 0,001$), L/H Ratio ($F=9,946$; $p < 0,001$), L/H Ratio SD ($F=3,057$; $p < 0,05$), CPP F0 ($F=8,899$; $p < 0,001$), CPP F0 SD ($F=3,508$; $p < 0,05$) ve CP ($F=3,223$; $p < 0,05$) parametrelerinde yapılan analiz sonucunda yaş değişkenine göre fark istatistiksel olarak anlamlı

bulunmuştur CPP SD parametresinde yapılan analiz sonucunda yaş değişkenine göre farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür ($F=2,188$; $p=0,093$).

Tablo 4.16. Yaş değişkenine göre sert glottal atak gerektiren cümle (*hard*) parametrelerinin tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Varyansın Kaynağı		Karelerin Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Ortalamaların Karesi	F	p Değeri
CPP	Gruplar Arası	6,229	3	2,100	1,809	,149
	Grup İçi	134,631	116	1,161		
	Toplam	140,931	119			
CPP SD	Gruplar Arası	,842	4	,281	3,361	,371
	Grup İçi	30,956	115	,267		
	Toplam	31,798	119			
L/H Ratio	Gruplar Arası	87,631	3	29,201	1,026	,021*
	Grup İçi	1008,231	116	8,692		
	Toplam	1095,862	119			
L/H Ratio SD	Gruplar Arası	12,068	3	4,023	1,026	,384
	Grup İçi	454,717	116	3,920		
	Toplam	466,785	119			
CPP F0	Gruplar Arası	8541,925	3	2847,308	6,617	,000**
	Grup İçi	44751,029	104	430,298		
	Toplam	53292,954	107			
CPP F0 SD	Gruplar Arası	1240,069	3	413,356	3,445	,019*
	Grup İçi	13920,025	116	120,000		
	Toplam	15160,094	119			

Tablo 4.16. Devam Yaş değişkenine göre sert glottal atak gerektiren cümle (*hard*) parametrelerinin tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

CP	Gruplar Arası	34,804	3	11,601	4,047	,009*
	Grup İçi	332,500	116	2,866		
	Toplam	367,304	119			

CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*. * $p < 0,05$; ** $p < 0,001$.

Tablo 4.16.'da görüldüğü gibi bireylerin sert glottal atak gerektiren cümledeki (*hard*) CPP, CPP SD, L/H Ratio, L/H Ratio SD, CPP F0, CPP F0 SD, CP parametrelerinin yaş değişkenine göre anlamlı farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için tek yönlü varyans analizi tekniği uygulanmıştır. CPP ($F=1,809$; $p=0,149$), CPP ($F=1,052$; $p=0,372$) ve L/H Ratio SD ($F=1,026$; $p=0,384$) parametrelerinde yapılan analiz sonucunda yaş değişkenine göre farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür. L/H Ratio ($F=3,361$; $p < 0,05$), CPP F0 ($F=6,617$; $p < 0,001$), CPP F0 SD ($F=3,445$; $p < 0,05$) ve CP ($F=4,047$; $p < 0,05$) parametrelerinde yapılan analiz sonucunda yaş değişkenine göre fark istatistiksel olarak anlamlıdır.

Tablo 4.17. Yaş değişkenine göre nazal fonem ağırlıklı cümle (*nasal*) parametrelerinin tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Varyansın Kaynağı		Karelerin Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Ortalamaların Karesi	F	p Değeri
CPP	Gruplar Arası	37,746	3	212,582	8,335	,000**
	Grup İçi	173,597	115	1,510		
	Toplam	211,344	118			
CPP SD	Gruplar Arası	1,588	3	1,294	1,603	,193
	Grup İçi	37,982	115	,302		
	Toplam	39,570	118			

Tablo 4.17. Devam Yaş değişkenine göre nazal fonem ağırlıklı cümle (*nasal*) parametrelerinin tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

L/H Ratio	Gruplar Arası	284,978	3	94,993	10,224	,000**
	Grup İçi	1068,507	115	9,291		
	Toplam	1353,485	118			
L/H Ratio SD	Gruplar Arası	12,503	3	4,168	1,194	,315
	Grup İçi	401,514	115	3,491		
	Toplam	414,017	118			
CPP F0	Gruplar Arası	7329,066	3	2443,022	4,767	,004*
	Grup İçi	51764,222	101	512,517		
	Toplam	59093,288	104			
CPP F0 SD	Gruplar Arası	1,078	3	,359	3,556	,017*
	Grup İçi	11,623	115	,101		
	Toplam	12,702	118			
CP	Gruplar Arası	16,009	3	5,336	1,274	,287
	Grup İçi	481,643	115	4,118		
	Toplam	497,652	118			

CPP: Cepstral Peak Prominence; L/H Ratio: Low to High Spectral Ratio; CPP F0: Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency; CP: Cepstral Peak; SD: Standard Deviation. * $p < 0,05$; ** $p < 0,001$.

Tablo 4.17.'de görüldüğü gibi bireylerin nazal fonem ağırlıklı cümledeki (*nasal*) CPP, CPP SD, L/H Ratio, L/H Ratio SD, CPP F0, CPP F0 SD, CP parametrelerinin yaş değişkenine göre anlamlı farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için tek yönlü varyans analizi tekniği uygulanmıştır. CPP ($F=8,335$; $p < 0,001$), L/H Ratio ($F=10,224$; $p < 0,001$), CPP F0 ($F=4,767$; $p < 0,05$) ve CPP F0 SD ($F=3,556$; $p < 0,05$) parametrelerinde yapılan analiz sonucunda yaş değişkenine göre fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. CPP SD ($F=1,603$; $p=0,193$), L/H Ratio SD ($F=1,194$; $p=0,315$) ve CP

($F=1,274$; $p=0,287$) parametrelerinde yapılan analiz sonucunda yaş değişkenine göre farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür.

Tablo 4.18. Yaş değişkenine göre titreşimsiz fonem ağırlıklı cümle (*voiceless*) parametrelerinin tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Varyansın Kaynağı		Karelerin Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Ortalamaların Karesi	F	p Değeri
CPP	Gruplar Arası	,182	3	,061	,924	,432
	Grup İçi	7,561	115	,066		
	Toplam	7,744	118			
CPP SD	Gruplar Arası	,184	3	,061	2,385	,073
	Grup İçi	2,985	116	,026		
	Toplam	3,169	119			
L/H Ratio	Gruplar Arası	46,368	3	15,456	2,735	,047*
	Grup İçi	621,576	110	5,651		
	Toplam	667,944	113			
L/H Ratio SD	Gruplar Arası	59,323	3	19,774	6,852	,000**
	Grup İçi	334,775	116	2,886		
	Toplam	392,098	119			
CPP F0	Gruplar Arası	6769,386	3	2256,462	6,371	,001*
	Grup İçi	34356,108	97	354,187		
	Toplam	41125,493	100			
CPP F0 SD	Gruplar Arası	613,481	3	204,494	1,640	,184
	Grup İçi	14467,084	116	125,716		
	Toplam	15080,566	119			

Tablo 4.18. Devam Yaş değişkenine göre titreşimsiz fonem ağırlıklı cümle (*voiceless*) parametrelerinin tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

CP	Gruplar Arası	10,072	3	3,357	,955	,417
	Grup İçi	407,993	116	3,517		
	Toplam	418,064	119			

CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*. * $p<0,05$; ** $p<0,001$.

Tablo 4.18.'de görüldüğü gibi bireylerin titreşimsiz fonem ağırlıklı cümledeki (*voiceless*) CPP, CPP SD, L/H Ratio, L/H Ratio SD, CPP F0, CPP F0 SD, CP parametrelerinin yaş değişkenine göre anlamlı farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için tek yönlü varyans analizi tekniği uygulanmıştır. CPP ($F=0,924$; $p=0,432$), CPP SD ($F=2,385$; $p=0,073$), CPP F0 SD ($F=1,640$; $p=0,184$) ve CP ($F=,955$; $p=0,417$) parametrelerinde yapılan analiz sonucunda yaş değişkenine göre farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür. L/H Ratio ($F=2,735$; $p<0,05$), L/H Ratio SD ($F=6,852$; $p<0,001$) ve CPP F0 ($F=6,371$; $p<0,05$) parametrelerinde yapılan analiz sonucunda yaş değişkenine göre fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Tablo 4.19. Yaş değişkenine göre bağlantılı konuşmadaki parametrelerin tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Varyansın Kaynağı		Karelerin Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Ortalamaların Karesi	F	p Değeri
CPP	Gruplar Arası	,567	3	,189	1,978	,121
	Grup İçi	11,845	124	,096		
	Toplam	12,412	127			
CPP SD	Gruplar Arası	2,550	3	,850	2,484	,064
	Grup İçi	42,446	124	,342		
	Toplam	44,997	127			

Tablo 4.19. Devam Yaş değişkenine göre bağlantılı konuşmadaki parametrelerin tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

L/H Ratio	Gruplar Arası	38,465	3	12,822	6,283	,001*
	Grup İçi	240,816	118	2,041		
	Toplam	279,282	121			
L/H Ratio SD	Gruplar Arası	1,339	3	,446	3,081	,000**
	Grup İçi	17,964	124	,145		
	Toplam	19,303	127			
CPP F0	Gruplar Arası	20450,540	3	6816,998	11,960	,003*
	Grup İçi	65545,540	115	569,961		
	Toplam	85996,534	118			
CPP F0 SD	Gruplar Arası	2112,937	3	704,312	4,888	,009*
	Grup İçi	178667,515	124	144,093		
	Toplam	19980,452	127			
CP	Gruplar Arası	83,676	3	27,559	3,995	,009*
	Grup İçi	855,390	123	6,898		
	Toplam	938,065	127			

CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*. * $p < 0,05$; ** $p < 0,001$.

Tablo 4.19.'da görüldüğü gibi bireylerin bağlantılı konuşmadaki CPP, CPP SD, L/H Ratio, L/H Ratio SD, CPP F0, CPP F0 SD, CP parametrelerinin yaş değişkenine göre anlamlı farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için tek yönlü varyans analizi tekniği uygulanmıştır. CPP ($F=1,978$; $p=0,121$) ve CPP SD ($F=2,484$; $p=0,064$) parametrelerinde yapılan analiz sonucunda yaş değişkenine göre farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür. L/H Ratio ($F=3,081$; $p < 0,05$), L/H Ratio SD ($F=6,283$; $p < 0,001$), CPP F0

($F=11,960$; $p<0,05$), CPP F0 SD ($F=4,888$; $p<0,05$) ve CP ($F=3,995$; $p<0,05$) parametrelerinde yapılan analiz sonucunda yaş değişkenine göre farkın istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Tablo 4.20. MDVP’de alınan /a/ fonasyonuna ait temel frekans (F0)’ın yaş değişkenine göre LSD testi sonuçları.

/a/ fonasyonu	p değeri	Post hoc sonuçları
F0 (Hz)	0,000**	Grup I>Grup II>Grup III>Grup IV

F0: Temel Frekans; Hz: Hertz ** $p<0,001$.

Çalışmaya alınan 4.00-17.11 yaş arasındaki bireylerin MDVP’de alınan /a/ fonasyonuna ait temel frekans (F0)’ın yaşa bağlı olarak istatistiksel olarak değişimleri Tablo 4.20.’de gösterilmiştir. F0 parametresinde tüm yaş gruplarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,001$). Yaş artışı ile beraber F0 parametresinde düşüş olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 4.21. ADSV’de alınan /a/fonasyonuna ait parametrelerin yaş değişkenine göre LSD testi sonuçları.

/a/ fonasyonu	p değeri	Post hoc sonuçları
CPP	0,003*	Grup IV>Grup III>Grup II>Grup I
CPP SD	0,045*	Grup IV>Grup I>Grup III>Grup II
L/H Ratio	0,000**	Grup IV>Grup III>Grup II>Grup I
L/H Ratio SD	0,291	
CPP F0	0,000**	Grup I>Grup II>Grup III >Grup IV
CPP F0 SD	0,013*	Grup I>Grup II>Grup III >Grup IV
CP	0,000**	Grup IV>Grup III>Grup II>Grup I

CPP: Cepstral Peak Prominence; L/H Ratio: Low to High Spectral Ratio; CPP F0: Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency; CP: Cepstral Peak; SD: Standard Deviation. * $p<0,05$; ** $p<0,001$.

Çalışmaya alınan 4.00-17.11 yaş arasındaki bireylerin ADSV'de alınan /a/ fonasyonuna ait parametrelerinin yaş değişkenine göre istatistiksel olarak değişimleri Tablo 4.21.'de gösterilmiştir. CPP parametresinde tüm yaş gruplarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). Yaş artışı ile beraber CPP parametresinde artış olduğu sonucuna ulaşılmıştır. CPP SD parametresinde Grup IV'teki çocukların, Grup I, Grup II ve Grup III'teki çocuklara göre daha yüksek değer elde ettiği ve bu değerlerin istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). Yaş artışı ile beraber L/H *Ratio* parametresinde artış olduğu görülmüş ve tüm yaş gruplarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,001$). L/H *Ratio* SD parametresinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). CPP F0 parametresinde yaş ile beraber düşüş gözlenmiştir. CPP F0 parametresinde tüm yaş gruplarında fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). CPP F0 SD parametresinde yaş ile beraber düşüş gözlenmiştir. CPP F0 parametresinde tüm yaş gruplarında fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). CP parametresinde yaş ile beraber artış olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tüm yaş gruplarında fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,001$).

Tablo 4.22. Yaş değişkenine göre ünlü fonem ağırlıklı cümle (*vowel*) parametrelerinin LSD testi sonuçları.

<i>Vowel</i>	p değeri	Post hoc sonuçları
CPP	0,120	
CPP SD	0,000**	Grup IV>Grup III>Grup II>Grup I
L/H <i>Ratio</i>	0,186	
L/H <i>Ratio</i> SD	0,017*	Grup II>Grup IV>Grup III>Grup I
CPP F0	0,000**	Grup I>Grup II>Grup III>Grup IV
CPP F0 SD	0,015*	Grup II>Grup I>Grup IV>Grup III
CP	0,120	

CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H *Ratio*: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*. * $p<0,05$; ** $p<0,001$.

Çalışmaya alınan 4.00-17.11 yaş arasındaki bireylerin yaşa bağlı olarak ünlü fonem ağırlıklı cümledeki (*vowel*) parametrelerin istatistiksel olarak değişimleri Tablo 4.22.'de gösterilmiştir. CPP parametresinde tüm yaş grupları için fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). CPP SD parametresinde yaş ile beraber bir artış görülmüştür. CPP SD parametresi için yaş gruplarındaki fark istatistiksel olarak

anlamlıdır ($p < 0,001$). *L/H Ratio* parametresinde tüm yaş grupları için fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$). *L/H Ratio SD* parametresinde Grup II'deki çocukların Grup IV, Grup III ve Grup I'deki çocuklara göre daha yüksek bir değer elde ettiği ve yaş grupları için farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır ($p < 0,05$). CPP F0 parametresinde yaş ile beraber düşüş gözlenmiştir. CPP F0 parametresinde tüm yaş gruplarında fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,001$). CPP F0 SD parametresinde Grup II'deki çocuklar Grup I, Grup IV ve Grup III'teki çocuklara göre daha yüksek değerler elde etmişlerdir. Yaş gruplarındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,05$). CP parametresinde tüm yaş grupları için fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. ($p > 0,05$).

Tablo 4.23. Yaş değişkenine göre yumuşak fonasyon gerektiren cümle (*soft*) parametrelerinin LSD testi sonuçları.

<i>Soft</i>	p değeri	Post hoc sonuçları
CPP	0,076	
CPP SD	0,325	
L/H Ratio	0,002*	Grup II>Grup III>Grup I>Grup IV
L/H Ratio SD	0,418	
CPP F0	0,000**	Grup I>Grup II>Grup III>Grup IV
CPP F0 SD	0,040*	Grup I>Grup II>Grup IV>Grup III
CP	0,034*	Grup I>Grup II>Grup III>Grup IV

CPP: Cepstral Peak Prominence; L/H Ratio: Low to High Spectral Ratio; CPP F0: Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency; CP: Cepstral Peak; SD: Standard Deviation. * $p < 0,05$; ** $p < 0,001$.

Çalışmaya alınan 4.00-17.11 yaş arasındaki bireylerin yaşa bağlı olarak yumuşak fonasyon gerektiren cümledeki (*soft*) parametrelerin istatistiksel olarak değişimleri Tablo 4.23.'te gösterilmiştir. CPP ve CPP SD parametrelerinde tüm yaş grupları için fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$). *L/H Ratio* parametresinde Grup II'deki çocukların Grup III, Grup I ve Grup IV'teki çocuklara göre daha yüksek bir değer elde ettiği sonucuna ulaşılmıştır. *L/H Ratio* parametresi için yaş gruplarındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,05$). *L/H Ratio SD* parametresinde tüm yaş grupları için fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$). CPP F0 parametresinde yaş ile beraber düşüş gözlenmiştir. CPP F0 parametresinde tüm yaş gruplarında fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,001$). CPP F0 SD parametresinde Grup

I'deki çocuklar Grup II, Grup IV ve Grup III'teki çocuklara göre daha yüksek değerler elde etmişlerdir. Yaş gruplarındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). CP parametresinde yaş ile beraber düşüş gözlenmiştir. CP parametresinde tüm yaş gruplarında fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 4.24. Yaş değişkenine göre titreşimli fonem ağırlıklı cümle (*voiced*) parametrelerin LSD testi sonuçları

<i>Voiced</i>	p değeri	Post hoc sonuçları
CPP	0,000**	Grup IV>Grup III>Grup II>Grup I
CPP SD	0,093	
L/H Ratio	0,000**	Grup IV>Grup III>Grup II>Grup I
L/H Ratio SD	0,001*	Grup I>Grup II>Grup III>Grup IV
CPP F0	0,000**	Grup I>Grup II>Grup III>Grup IV
CPP F0 SD	0,018*	Grup I>Grup II>Grup III >Grup IV
CP	0,025*	Grup IV>Grup III>Grup II>Grup I

CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*. * $p<0,05$; ** $p<0,001$.

Çalışmaya alınan 4.00-17.11 yaş arasındaki bireylerin yaşa bağlı olarak titreşimli fonem ağırlıklı cümledeki (*voiced*) fonasyonundaki parametrelerin istatistiksel olarak değişimleri Tablo 4.24.'te gösterilmiştir. CPP parametresinde yaş ile beraber artış gözlenmiştir. CPP parametresinde tüm yaş gruplarında fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). CPP SD parametresinde tüm yaş grupları için fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). L/H Ratio parametresinde yaş ile beraber artış olduğu sonucuna ulaşılmıştır. L/H Ratio SD parametresinde tüm yaş grupları için fark istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p<0,001$). L/H Ratio SD parametresinde yaş ile beraber düşüş olduğu sonucuna ulaşılmıştır ve L/H Ratio parametresinde tüm yaş grupları için farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p<0,05$). CPP F0 parametresinde yaş ile beraber düşüş olduğu görülmüştür. CPP F0 parametresi için tüm yaş gruplarında fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,001$). CPP F0 SD parametresinde yaş artışı ile beraber daha düşük değerler elde edildiği görülmüştür. CPP F0 SD parametresinde yaş grupları için fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). CP parametresinde yaş ile beraber artış olduğu sonucuna ulaşılmıştır ve CP parametresinde tüm yaş grupları için farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p<0,05$).

Tablo 4.25. Yaş değişkenine göre sert glottal atak gerektiren cümle (*hard*) parametrelerinin LSD testi sonuçları.

<i>Hard</i>	p değeri	Post hoc sonuçları
CPP	0,149	
CPP SD	0,372	
L/H Ratio	0,021*	Grup IV>Grup III>Grup II>Grup I
L/H Ratio SD	0,384	
CPP F0	0,000**	Grup I>Grup II>Grup III>Grup IV
CPP F0 SD	0,019*	Grup I>Grup II>Grup III>Grup IV
CP	0,009*	Grup IV>Grup III>Grup II>Grup I

CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*. * $p<0,05$; ** $p<0,001$.

Çalışmaya alınan 4.00-17.11 yaş arasındaki bireylerin yaşa bağlı olarak sert glottal atak gerektiren cümlenin (*hard*) parametrelerin istatistiksel olarak değişimleri Tablo 4.25.'te gösterilmiştir. CPP ve CPP SD parametrelerinde tüm yaş grupları için fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). L/H Ratio parametresinde yaş ile beraber artış olduğu sonucuna ulaşılmıştır. L/H Ratio parametresinde tüm yaş grupları için fark istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p<0,05$). L/H Ratio SD parametresinde tüm yaş grupları için fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). CPP F0 parametresinde yaş ile beraber düşüş olduğu görülmüştür. CPP F0 parametresi için tüm yaş gruplarında fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,001$). CPP F0 SD parametresinde yaş artışı ile beraber daha düşük değerler elde edildiği görülmüştür. CPP F0 SD parametresinde yaş grupları için fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). CP parametresinde yaş ile beraber artış olduğu sonucuna ulaşılmıştır ve CP parametresinde tüm yaş grupları için farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p<0,05$).

Tablo 4.26. Yaş değişkenine göre nazal fonem ağırlıklı cümle (*nasal*) parametrelerinin LSD testi sonuçları.

<i>Nasal</i>	p değeri	Post hoc sonuçları
CPP	0,000**	Grup IV>Grup III>Grup II>Grup I
CPP SD	0,193	
L/H Ratio	0,000**	Grup IV>Grup III>Grup II>Grup I
L/H Ratio SD	0,315	
CPP F0	0,004*	Grup I>Grup II>Grup III>Grup IV
CPP F0 SD	0,017*	Grup I>Grup II>Grup IV>Grup III
CP	0,287	

CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*. * $p<0,05$; ** $p<0,001$.

Çalışmaya alınan 4.00-17.11 yaş arasındaki bireylerin yaşa bağlı olarak nazal fonem ağırlıklı cümledeki (*nasal*) parametrelerin istatistiksel olarak değişimleri Tablo 4.26.'da gösterilmiştir. CPP parametresinde tüm yaş gruplarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,001$). Yaş artışı ile beraber CPP parametresinde artış olduğu sonucuna ulaşılmıştır. CPP SD parametresinde tüm yaş grupları için fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). L/H Ratio parametresinde yaş ile beraber artış olduğu sonucuna ulaşılmıştır. L/H Ratio parametresinde tüm yaş grupları için fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,001$). L/H Ratio SD parametresinde tüm yaş grupları için fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). CPP F0 parametresinde yaş ile beraber düşüş olduğu görülmüştür. CPP F0 parametresi için tüm yaş gruplarında fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). CPP F0 SD parametresinde yaş artışı ile beraber daha düşük değerler elde edildiği görülmüştür. CPP F0 SD parametresinde yaş grupları için fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). CP parametresinde tüm yaş grupları için fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4.27. Yaş değişkenine göre titreşimsiz fonem ağırlıklı cümledeki (*voiceless*) parametrelerin LSD testi sonuçları.

<i>Voiceless</i>	p değeri	Post hoc sonuçları
CPP	0,432	
CPP SD	0,073	
L/H Ratio	0,047*	Grup IV>Grup I>Grup II>Grup III
L/H Ratio SD	0,000**	Grup II>Grup III>Grup IV>Grup I
CPP F0	0,001*	Grup I>Grup II>Grup III>Grup IV
CPP F0 SD	0,184	
CP	0,417	

CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*. * $p<0,05$; ** $p<0,001$.

Çalışmaya alınan 4.00-17.11 yaş arasındaki bireylerin yaşa bağlı olarak titreşimsiz fonem ağırlıklı cümledeki (*voiceless*) parametrelerin istatistiksel olarak değişimleri Tablo 4.27.'de gösterilmiştir. CPP ve CPP SD parametrelerinde yaş grupları için fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). L/H Ratio parametresinde Grup IV'teki çocukların Grup I, Grup II ve Grup III'teki çocuklara göre daha yüksek değerler elde ettiği sonucuna ulaşılmıştır. L/H Ratio parametresi için tüm yaş gruplarında fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). L/H Ratio SD parametresinin, Grup II'deki çocukların Grup III, Grup IV ve Grup I'deki çocuklara göre daha yüksek değerler elde ettiği sonucuna ulaşılmıştır ve tüm yaş gruplarında fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). CPP F0 parametresinde yaş ile beraber düşüş olduğu görülmüştür. CPP F0 parametresi için tüm yaş gruplarında fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). CPP F0 SD ve CP parametrelerinde tüm yaş grupları için fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4.28. Yaş değişkenine göre bağlantılı konuşmadaki parametrelerin LSD testi sonuçları.

<i>Bağlantılı Konuşma</i>	p değeri	Post hoc sonuçları
CPP	0,121	
CPP SD	0,064	
L/H Ratio	0,030*	Grup IV>Grup III>Grup II>Grup I
L/H Ratio SD	0,000**	Grup IV>Grup II>Grup I>Grup III
CPP F0	0,001*	Grup I>Grup II>Grup III>Grup IV
CPP F0 SD	0,003*	Grup I>Grup II>Grup IV>Grup III
CP	0,009*	Grup I>Grup II>Grup III>Grup IV

CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*. * $p<0,05$; ** $p<0,001$.

Çalışmaya alınan 4.00-17.11 yaş arasındaki bireylerin yaşa bağlı olarak bağlantılı konuşmadaki parametrelerin istatistiksel olarak değişimleri Tablo 4.28.'de gösterilmiştir. CPP ve CPP SD parametrelerinde yaş grupları için fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). L/H Ratio parametresinde yaş ile beraber artış olduğu sonucuna ulaşılmıştır. L/H Ratio parametresinde tüm yaş grupları için fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). L/H Ratio parametresi için Grup IV'teki çocukların Grup II, Grup I ve Grup II'deki çocuklara göre daha yüksek değerler elde ettiği görülmüştür. L/H Ratio SD parametresinde tüm yaş grupları için farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır ($p<0,001$). CPP F0 parametresinde yaş ile beraber düşüş olduğu görülmüştür. CPP F0 SD parametresi için tüm yaş gruplarında fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). CPP F0 SD parametresinde Grup I'deki çocukların, Grup II, Grup IV ve Grup III'teki çocuklara göre daha yüksek değerler elde ettiği görülmüştür. CPP F0 SD parametresi için tüm yaş gruplarında farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır ($p<0,05$). Yaş artışı ile beraber CP parametresinde artış görülmüştür ve tüm yaş grupları için fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

Cinsiyet değişkenine göre; MDVP'de alınan /a/ fonasyonuna ait temel frekans (F0)'ın tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.29.'da, ADSV'de alınan /a/ fonasyonuna ait parametrelerin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.30.'da, Ünlü fonem ağırlıklı cümle (*vowel*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.31.'de, yumuşak

fonasyon gerektiren cümle (*soft*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.32.'de, titreşimli fonem ağırlıklı cümle (*voiced*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.33.'te, sert glottal atak gerektiren cümle (*hard*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.34.'te, nazal fonem ağırlıklı cümle (*nasal*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.35.'te, titreşimsiz fonem ağırlıklı cümle (*voiceless*) parametrelerin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.36.'da, bağlantılı konuşmadaki parametrelerin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.37.'de sunulmuştur.

Tablo 4.29. MDVP'de alınan /a/ fonasyonuna ait temel frekans (F0)'ın cinsiyet değişkenine göre tanımlayıcı istatistik bulguları.

CİNSİYET	Erkek				Kız			
	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
F0 (Hz)	225,66	42,15	124,31	283,16	230,91	34,74	240,31	368,02

F0: Temel Frekans; Ort.: Ortalama; SS: Standart Sapma; Min.: Minimum; Maks.: Maksimum; Hz: Hertz.

Tablo 4.30. ADSV’de alınan /a/ fonasyonuna ait parametrelerin cinsiyet değişkenine göre tanımlayıcı istatistik bulguları.

CİNSİYET	Erkek				Kız			
/a/ fonasyonu	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
CPP	10,27	2,56	4,46	15,75	10,69	1,93	3,92	15,75
CPP SD	,958	,827	,306	4,49	,846	,950	,265	8,14
L/H Ratio	33,56	5,27	21,37	42,99	33,63	4,92	18,75	48,04
L/H Ratio SD	2,95	4,57	,789	31,78	2,46	3,67	,908	32,61
CPP F0	222,33	59,69	91,02	301,20	242,39	36,29	123,01	301,20
CPP F0 SD	10,95	17,63	,000	87,15	13,52	18,10	,000	69,37
CP	12,42	2,27	7,63	17,34	12,31	1,70	6,21	16,11

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*.

Tablo 4.31. Cinsiyet değişkenine göre ünlü fonem ağırlıklı cümle (*vowel*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları.

CİNSİYET	Erkek				Kız			
<i>Vowel</i>	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
CPP	5,88	1,31	3,70	11,74	5,55	1,04	3,48	10,73
CPP SD	3,28	,794	,411	4,71	3,50	,567	,666	4,74
L/H Ratio	28,04	3,84	14,22	39,82	27,25	2,85	20,07	33,12
L/H Ratio SD	10,63	2,40	2,140	14,43	11,45	2,09	1,57	20,28
CPP F0	231,97	44,93	129,73	300,78	248,24	15,33	206,22	277,33
CPP F0 SD	34,56	14,35	1,29	72,44	39,36	11,33	5,34	59,72
CP	11,91	1,95	3,99	15,40	12,48	1,59	8,47	19,49

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*.

Tablo 4.32. Cinsiyet değişkenine göre yumuşak fonasyon gerektiren cümle (*soft*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları.

CİNSİYET	Erkek				Kız			
<i>Soft</i>	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
CPP	6,89	1,52	4,60	13,95	6,8	1,02	4,11	8,53
CPP SD	3,22	,563	1,08	4,27	3,54	,690	2,37	7,00
L/H Ratio	29,95	3,39	22,01	42,17	28,88	3,33	21,18	35,68
L/H Ratio SD	9,58	1,75	1,93	13,35	10,12	1,41	7,48	14,44
CPP F0	223,59	46,60	131,17	290,49	241,79	24,87	130,39	280,57
CPP F0 SD	35,77	11,47	,798	64,00	37,11	10,80	22,29	71,27
CP	12,30	1,66	8,85	16,16	12,48	1,06	9,53	14,36

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*.

Tablo 4.33. Cinsiyet değişkenine göre titreşimli fonem ağırlıklı cümle (*voiced*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları.

CİNSİYET	Erkek				Kız				
	<i>Voiced</i>	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
CPP		6,80	1,40	3,27	9,73	6,74	1,00	4,31	9,07
CPP SD		3,36	,566	2,24	5,51	3,43	,531	2,24	5,42
L/H Ratio		31,21	3,38	24,99	39,99	30,74	2,83	23,56	37,62
L/H Ratio SD		8,04	1,43	5,54	11,04	8,17	1,40	5,35	11,03
CPP F0		220,67	55,14	23,58	284,83	242,40	23,72	148,37	269,91
CPP F0 SD		34,08	11,29	15,16	67,04	38,71	11,81	4,11	70,93
CP		12,13	2,17	1,49	15,66	12,70	1,10	10,19	16,37

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*.

Tablo 4.34. Cinsiyet değişkenine göre sert glottal atak gerektiren cümle (*hard*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları

CİNSİYET	Erkek				Kız			
<i>Hard</i>	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
CPP	6,07	1,18	3,43	9,18	5,99	1,00	3,55	9,48
CPP SD	3,14	,484	2,24	5,51	3,36	,526	2,11	5,42
L/H Ratio	28,32	3,29	22,16	36,25	27,07	2,67	20,58	35,90
L/H Ratio SD	10,19	2,12	,979	14,55	11,20	1,72	5,58	14,03
CPP F0	225,70	47,51	122,81	287,48	243,70	19,44	155,34	271,21
CPP F0 SD	33,65	12,69	11,96	80,24	38,35	9,39	21,63	64,99
CP	11,71	2,10	1,49	2,95	15,92	1,33	8,68	16,35

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*.

Tablo 4.35. Cinsiyet değişkenine göre nazal fonem ağırlıklı cümle (*nasal*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları.

CİNSİYET	Erkek				Kız			
<i>Nasal</i>	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
CPP	6,80	1,56	3,68	10,60	6,72	1,11	2,80	8,98
CPP SD	3,14	,484	2,24	4,12	3,36	,526	2,14	6,24
L/H Ratio	29,15	3,08	22,36	35,44	28,50	3,63	21,08	38,67
L/H Ratio SD	10,19	2,12	7,22	14,39	11,51	2,04	7,48	20,53
CPP F0	225,97	49,25	117,05	288,63	242,73	25,56	132,08	282,89
CPP F0 SD	28,98	10,91	13,06	70,25	34,81	10,71	18,29	64,48
CP	12,46	2,35	9,08	24,81	12,46	1,76	3,50	15,24

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*.

Tablo 4.36. Cinsiyet değişkenine göre titreşimsiz fonem ağırlıklı cümle (*voiceless*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları.

CİNSİYET	Erkek				Kız			
<i>Voiceless</i>	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
CPP	4,51	1,48	,000	10,20	4,40	1,23	2,01	11,34
CPP SD	2,88	,527	1,37	4,15	2,92	,671	,442	4,15
L/H Ratio	23,77	4,18	3,38	33,48	22,98	3,86	1,85	35,22
L/H Ratio SD	12,38	1,73	6,96	15,89	12,54	1,90	6,96	16,80
CPP F0	229,67	44,10	105,36	284,27	246,37	19,84	150,54	284,57
CPP F0 SD	34,28	11,36	14,91	69,54	38,53	10,85	14,91	62,50
CP	10,80	1,99	5,25	16,03	11,18	1,75	5,45	17,34

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*.

Tablo 4.37. Cinsiyet değişkenine göre bağlantılı konuşmadaki parametrelerin tanımlayıcı istatistik bulguları.

CINSİYET	Erkek				Kız				
	Bağlantılı Konuşma	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
CPP		5,33	1,59	,624	11,27	5,29	1,19	1,93	9,66
CPP SD		3,41	,682	,556	4,55	3,53	,500	2,18	4,56
L/H Ratio		25,78	5,55	18,26	59,84	24,53	2,70	18,12	30,49
L/H Ratio SD		11,37	2,21	2,15	15,86	11,99	2,66	1,36	26,38
CPP F0		223,46	43,85	129,96	281,66	236,93	33,94	250,50	279,05
CPP F0 SD		36,57	14,09	4,04	72,18	39,43	11,29	15,54	60,09
CP		12,13	1,99	8,23	16,44	12,79	3,22	7,34	35,22

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*.

Tablo 4.38. MDVP’de alınan /a/ fonasyonuna ait temel frekans (F0)’ın cinsiyet değişkenine göre LSD testi sonuçları.

	p değeri	Post hoc Sonuçları
F0 (Hz)	0,000**	K>E

F0: Temel Frekans K: Kız, E: Erkek; Hetz: Hz **p<0,001.

Çalışmaya alınan 4.00-17.11 yaş arasındaki bireylerin MDVP’de alınan /a/ fonasyonuna ait temel frekans (F0)’ın cinsiyete bağlı olarak istatistiksel olarak değişimleri Tablo 4.38.’de gösterilmiştir. F0 parametresinde cinsiyet gruplarında fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0,001). F0 parametresinde kız çocukların erkek çocuklara göre daha yüksek değerler elde ettiği görülmüştür.

Tablo 4.39. ADSV’de alınan /a/ fonasyonuna ait parametrelerin cinsiyet değişkenine göre LSD testi sonuçları.

/a/ fonasyonu	p değeri	Post hoc Sonuçları
CPP	0,458	
CPP SD	0,176	
L/H Ratio	0,787	
L/H Ratio SD	0,775	
CPP F0	0,001*	K>E
CPP F0 SD	0,030*	K>E
CP	0,755	

CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*, K: Kız, E: Erkek *p<0,05.

Çalışmaya alınan 4.00-17.11 yaş arasındaki bireylerin ADSV’de alınan /a/ fonasyonuna ait parametrelerin cinsiyete bağlı istatistiksel olarak değişimleri Tablo 4.39.’da gösterilmiştir. CPP parametresinde cinsiyet grupları arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0,05). CPP SD parametresinde kız ve erkek grupları arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0,05). L/H Ratio ve L/H Ratio SD parametrelerinde cinsiyet grupları arası farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür (p>0,05). CPP F0 parametresinde kız cinsiyet grubunun erkek cinsiyet grubuna göre daha yüksek değerler elde ettiği görülmüştür. CPP F0 parametresinde

cinsiyet gruplarında fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). CPP F0 SD parametresinde kız çocukların erkek çocuklara göre daha yüksek değerler elde ettiği görülmüştür. CPP F0 parametresinde cinsiyet gruplarında fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). CP parametresinde istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilememiştir ($p>0,05$).

Tablo 4.40. Cinsiyet değişkenine göre ünlü fonem ağırlıklı cümle (*vowel*) parametrelerinin LSD testi sonuçları.

<i>Vowel</i>	p değeri	Post hoc Sonuçları
CPP	0,163	
CPP SD	0,226	
L/H Ratio	0,206	
L/H Ratio SD	0,070	
CPP F0	0,001*	K>E
CPP F0 SD	0,038*	K>E
CP	0,07	

CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*, K: Kız, E: Erkek
* $p<0,05$.

Çalışmaya alınan 4.00-17.11 yaş arasındaki bireylerin cinsiyete bağlı olarak ünlü fonem ağırlıklı cümle (*vowel*) parametrelerinin istatistiksel olarak değişimleri Tablo 4.40.'da gösterilmiştir. CPP ve CPP SD parametrelerinde cinsiyet grupları arası fark, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). L/H Ratio ve L/H Ratio SD parametrelerinde cinsiyet grupları arası farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür ($p>0,05$). CPP F0 parametresinde kız cinsiyet grubunun erkek cinsiyet grubuna göre daha yüksek değerler elde ettiği görülmüştür. CPP F0 parametresinde cinsiyet gruplarında fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). CPP F0 SD parametresinde kız çocukların erkek çocuklara göre daha yüksek değerler elde ettiği görülmüştür. CPP F0 SD parametresinde cinsiyet gruplarında fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). CP parametresinde istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilememiştir ($p>0,05$).

Tablo 4.41. Cinsiyet değişkenine göre yumuşak fonasyon gerektiren cümle (*soft*) parametrelerinin LSD testi sonuçları.

<i>Soft</i>	p değeri	Post hoc Sonuçları
CPP	0,832	
CPP SD	0,08	
L/H Ratio	0,045*	E>K
L/H Ratio SD	0,072	
CPP F0	0,440	
CPP F0 SD	0,507	
CP	0,667	

CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*, K: Kız, E: Erkek
* $p<0,05$.

Çalışmaya alınan 4.00-17.11 yaş arasındaki bireylerin cinsiyete bağlı olarak yumuşak fonasyon gerektiren cümle (*soft*) parametrelerinin istatistiksel olarak değişimleri Tablo 4.41.'de gösterilmiştir. CPP, CPP SD, L/H Ratio SD, CPP F0, CPP F0 SD ve CP parametrelerinde cinsiyet grupları arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). L/H Ratio parametresinde cinsiyet grupları arası fark istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p<0,05$).

Tablo 4.42. Cinsiyet değişkenine göre titreşimli fonem ağırlıklı cümle (*voiced*) parametrelerinin LSD testi sonuçları.

<i>Voiced</i>	p değeri	Post hoc Sonuçları
CPP	0,662	
CPP SD	0,526	
L/H Ratio	0,255	
L/H Ratio SD	0,524	
CPP F0	0,251	
CPP F0 SD	0,019*	K>E
CP	0,79	

CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*, K: Kız, E: Erkek
* $p<0,05$.

Çalışmaya alınan 4.00-17.11 yaş arasındaki bireylerin cinsiyete bağlı olarak titreşimli fonem ağırlıklı cümle (*voiced*) parametrelerinin istatistiksel olarak değişimleri Tablo 4.42.'de gösterilmiştir. CPP, CPP SD, L/H Ratio, L/H Ratio SD, CPP F0 ve CP parametrelerinde cinsiyet grupları arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). CPP F0 SD parametresinde kız çocukların erkek çocuklara göre daha yüksek değerler elde ettiği görülmüştür. CPP F0 SD parametresinde cinsiyet gruplarında fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 4.43. Cinsiyet değişkenine göre sert glottal atak gerektiren cümle (*hard*) parametrelerinin LSD testi sonuçları.

<i>Hard</i>	p değeri	Post hoc Sonuçları
CPP	0,645	
CPP SD	0,021*	K>E
L/H Ratio	0,013*	E>K
L/H Ratio SD	0,07	
CPP F0	0,748	
CPP F0 SD	0,015*	K>E
CP	0,112	

CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*, K: Kız, E: Erkek
* $p<0,05$.

Çalışmaya alınan 4.00-17.11 yaş arasındaki bireylerin cinsiyete bağlı olarak sert glottal atak gerektiren cümle (*hard*) parametrelerinin istatistiksel olarak değişimleri Tablo 4.43.'te gösterilmiştir. CPP, L/H Ratio SD, CPP F0 ve CP parametrelerinde cinsiyet grupları arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). CPP SD parametresinde kız ve erkek grupları arası fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). CPP SD parametresinde kız çocukların erkek çocuklara göre daha yüksek değerler elde ettiği sonucuna ulaşılmıştır. L/H Ratio parametresinde cinsiyet grupları arası farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve erkek cinsiyet grubunun kız cinsiyet grubuna göre daha yüksek değerler elde ettiği belirlenmiştir ($p<0,05$). CPP F0 SD parametresinde kız çocukların erkek çocuklara göre daha yüksek değerler elde ettiği görülmüştür. CPP F0 SD parametresinde cinsiyet gruplarında fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 4.44. Cinsiyet değişkenine göre nazal fonem ağırlıklı cümle (*nasal*) parametrelerinin LSD testi sonuçları.

<i>Nasal</i>	p değeri	Post hoc Sonuçları
CPP	0,711	
CPP SD	0,001*	K>E
L/H Ratio	0,217	
L/H Ratio SD	0,007*	K>E
CPP F0	0,757	
CPP F0 SD	0,000**	K>E
CP	0,985	

CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*, K: Kız, E: Erkek
* $p<0,05$; ** $p<0,001$.

Çalışmaya alınan 4.00-17.11 yaş arasındaki bireylerin cinsiyete bağlı olarak nazal fonem ağırlıklı cümle (*nasal*) parametrelerinin istatistiksel olarak değişimleri Tablo 4.44.'te gösterilmiştir. CPP, L/H Ratio, L/H Ratio SD, CPP F0 ve CP parametrelerinde cinsiyet grupları arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). CPP SD parametresinde kız ve erkek grupları arası fark istatistiksel olarak anlamlıdır ve kız çocuklarının değerleri erkek çocuklara göre yüksektir ($p<0,05$). CPP F0 SD parametresinde kız çocukların erkek çocuklara göre daha yüksek değerler elde ettiği görülmüştür. CPP F0 SD parametresinde cinsiyet gruplarında fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$).

Tablo 4.45. Cinsiyet değişkenine göre titreşimsiz fonem ağırlıklı cümle (*voiceless*) parametrelerinin LSD testi sonuçları.

<i>Voiceless</i>	p değeri	Post hoc Sonuçları
CPP	0,509	
CPP SD	0,719	
L/H Ratio	0,394	
L/H Ratio SD	0,653	
CPP F0	0,587	
CPP F0 SD	0,043*	K>E
CP	0,266	

CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*, K: Kız, E: Erkek. *p<0,05.

Çalışmaya alınan 4.00-17.11 yaş arasındaki bireylerin cinsiyete bağlı olarak titreşimsiz fonem ağırlıklı cümle (*voiceless*) parametrelerinin istatistiksel olarak değişimleri Tablo 4.45.'te gösterilmiştir. CPP, CPP SD, L/H Ratio, L/H Ratio SD, CPP F0 ve CP parametrelerinde cinsiyet grupları arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0,05). CPP F0 SD parametresinde kız çocukların erkek çocuklara göre daha yüksek değerler elde ettiği görülmüştür. CPP F0 SD parametresinde cinsiyet gruplarında fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0,05).

Tablo 4.46 Cinsiyet değişkenine göre bağlantılı konuşmadaki parametrelerin LSD testi sonuçları.

Bağlantılı Konuşma	p değeri	Post hoc Sonuçları
CPP	0,828	
CPP SD	0,225	
L/H Ratio	0,109	
L/H Ratio SD	0,484	
CPP F0	0,034*	K>E
CPP F0 SD	0,249	
CP	0,155	

CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*, K: Kız, E: Erkek. *p<0,05.

Çalışmaya alınan 4.00-17.11 yaş arasındaki bireylerin cinsiyete bağlı olarak bağlantılı konuşmadaki parametrelerin istatistiksel olarak değişimleri Tablo 4.46.'da gösterilmiştir. CPP, CPP SD, L/H *Ratio*, L/H *Ratio* SD, CPP F0 SD ve CP parametrelerinde cinsiyet grupları arası fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). CPP F0 parametresinde cinsiyet gruplarında fark istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p<0,05$). CPP F0 parametresinde kız çocukların erkek çocuklara göre daha yüksek değerler elde ettiği belirlenmiştir.

Erkeklerde MDVP'de alınan /a/ fonasyonuna ait temel frekans (F0)'ın tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.47'de, / ADSV'de alınan /a/ fonasyonuna ait parametrelerin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.48.'de, ünlü fonem ağırlıklı cümle (*vowel*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.49.'da, yumuşak fonasyon gerektiren cümle (*soft*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.50.'de, titreşimli fonem ağırlıklı cümle (*voiced*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.51.'de, sert glottal atak gerektiren cümle (*hard*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.52.'de, nazal fonem ağırlıklı cümle (*nasal*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.53.'te, titreşimsiz fonem ağırlıklı cümle (*voiceless*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.54.'te, bağlantılı konuşmadaki parametrelerin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.55.'de sunulmuştur.

Tablo 4.47. MDVP’de alınan /a/ fonasyonuna ait temel frekans (F0)’ın erkeklerde yaşa göre tanımlayıcı istatistik bulguları.

YAŞ	Grup I (4.00-6.11 Yaş)				Grup II (7.00-10.11 Yaş)				Grup III (11.00-14.11 Yaş)				Grup IV (15.00-17.11 Yaş)			
	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
F0 (Hz)	276,806	33,49	220,422	345,095	256,759	27,87	204,913	310,318	207,095	65,79	200,913	289,697	120,255	16,38	89,979	150,052

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, F0: Temel Frekans; Hz: Hertz.

Tablo 4.48. ADSV’de alınan /a/ fonasyonuna ait parametrelerin erkeklerde yaşa göre tanımlayıcı istatistik bulguları.

YAŞ	Grup I (4.00-6.11 Yaş)				Grup II (7.00-10.11 Yaş)				Grup III (11.00-14.11 Yaş)				Grup IV (15.00-17.11 Yaş)			
	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
CPP	10,2	1,94	6,12	13,91	9,96	1,31	6,84	12,14	10,20	1,88	6,50	13,62	12,36	2,62	5,83	15,42
CPP SD	,779	,340	,378	1,34	,632	,201	,306	1,13	,713	,229	,466	1,25	,645	,187	,388	,976
L/H Ratio	29,7	4,32	22,23	38,31	33,90	4,86	21,37	42,76	35,63	3,465	30,99	41,80	35,86	5,84	22,81	42,9
L/H Ratio SD	,328	,074	,17	,48	,357	,113	,05	,49	,377	,065	,24	,46	,339	,160	,03	,56
CPP F0	260,2	31,35	186,36	301,12	254,04	27,75	200,22	301,20	221,32	37,75	135,85	281,72	154,79	39,39	125,0	232,29
CPP F0 SD	,471	,287	,13	1,36	,459	,197	,15	,84	,566	,256	,15	,86	,840	,326	,11	1,36
CP	11,5	2,27	7,63	15,14	11,43	1,57	7,68	13,71	12,23	1,94	9,435	15,24	15,08	1,13	13,33	17,34

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*.

Tablo 4.49. Erkeklerin yaşa göre ünlü fonem ağırlıklı cümle (*vowel*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları.

YAŞ	Grup I (4.00-6.11 Yaş)				Grup II (7.00-10.11 Yaş)				Grup III (11.00-14.11 Yaş)				Grup IV (15.00-17.11 Yaş)			
	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
CPP	5,73	,969	4,86	7,58	5,46	,821	4,22	7,46	6,31	2,07	3,81	11,74	6,23	1,20	3,70	7,62
CPP SD	2,55	1,20	,616	3,58	3,26	,460	2,33	4,34	3,19	1,07	0,36	0,90	3,72	,417	2,92	4,54
L/H Ratio	28,34	4,18	23,03	36,19	26,67	3,64	14,22	30,57	29,55	4,25	25,41	39,82	28,81	3,29	20,07	33,27
L/H Ratio SD	4,48	1,29	1,57	13,48	1,75	,248	8,11	20,28	2,18	,445	2,42	13,68	1,56	,272	8,57	14,43
CPP F0	258,7	23,62	223,5	300,7	255,6	18,80	211,72	286,72	239,64	27,11	186,47	282,56	176,99	46,15	129,73	261,36
CPP F0 SD	40,32	23,81	1,29	72,44	36,88	11,95	17,54	58,94	28,97	14,15	1,88	54,27	32,81	11,99	14,93	59,58
CP	10,49	1,48	8,25	12,32	11,60	1,30	9,09	14,75	11,60	2,91	3,99	15,40	13,31	1,25	11,59	15,31

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*.

Tablo 4.50. Erkeklerin yaşa göre yumuşak fonasyon gerektiren cümle (*soft*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları.

YAŞ	Grup I (4.00-6.11 Yaş)				Grup II (7.00-10.11 Yaş)				Grup III (11.00-14.11 Yaş)				Grup IV (15.00-17.11 Yaş)			
	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
CPP	5,97	1,05	4,60	7,79	6,73	1,80	5,13	13,95	6,91	1,27	4,88	9,46	7,54	1,26	4,97	9,37
CPP SD	2,99	,253	2,67	3,36	3,13	,591	1,08	3,78	3,29	,629	2,31	3,95	3,43	,538	2,33	4,27
L/H Ratio	28,24	,988	26,57	29,14	29,07	4,01	22,01	42,17	30,52	2,80	26,79	35,47	31,63	2,84	27,07	35,65
L/H Ratio SD	9,63	1,67	7,81	11,79	9,63	2,18	1,93	13,35	9,50	1,87	5,01	11,76	9,55	,899	8,22	11,08
CPP F0	257,29	19,41	237,97	286,86	249,94	23,10	208,86	290,49	232,75	24,04	182,05	280,34	233,35	1,34	232,40	234,30
CPP F0 SD	38,41	8,04	30,38	53,49	36,75	12,89	,798	64,00	29,48	8,25	20,28	50,16	38,05	11,79	22,30	58,23
CP	11,31	1,10	10,18	13,25	12,22	1,54	9,74	16,16	11,98	1,85	8,85	14,68	13,21	1,63	9,53	15,82

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*.

Tablo 4.51. Erkeklerin yaşa göre titreşimli fonem ağırlıklı cümle (*voiced*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları.

YAŞ	Grup I (4.00-6.11 Yaş)				Grup II (7.00-10.11 Yaş)				Grup III (11.00-14.11 Yaş)				Grup IV (15.00-17.11 Yaş)			
	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
CPP	5,39	1,16	3,27	7,16	6,46	1,07	4,21	8,67	6,90	1,50	4,20	9,66	7,89	1,10	5,40	9,73
CPP SD	3,04	,418	2,83	3,97	3,36	,391	2,45	3,85	3,47	,854	2,29	5,51	3,44	,570	2,24	4,52
L/H Ratio	28,06	1,22	26,23	29,64	30,57	3,31	25,52	39,99	31,34	3,89	24,99	36,59	33,54	2,13	29,84	37,18
L/H Ratio SD	9,16	1,57	6,77	11,04	8,20	1,37	5,54	10,32	8,00	1,15	6,13	9,89	7,30	1,38	5,59	10,31
CPP F0	258,29	16,00	234,69	283,83	254,37	18,69	218,24	284,83	235,67	23,91	179,94	275,92	186,99	33,10	149,72	240,47
CPP F0 SD	5,39	1,16	3,27	7,16	6,46	1,07	4,21	8,67	6,90	1,50	4,20	9,66	7,89	1,10	5,40	9,73
CP	10,46	1,02	9,40	12,61	12,01	1,06	9,37	13,55	12,21	1,81	8,90	15,59	13,01	3,43	1,49	15,66

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*.

Tablo 4.52. Erkeklerin yaşa göre sert glottal atak gerektiren cümle (*hard*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları.

YAŞ	Grup I (4.00-6.11 Yaş)				Grup II (7.00-10.11 Yaş)				Grup III (11.00-14.11 Yaş)				Grup IV (15.00-17.11 Yaş)			
	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
CPP	5,40	,691	4,51	6,40	5,75	,992	4,15	7,62	6,22	1,41	3,43	9,18	6,76	1,16	4,38	8,24
CPP SD	2,91	,297	2,57	3,31	3,03	,437	2,13	3,79	3,21	,528	2,27	3,92	3,384	,517	2,11	4,07
L/H Ratio	27,39	3,03	23,87	31,52	27,45	3,19	22,16	36,25	28,36	3,30	22,31	32,40	30,07	3,14	25,76	35,90
L/H Ratio SD	10,15	1,89	6,96	12,98	10,54	1,60	7,89	14,55	9,63	3,23	,979	12,39	10,14	1,94	5,58	12,27
CPP F0	256,28	25,91	218,34	287,48	251,99	18,45	211,06	277,77	241,50	17,32	222,04	280,86	212,55	54,35	154,77	277,47
CPP F0 SD	41,72	20,88	18,64	80,24	34,32	9,93	21,95	65,93	30,92	10,48	11,96	48,89	31,05	13,00	19,50	65,03
CP	10,09	3,24	2,95	12,66	11,38	1,28	8,51	13,28	11,67	1,78	8,56	14,87	12,99	2,22	7,80	15,92

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*.

Tablo 4.53. Erkeklerin yaşa göre nazal fonem ağırlıklı cümle (*nasal*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları.

YAŞ	Grup I (4.00-6.11 Yaş)				Grup II (7.00-10.11 Yaş)				Grup III (11.00-14.11 Yaş)				Grup IV (15.00-17.11 Yaş)			
	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
CPP	4,91	,972	3,68	6,18	6,37	,915	4,62	7,82	7,31	1,70	4,19	10,60	7,83	1,56	4,21	9,82
CPP SD	2,67	,199	2,41	2,90	3,18	,412	2,24	3,91	3,08	,527	2,32	4,08	3,29	,535	2,25	4,12
L/H Ratio	26,41	2,75	22,36	29,50	28,31	2,60	23,64	33,49	30,19	3,38	23,34	34,85	30,70	2,67	24,53	35,44
L/H Ratio SD	10,68	1,74	8,90	13,71	10,79	1,46	8,83	14,17	10,65	1,52	8,67	14,39	10,22	1,69	7,22	13,20
CPP F0	252,23	33,49	197,52	288,63	258,20	19,37	223,18	286,69	234,70	20,56	188,20	274,28	209,07	57,51	135,12	271,53
CPP F0 SD	4,91	,972	3,68	6,18	6,37	,915	4,62	7,82	7,31	1,70	4,19	10,60	7,83	1,56	4,21	9,82
CP	2,67	,199	2,41	2,90	3,18	,412	2,24	3,91	3,08	,527	2,32	4,08	3,29	,535	2,25	4,12

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*.

Tablo 4.54. Erkeklerin yaşa göre titreşimsiz fonem ağırlıklı cümle (*voiceless*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları.

YAŞ	Grup I (4.00-6.11 Yaş)				Grup II (7.00-10.11 Yaş)				Grup III (11.00-14.11 Yaş)				Grup IV (15.00-17.11 Yaş)			
	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
CPP	1,51	,245	1,14	1,86	1,40	,144	1,07	1,72	1,46	,318	,81	1,97	1,62	,334	1,09	2,32
CPP SD	1,96	,084	1,82	2,05	1,97	,105	1,66	2,12	1,98	,155	1,72	2,17	1,92	,185	1,54	2,27
L/H Ratio	23,88	3,43	18,88	28,09	22,71	2,09	18,28	26,84	23,27	2,33	19,64	26,99	25,60	2,06	22,38	29,00
L/H Ratio SD	11,58	1,82	8,26	13,42	13,12	1,60	10,47	15,89	12,60	1,15	10,67	14,83	11,44	1,80	6,96	13,99
CPP F0	251,32	23,96	223,00	284,27	255,24	16,62	221,60	282,35	243,90	19,70	216,79	282,92	226,86	39,53	171,38	264,34
CPP F0 SD	36,03	11,67	18,36	51,84	33,47	10,40	18,18	59,36	29,26	5,56	19,24	42,91	38,70	14,77	14,91	69,54
CP	10,45	1,13	8,34	11,84	10,67	1,43	6,81	12,61	10,95	1,78	7,84	14,50	11,03	3,07	5,25	16,03

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*.

Tablo 4.55. Erkeklerin yaşa göre bağlantılı konuşmadaki parametrelerin tanımlayıcı istatistik bulguları.

YAŞ	Grup I (4.00-6.11 Yaş)				Grup II (7.00-10.11 Yaş)				Grup III (11.00-14.11 Yaş)				Grup IV (15.00-17.11 Yaş)			
	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
CPP	2,16	,228	1,90	2,65	2,24	,227	1,67	2,68	2,42	,410	2,01	3,36	2,32	,534	,79	2,81
CPP SD	3,19	,613	2,47	4,34	3,38	,455	2,33	4,10	3,33	1,08	,556	4,39	3,72	,583	2,62	4,55
L/H Ratio	4,79	,205	4,39	5,12	4,93	,237	4,27	5,31	5,29	,874	4,39	7,74	5,25	,325	4,83	5,88
L/H Ratio SD	10,96	1,25	8,54	13,47	11,47	1,75	9,11	15,81	11,19	1,48	8,25	13,80	12,57	1,27	9,43	14,34
CPP F0	249,70	17,39	226,05	280,91	242,98	24,71	166,43	277,40	232,99	29,66	171,85	281,66	184,34	41,97	143,44	248,45
CPP F0 SD	40,06	16,12	22,02	71,25	36,88	11,24	16,80	62,07	29,45	8,34	19,13	42,77	39,76	17,57	4,04	72,18
CP	11,11	1,97	9,22	15,03	11,50	1,27	8,60	13,54	12,25	2,16	8,23	15,58	13,95	1,78	11,44	16,44

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*.

Kızlarda MDVP’de alınan /a/ fonasyonuna ait temel frekans (F0)’ın tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.56’da, / ADSV’de alınan /a/ fonasyonuna ait parametrelerin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.57.’de, ünlü fonem ağırlıklı cümle (*vowel*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.58.’de, yumuşak fonasyon gerektiren cümle (*soft*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.59.’da, titreşimli fonem ağırlıklı cümle (*voiced*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.60.’da, sert glottal atak gerektiren cümle (*hard*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.61.’de, nazal fonem ağırlıklı cümle (*nasal*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.62.’de, titreşimsiz fonem ağırlıklı cümle (*voiceless*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.63.’te, bağlantılı konuşmadaki parametrelerin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.64.’te sunulmuştur.

Tablo 4.56. MDVP’de alınan /a/ fonasyonuna ait temel frekans (F0)’ın kızlarda yaşa göre tanımlayıcı istatistik bulguları.

YAŞ	Grup I (4.00-6.11 Yaş)				Grup II (7.00-10.11 Yaş)				Grup III (11.00-14.11 Yaş)				Grup IV (15.00-17.11 Yaş)			
	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
F0 (Hz)	299,920	36,19	232,850	368,022	255,950	28,80	201,472	310,318	233,482	18,00	192,913	260,750	220,791	40,04	132,508	284,978

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, F0: Temel Frekans, Hz: Hertz.

Tablo 4.57. ADSV’de alınan /a/ fonasyonuna ait parametrelerin kızlarda yaşa göre tanımlayıcı istatistik bulguları.

YAŞ	Grup I (4.00-6.11 Yaş)				Grup II (7.00-10.11 Yaş)				Grup III (11.00-14.11 Yaş)				Grup IV (15.00-17.11 Yaş)			
	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
CPP	10,30	1,69	5,86	13,29	10,77	1,72	7,42	15,24	11,24	1,03	9,21	12,66	11,14	1,43	10,30	1,69
CPP SD	,724	,187	,423	1,07	,587	,232	,265	1,07	,619	,226	,300	1,02	,608	,217	,724	,187
L/H Ratio	30,90	5,79	18,75	41,70	33,94	3,25	26,57	39,66	36,08	3,44	31,38	41,80	35,00	5,39	30,90	5,79
L/H Ratio SD	,326	,121	,03	,51	,362	,067	,25	,47	,371	,053	,29	,46	,359	,120	,326	,121
CPP F0	247,81	44,36	178,23	299,42	251,04	34,14	185,18	301,20	236,00	18,95	216,37	275,27	232,88	21,65	247,81	44,36
CPP F0 SD	,311	,198	,12	,73	,504	,317	,13	1,70	,671	,259	,15	1,03	,617	,224	,311	,198
CP	12,10	1,69	8,58	16,11	12,2	1,88	6,21	15,84	12,54	1,53	10,13	15,50	12,55	1,64	12,10	1,69

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*.

Tablo 4.58. Kızların yaşa göre ünlü fonem ağırlıklı cümle (*vowel*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları.

YAŞ	Grup I (4.00-6.11 Yaş)				Grup II (7.00-10.11 Yaş)				Grup III (11.00-14.11 Yaş)				Grup IV (15.00-17.11 Yaş)			
	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
CPP	6,25	2,55	4,44	10,73	5,43	,858	3,48	7,19	5,92	,526	4,98	6,58	5,29	,857	3,48	6,25
CPP SD	2,84	1,24	,666	3,66	3,51	,471	2,58	4,48	3,75	,435	3,10	4,74	3,48	,394	2,92	2,84
L/H Ratio	26,01	4,32	21,91	32,49	27,15	2,51	21,09	31,16	27,64	2,59	23,44	31,96	27,49	3,168	20,07	26,01
L/H Ratio SD	9,26	4,51	1,57	12,99	11,69	2,05	9,02	20,28	11,83	1,04	10,27	13,68	11,46	1,46	8,94	9,26
CPP F0	258,75	12,76	245,19	276,27	253,42	12,11	221,73	277,33	244,34	14,62	220,48	265,60	240,16	16,94	206,22	258,75
CPP F0 SD	38,77	20,44	5,34	59,28	44,33	10,33	28,29	59,72	34,95	10,14	23,48	57,22	35,03	7,74	19,96	38,77
CP	12,51	1,24	11,54	14,64	12,63	2,07	8,47	19,49	12,53	,680	11,40	13,48	12,22	1,31	9,44	12,51

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*.

Tablo 4.59. Kızların yaşa göre yumuşak fonasyon gerektiren cümle (*soft*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları.

YAŞ	Grup I (4.00-6.11 Yaş)				Grup II (7.00-10.11 Yaş)				Grup III (11.00-14.11 Yaş)				Grup IV (15.00-17.11 Yaş)			
	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
CPP	6,36	,850	5,23	7,57	6,79	1,21	4,11	8,53	7,27	,753	5,90	8,25	6,87	,875	4,97	8,42
CPP SD	3,36	,223	3,09	3,70	3,58	,638	2,37	5,34	3,84	1,05	2,99	7,00	3,34	,489	2,40	4,27
L/H Ratio	26,15	3,69	21,18	31,35	28,50	2,87	21,26	32,99	28,28	3,55	22,48	35,23	30,61	3,16	22,87	35,68
L/H Ratio SD	1,06	,474	8,40	11,21	1,55	,299	7,76	14,44	1,17	,340	7,84	11,90	1,28	,302	7,48	11,60
CPP F0	263,09	13,16	249,91	280,57	250,78	16,44	207,04	274,23	240,03	16,92	221,48	266,00	232,66	15,70	204,05	264,30
CPP F0 SD	41,85	14,55	30,76	63,69	39,88	10,72	25,32	71,27	31,68	10,52	22,48	62,08	35,24	8,84	22,29	54,37
CP	11,40	,867	10,16	12,22	12,58	1,052	10,26	14,28	12,64	,889	10,48	14,05	12,51	1,13	9,53	14,36

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*.

Tablo 4.60. Kızların yaşa göre titreşimli fonem ağırlıklı cümle (*voiced*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları.

YAŞ	Grup I (4.00-6.11 Yaş)				Grup II (7.00-10.11 Yaş)				Grup III (11.00-14.11 Yaş)				Grup IV (15.00-17.11 Yaş)			
	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
CPP	6.21	1.30	4.31	8.20	6.60	.983	4.73	8.35	7.00	.901	5.70	9.07	6.95	.977	4.40	8.37
CPP SD	3.14	.520	2.47	3.76	3.57	.636	2.76	5.42	3.53	.286	3.08	3.96	3.25	.421	2.24	3.97
L/H Ratio	27.55	3.38	23.56	33.31	30.70	2.44	24.05	34.90	30.49	1.65	26.41	32.50	32.03	3.08	25.09	37.62
L/H Ratio SD	8.60	1.82	5.58	10.25	8.29	1.56	5.35	11.03	8.16	1.38	6.37	10.05	7.86	1.00	6.49	10.31
CPP F0	257.76	15.86	225.24	283.83	250.92	17.52	210.65	284.83	237.52	20.09	179.94	275.92	225.28	34.80	148.37	263.89
CPP F0 SD	44.01	13.22	24.81	70.93	37.81	12.50	4.11	67.04	35.17	10.26	19.68	65.04	32.58	9.51	15.70	51.47
CP	12.12	.773	11.17	13.34	12.59	.996	10.96	14.23	13.18	.800	11.92	14.85	12.72	1.43	10.19	16.37

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*.

Tablo 4.61. Kızların yaşa göre sert glottal atak gerektiren cümle (*hard*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları.

YAŞ	Grup I (4.00-6.11 Yaş)				Grup II (7.00-10.11 Yaş)				Grup III (11.00-14.11 Yaş)				Grup IV (15.00-17.11 Yaş)			
	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
CPP	5,60	,899	3,98	6,45	6,13	,800	4,86	8,42	6,37	,665	5,24	7,42	5,67	1,36	3,55	9,48
CPP SD	3,32	,492	2,41	3,74	3,37	,621	2,43	5,42	3,53	,327	3,04	4,09	3,26	,501	2,11	4,07
L/H Ratio	24,31	3,30	20,58	28,12	27,44	1,73	23,07	31,81	26,48	2,59	23,73	31,81	27,84	3,17	22,26	35,90
L/H Ratio SD	9,76	,610	8,57	10,27	11,40	1,48	7,89	13,61	11,49	1,65	8,82	14,03	11,18	2,16	5,58	13,84
CPP F0	257,53	13,23	237,69	271,12	247,29	16,04	204,76	271,21	245,36	13,94	221,82	266,58	232,58	24,22	155,34	267,40
CPP F0 SD	41,99	12,12	29,47	64,99	41,64	10,64	21,63	61,87	34,98	4,18	28,96	44,60	34,44	6,94	25,53	51,82
CP	11,41	1,41	8,68	12,64	12,20	1,21	9,40	14,32	12,84	,783	11,70	14,17	12,17	1,64	9,04	16,35

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*.

Tablo 4.62. Kızların yaşa göre nazal fonem ağırlıklı cümle (*nasal*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları.

YAŞ	Grup I (4.00-6.11 Yaş)				Grup II (7.00-10.11 Yaş)				Grup III (11.00-14.11 Yaş)				Grup IV (15.00-17.11 Yaş)			
	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
CPP	6,16	1,70	3,75	8,98	6,55	1,11	2,80	8,32	7,37	,909	5,19	8,37	6,74	,891	,543	23,60
CPP SD	3,44	,534	2,39	3,88	3,65	,790	2,14	6,24	3,48	,307	3,02	3,88	3,26	,404	2,25	3,84
L/H Ratio	24,65	3,22	21,08	29,64	27,79	2,76	21,66	34,36	28,77	3,28	23,03	34,59	30,66	3,91	22,37	38,67
L/H Ratio SD	11,11	,871	10,19	12,44	11,75	2,56	7,48	20,53	12,06	1,48	10,16	15,67	10,91	1,65	7,74	13,96
CPP F0	258,62	17,91	233,79	276,53	248,03	20,61	200,48	282,89	241,81	13,93	220,59	266,56	240,69	16,43	207,32	272,28
CPP F0 SD	3,67	,345	3,37	4,17	3,52	,297	3,06	4,11	3,41	,334	2,92	4,12	3,48	,202	2,92	4,12
CP	11,48	2,27	7,90	15,03	12,50	1,22	9,03	14,43	13,29	,709	12,15	14,25	12,19	2,51	3,50	15,24

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*.

Tablo 4.63. Kızların yaşa göre titreşimsiz fonem ağırlıklı cümle (*voiceless*) parametrelerinin tanımlayıcı istatistik bulguları.

YAŞ	Grup I (4.00-6.11 Yaş)				Grup II (7.00-10.11 Yaş)				Grup III (11.00-14.11 Yaş)				Grup IV (15.00-17.11 Yaş)			
	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
CPP	1,56	,25	1,09	1,82	1,44	,189	,99	1,82	1,53	,143	1,33	1,88	1,36	,344	,70	2,43
CPP SD	2,00	,13	1,79	2,16	1,98	,195	1,20	2,27	2,04	,110	1,85	2,25	1,89	,202	1,36	2,27
L/H Ratio	3,30	1,3	17,97	26,52	2,07	,398	17,73	27,47	2,88	,869	19,38	29,49	2,14	,520	19,06	27,79
L/H Ratio SD	10,94	2,0	7,87	13,89	12,98	1,62	9,58	15,66	13,27	1,85	10,70	16,80	11,92	1,93	6,96	14,64
CPP F0	262,93	9,9	247,97	272,14	251,55	17,69	207,70	284,57	247,00	11,54	227,02	264,66	234,55	21,65	185,87	266,17
CPP F0 SD	37,44	9,8	28,72	55,15	41,38	12,29	21,12	62,36	34,81	11,36	24,28	62,50	37,09	7,84	14,91	51,73
CP	10,69	1,88	7,57	12,64	11,65	1,44	7,99	15,32	11,61	1,10	9,40	13,18	10,36	2,21	5,45	17,34

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*.

Tablo 4.64. Kızların yaşa göre bağlantılı konuşmadaki parametrelerin tanımlayıcı istatistik bulguları.

YAŞ	Grup I (4.00-6.11 Yaş)				Grup II (7.00-10.11 Yaş)				Grup III (11.00-14.11 Yaş)				Grup IV (15.00-17.11 Yaş)			
	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.
CPP	2,19	,153	1,95	2,45	2,35	,32	1,39	3,11	2,35	,243	2,05	2,81	2,23	,271	1,70	2,62
CPP SD	3,28	,324	2,71	4,09	3,54	,459	2,20	4,21	3,88	,365	3,23	4,56	3,52	,630	2,18	4,52
L/H Ratio	4,87	,244	4,26	5,28	5,00	,206	4,62	5,31	4,86	,353	4,27	5,45	5,00	,307	4,43	5,52
L/H Ratio SD	10,87	1,78	7,91	13,96	11,78	,908	9,67	13,27	12,36	1,18	10,42	14,21	12,52	1,40	8,69	15,58
CPP F0	251,06	16,02	227,80	27,34	247,13	17,24	210,67	279,05	238,96	12,72	215,08	260,99	223,65	26,11	162,55	261,15
CPP F0 SD	47,83	8,71	36,18	59,88	39,03	12,99	17,11	60,03	34,13	6,83	27,17	51,19	35,96	10,00	15,54	54,35
CP	11,98	1,34	9,49	14,40	12,39	1,80	7,34	16,09	15,15	6,42	11,41	35,22	12,41	1,79	8,44	14,74

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, Min.: Minimum, Maks.:Maksimum, CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*.

Tablo 4.65. MDVP’de alınan /a/ fonasyonuna ait temel frekans (F0)’ın yaş ve cinsiyete göre LSD testi sonuçları.

Parametre	p değeri	Post hoc Sonuçları
F0 (Hz)	0,000**	Grup I K>Grup I E>Grup II E>Grup II K>Grup III K>Grup VI K>Grup III E>Grup IV E

F0: Temel Frekans, K: Kız, E: Erkek; Hz: Hertz **p<0,001.

Tablo 4.66. ADSV’de alınan /a/ fonasyonuna ait parametrelerin yaş ve cinsiyete göre LSD testi sonuçları.

/a/ fonasyonu	p değeri	Post hoc Sonuçları
CPP	0,340	
CPP SD	0,220	
L/H Ratio	0,039* 0,002* 0,012* 0,014* 0,002*	Grup II E>Grup I E; Grup III E>Grup I E; Grup IV E>Grup I K; Grup III K>Grup I K; Grup III K>Grup I E
L/H Ratio SD	0,986	
CPP F0	0,001* 0,022* 0,007* 0,004* 0,019* 0,037*	Grup I E>Grup IV E; Grup I E>Grup IV K; Grup II E >Grup IV E; Grup I E>Grup I K>Grup II E>Grup II K>Grup IV E; Grup II Kız>Grup IV Kız; Grup II Erkek>Grup IV Kız
CPP F0 SD	0,000** 0,001*	Grup IV E>Grup II E> Grup I E>Grup II K>Grup I K; Grup III K>Grup IV K> Grup I K
CP	0,000**	Grup IV E>Grup IV K>Grup III K>Grup III E>Grup II K>Grup I K>Grup I E>Grup II E

CPP: Cepstral Peak Prominence; L/H Ratio: Low to High Spectral Ratio; CPP F0: Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency; CP: Cepstral Peak; SD: Standard Deviation; K: Kız; E: Erkek *p<0,05; **p<0,001.

Çalışmaya alınan 4.00-17.11 yaş arasındaki bireylerin yaş*cinsiyete bağlı olarak ADSV’de alınan /a/ fonasyonuna ait parametrelerin istatistiksel olarak değişimleri Tablo 4.66.'da gösterilmiştir. CPP ve CPP SD parametresinde

yaş*cinsiyete bağlı olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). *L/H Ratio* parametresinde yaş*cinsiyete göre anlamlı farklılık olduğu sonucuna ulaşılmıştır ($p<0,05$). *L/H Ratio* parametresi için, Grup II ve III'deki erkeklerin Grup I'deki erkek çocuklara göre daha yüksek değerler elde ettiği görülmüştür. Grup IV'teki erkeklerin Grup I'deki kız çocuklara göre *L/H Ratio* değerlerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Grup III'teki kız çocukların *L/H Ratio* değerlerinin Grup I'deki kız çocuklardan ve Grup I'deki erkek çocuklardan daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. *L/H Ratio SD* parametresinde yaş*cinsiyete göre anlamlı farklılık bulunmamıştır. *CPP F0* parametresinde yaş*cinsiyet etkileşimine bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmüştür ($p<0,05$). *CPP F0* değerlerinin Grup I'deki erkek çocuklarında Grup IV'teki erkek ve Grup IV'deki kız çocuklarında daha yüksek olduğu görülmüştür. Grup I Kız çocuklarının *CPP F0* değerlerinin Grup II ve Grup IV'deki kız çocuklarından daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. *CPP F0 SD* parametresinde yaş*cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmiştir ($p<0,001$).

Tablo 4.67. Yaş ve cinsiyete göre ünlü fonem ağırlıklı cümle (*vowel*) parametrelerinin LSD testi sonuçları.

<i>Vowel</i>	p değeri	Post hoc Sonuçları
CPP	0,250	
CPP SD	0,005*	Grup III K>Grup IV E>Grup II K>Grup IV K>Grup III E>Grup I E
L/H Ratio	0,363	
L/H Ratio SD	0,514	
CPP F0	0,000**	Grup I E=Grup I K>Grup II E>Grup II K>Grup III K> Grup IV K>Grup III E> Grup IV E
CPP F0 SD	0,019*	Grup II K>Grup III E
CP	0,006*	Grup IV E>Grup II E>Grup I E

CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*; K: Kız; E: Erkek * $p<0,05$; ** $p<0,001$.

Çalışmaya alınan 4.00-17.11 yaş arasındaki bireylerin yaş*cinsiyete bağlı olarak *Vowel* cümle parametrelerinin istatistiksel olarak değişimleri Tablo 4.67.'de

gösterilmiştir. CPP, L/H Ratio ve L/H Ratio SD parametrelerinde yaş*cinsiyete bağlı olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). CPP SD parametresinin yaş*cinsiyete göre anlamlı farklılıklar gösterdiği görülmüştür. Grup II, Grup III, Grup IV'teki kız çocukların ve Grup IV, Grup III'teki erkek çocukların Grup I'deki erkek çocuklardan daha yüksek CPP SD değerleri olduğu sonucuna ulaşılmıştır. CPP F0 parametresinde yaş*cinsiyet etkileşimine bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu ($p<0,001$) ve Grup I'deki erkekler ile Grup I'deki kız çocukların eşit değerlere sahip olduğu görülmüştür. Grup II, Grup III'teki erkek çocukların ve Grup I, Grup II, Grup III ve Grup IV'teki kız çocukların Grup IV'teki erkek çocuklardan daha yüksek değerleri olduğu sonucuna ulaşılmıştır. CPP F0 SD parametresinde yaş*cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmüştür ($p<0,05$). Grup II'deki kız çocuklarda Grup III'teki erkek çocuklardan daha yüksek değerler elde edilmiştir. CP parametresinde yaş*cinsiyet etkileşimine bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). Grup II ve Grup IV'teki erkek çocukların Grup I'deki erkek çocuklardan daha yüksek değerler elde ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 4.68. Yaş ve cinsiyete göre yumuşak fonasyon gerektiren cümle (*soft*) parametrelerinin LSD testi sonuçları.

<i>Soft</i>	p değeri	Post hoc Sonuçları
CPP	0,064	
CPP SD	0,59	
L/H Ratio	0,017*	Grup IV E>Grup II K>Grup I K
L/H Ratio SD	0,391	
CPP F0	0,256	
CPP F0 SD	0,484	
CP	0,011*	Grup IV E>Grup III E >Grup I E

CPP: Cepstral Peak Prominence; L/H Ratio: Low to High Spectral Ratio; CPP F0: Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency; CP: Cepstral Peak; SD: Standard Deviation; K: Kız; E: Erkek
* $p<0,05$.

Çalışmaya alınan 4.00-17.11 yaş arasındaki bireylerin yaş*cinsiyete bağlı olarak *Soft* cümle parametrelerinin istatistiksel olarak değişimleri Tablo 4.68.'de gösterilmiştir. CPP, CPP SD, L/H Ratio SD, CPP F0 ve CPP F0 SD parametresinde yaş*cinsiyete bağlı olarak istatistiksel anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). L/H Ratio parametresinde yaş*cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu

görülmüştür ($p<0,05$). Grup IV'teki erkek çocukların Grup I ve Grup II'deki kız çocuklarından daha yüksek değerler elde ettiği sonucuna ulaşılmıştır. CP parametresinde yaş*cinsiyete göre istatistiksel anlamlı farklılık olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Grup III ve Grup IV'teki erkek çocukların Grup I'deki erkek çocuklardan daha yüksek değerleri elde ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 4.69. Yaş ve cinsiyete göre titreşimli fonem ağırlıklı cümle (*voiced*) parametrelerinin LSD testi sonuçları.

<i>Voiced</i>	p değeri	Post hoc Sonuçları
CPP	0,000**	Grup IV E>Grup II E>Grup I E
CPP SD	0,288	
L/H Ratio	0,001*	Grup IV E>Grup IV K>Grup I E;
	0,045*	Grup IV E>Grup II K>Grup II E>Grup I K
L/H Ratio SD	0,081	
CPP F0	0,313	
CPP F0 SD	0,184	
CP	0,016*	Grup II K>Grup IV E>Grup IV K>Grup I E

CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*; K: Kız; E: Erkek
* $p<0,05$, ** $p<0,001$.

Çalışmaya alınan 4.00-17.11 yaş arasındaki bireylerin yaş*cinsiyete bağlı olarak *Voiced* cümle parametrelerinin istatistiksel olarak değişimleri Tablo 4.69.'da gösterilmiştir. CPP parametresinde yaş*cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu sonucuna ulaşılmıştır ($p<0,001$). Grup IV'deki erkek çocukların Grup I ve Grup II erkek çocuklardan daha yüksek değerler elde ettiği görülmüştür. CPP SD, L/H Ratio SD, CPP F0 ve CPP F0 SD parametrelerinde yaş*cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). L/H Ratio parametresinde yaş*cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu sonucuna ulaşılmıştır ($p<0,05$). Grup IV'teki erkek çocukların Grup I ve Grup II'deki erkek çocuklardan ve Grup I, Grup II ve Grup IV'teki kız çocuklardan daha yüksek değerler elde ettiği görülmüştür. CP parametresinde yaş*cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmüştür ($p<0,05$). Grup III'teki kız çocukların, Grup IV'teki kız çocuklardan ve Grup I, Grup IV'teki erkek çocuklardan daha yüksek değerler elde ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 4.70. Yaş ve cinsiyete göre sert glottal atak gerektiren cümle (*hard*) parametrelerinin LSD testi sonuçları.

<i>Hard</i>	p değeri	Post hoc Sonuçları
CPP	0,099	
CPP SD	0,459	
L/H Ratio	0,002*	Grup IV E>Grup III K>Grup I K
L/H Ratio SD	0,785	
CPP F0	0,250	
CPP F0 SD	0,759	
CP	0,005*	Grup IV E>Grup III K>Grup I E

CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*; K: Kız; E: Erkek
*p<0,05.

Çalışmaya alınan 4.00-17.11 yaş arasındaki bireylerin yaş*cinsiyete bağlı olarak *Hard* cümle parametrelerinin istatistiksel olarak değişimleri Tablo 4.70,'te gösterilmiştir. CPP, CPP SD, L/H Ratio SD, CPP F0 ve CPP F0 SD parametresinde yaş*cinsiyete göre anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0,05). L/H Ratio parametresinde yaş*cinsiyet etkileşimi incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu görülmüştür (p<0,05). Grup IV'teki erkek çocuklar, Grup I ve III'teki kız çocuklardan daha yüksek L/H Ratio parametresi değeri elde etmiştir. CP parametresi yaş*cinsiyete göre incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmiştir (p<0,05). Grup IV'teki erkeklerin, Grup III'teki kız çocuklardan ve Grup I'deki erkek çocuklardan daha yüksek değerler elde ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 4.71. Yaş ve cinsiyete göre nazal fonem ağırlıklı cümle (*nasal*) parametrelerinin LSD testi sonuçları.

<i>Nasal</i>	p değeri	Post hoc Sonuçları
CPP	0,000** 0,007* 0,026*	Grup IV E>Grup III K>Grup III E>Grup IV K>Grup I E; Grup IV E>Grup II E; Grup IV E>Grup II K
CPP SD	0,003* 0,039*	Grup II K>Grup I E; Grup II K>Grup III E
L/H Ratio	0,008*	Grup IV E>Grup IV K>Grup III E>Grup I K
L/H Ratio SD	0,494	

Tablo 4.71. Yaş ve cinsiyete göre nazal fonem ağırlıklı cümle (*nasal*) parametrelerinin LSD testi sonuçları.

CPP F0	0,048	Grup IV Kız>Grup II Erkek
CPP F0 SD	0,04*	Grup IV E>Grup III E>Grup I K>Grup II K
CP	0,035*	Grup IV E>Grup II E

CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*; K: Kız; E: Erkek
*p<0,05; **p<0,001.

Çalışmaya alınan 4.00-17.11 yaş arasındaki bireylerin yaş*cinsiyete bağlı olarak *Nasal* cümle parametrelerinin istatistiksel olarak değişimleri Tablo 4.71.'de gösterilmiştir. CPP parametresinde yaş*cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu görülmüştür (p<0,05). Grup IV'teki erkeklerin, Grup III ve Grup IV'teki kız çocuklara ve Grup I ve Grup III'teki erkek çocuklara göre daha yüksek değerler elde ettiği sonucuna ulaşılmıştır (p<0,001). Yaş*cinsiyete göre CPP SD parametresinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0,05). Grup II'deki kız çocukların Grup I ve III'teki erkek çocuklardan daha yüksek değerler elde ettiği görülmüştür. L/H Ratio parametresinde yaş*cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0,05). Grup IV'teki erkek çocukların Grup III'teki erkek çocuklardan ve Grup I ve Grup IV'teki kız çocuklardan daha yüksek değerler elde ettiği görülmüştür. Yaş*cinsiyete göre incelendiğinde L/H Ratio SD parametresinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı sonucuna ulaşılmıştır (p>0,05). CPP F0 parametresinde yaş*cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu görülmüştür (p>0,05). Grup IV'teki kız çocukların Grup II'deki erkek çocuklara göre daha yüksek değerler elde ettiği sonucuna ulaşılmıştır. CPP F0 SD parametresinde yaş*cinsiyet etkileşimine bakıldığında, istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu görülmüştür (p<0,05). Grup III'teki erkek çocukların, Grup I ve II'deki kız çocuklara göre daha yüksek değerler elde ettiği sonucu elde edilmiştir. CP parametresinde yaş*cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmüştür (p<0,05). Grup IV'teki erkek çocukların Grup II'deki erkek çocuklarından daha yüksek CP değerleri elde ettiği görülmüştür.

Tablo 4.72. Yaş ve cinsiyete göre titreşimsiz fonem ağırlıklı cümle (*voiceless*) parametrelerinin LSD testi sonuçları.

<i>Voiceless</i>	p değeri	Post hoc Sonuçları
CPP	0,031* 0,025*	Grup IV E>Grup IV K; Grup III K>Grup IV K
CPP SD	0,030*	Grup III K>Grup IV K
L/H Ratio	0,921	
L/H Ratio SD	0,457	
CPP F0	0,002* 0,006* 0,014*	Grup II E>Grup IV K; Grup I K>Grup IV K; Grup II K>Grup IV K
CPP F0 SD	0,944	
CP	0,040*	Grup III K>Grup IV K

CPP: *Cepstral Peak Prominence*; L/H Ratio: *Low to High Spectral Ratio*; CPP F0: *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency*; CP: *Cepstral Peak*; SD: *Standard Deviation*; K: Kız; E: Erkek
*p<0,05.

Çalışmaya alınan 4.00-17.11 yaş arasındaki bireylerin yaş*cinsiyete bağlı olarak *Voiceless* cümle parametrelerinin istatistiksel olarak değişimleri Tablo 4.72.'de gösterilmiştir. CPP parametresinde yaş*cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu sonucuna ulaşılmıştır (p<0,05). Grup IV'teki erkek çocukların ve Grup III'teki kız çocukların Grup IV'teki kız çocuklardan daha yüksek değerler elde ettiği görülmüştür. CPP SD parametresi yaş*cinsiyete göre incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu sonucuna ulaşılmıştır (p<0,05). Grup III'teki kız çocukların Grup IV'teki kız çocuklardan daha yüksek CPP SD değerlerine sahip olduğu görülmüştür. L/H Ratio, L/H Ratio SD ve CPP F0 SD parametrelerinde yaş*cinsiyet etkileşimine bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. CPP F0 parametresinde yaş*cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu sonucu elde edilmiştir (p<0,05). Grup IV'teki kız çocukların Grup I ve II'deki kız çocuklardan ve Grup II'deki erkek çocuklardan daha yüksek değerler elde ettiği görülmüştür. CP değeri yaş*cinsiyet etkileşimine göre incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu görülmüştür (p<0,05). Grup III'teki kız çocukların Grup IV'teki kız çocuklardan daha yüksek CP değerleri elde ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 4.73. Yaş ve cinsiyete göre bağlantılı konuşmadaki parametrelerin LSD testi sonuçları.

Bağlantılı Konuşma	p değeri	Post hoc Sonuçları
CPP	0,962	
CPP SD	0,851	
L/H Ratio	0,039* 0,022*	Grup III E>Grup I E; Grup IV E>Grup I E
L/H Ratio SD	0,338	
CPP F0	0,001*	Grup I K>Grup I E>Grup II K>Grup II E>Grup IV K>Grup IV E
CPP F0 SD	0,002*	Grup I K>Grup III E
CP	0,034* 0,003* 0,004*	Grup III K>Grup I K; Grup III K>Grup II E; Grup III K>Grup I E

CPP: Cepstral Peak Prominence; L/H Ratio: Low to High Spectral Ratio; CPP F0: Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency; CP: Cepstral Peak; SD: Standard Deviation; K: Kız; E: Erkek *p<0,05.

Çalışmaya alınan 4.00-17.11 yaş arasındaki bireylerin yaş*cinsiyete bağlı olarak bağlantılı konuşmadaki parametrelerin istatistiksel olarak değişimleri Tablo 4.73.'te gösterilmiştir. CPP, CPP SD ve L/H Ratio SD parametrelerinde yaş*cinsiyet etkileşimi incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmemiştir (p>0,05). L/H Ratio parametresinde yaş*cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu görülmüştür (p<0,05). Grup I'deki erkek çocukların Grup III ve Grup IV'teki erkek çocuklardan daha düşük değerler elde ettiği sonucuna ulaşılmıştır. CPP F0 parametresinde yaş*cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu görülmüştür. Grup I deki kız çocukların Grup I, Grup II'deki erkek çocuklardan ve Grup II ve Grup IV'teki kız çocuklardan daha yüksek değerler elde ettiği sonucuna ulaşılmıştır. CPP F0 SD parametresinde yaş*cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu sonucu elde edilmiştir (p<0,05). Grup I'deki kız çocukların Grup II'teki erkek çocuklardan daha yüksek değerler elde ettiği görülmüştür. CP parametresinde yaş*cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmiştir (p<0,05). Grup III'teki kız çocukların, Grup I'deki kız çocuklardan ve Grup I ve II'deki erkek çocuklardan daha yüksek değerler elde ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, Türkçe konuşan 4.00-17.11 yaş aralığındaki sağlıklı çocuklarda yaş ve/veya cinsiyete bağlı kepstral akustik parametrelerdeki değişimler incelenmiştir. Ses kalitesinin algısal olarak değerlendirilmesi, 2 dil ve konuşma terapisti tarafından 5 sn.lik /a/ fonasyonu ve CAPE-V cümleleri üzerinden yapılmıştır. Akustik değerlendirme için, KAY-PENTAX CSL Model 4500 cihazı ve bu cihaz ile uyumlu MDVP ve ADSV programları kullanılmıştır. F0 parametresi MDVP ile; CP, CPP, CPP SD, L/H *Ratio*, L/H *Ratio* SD, CPP F0, CPP F0 ve CSID parametreleri ise ADSV programı ile elde edilmiştir. CSL cihazı ile alınan 9 farklı görevde elde edilen 57 parametrenin 48'inde yaş ve/veya cinsiyete göre anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Bu farklılıklar gelişim süreçleri boyunca pediatrik larinks ve pediatrik seste meydana gelen değişimlerle açıklanmaktadır (127, 128).

Bu çalışma ile çocuklarda rutin klinik ses akustik ses değerlendirmesinde sıklıkla tercih edilen KAY-PENTAX CSL Model 4500 cihazı için kepstral analize ait pediatrik normatif veri tabanı oluşturulması amaçlanmıştır. Bu veri tabanının pediatrik popülasyonda ses bozukluklarının değerlendirilmesinde normal ses ile bozukluğa sahip sesi ayırmak için kullanılacak önemli niceliksel veri sağlayacağı düşünülmektedir.

Ses bozukluklarının tanısı ve sesin değerlendirilmesi; larinks görüntüleme, akustik ses analizi, aerodinamik ölçümler gibi enstrümantal yöntemler ile hasta ve klinisyen tarafından ses kalitesinin algısı gibi sesin subjektif değerlendirmesinden oluşan çok boyutlu yaklaşımı içerir. Ses kalitesi hakkında önemli sayısal veriler elde edilen akustik analiz için kullanılan farklı yöntemler mevcuttur. En çok tercih edilen iki yöntem zaman temelli ve frekans temelli akustik analiz yöntemleridir. Bu iki yöntemden zaman temelli akustik analiz, *jitter*, *shimmer* ve sinyal gürültü oranı gibi parametrelerin elde edildiği ve yalnızca ünlü fonasyonunun analizinin yapıldığı bir yöntemdir. Bu analizde tek bir glottal siklus ele alınarak analiz yapıldığı için ses bozukluğunun şiddeti arttıkça bu analiz yönteminin güvenilirliği azalmaktadır (101). Frekans temelli analiz yöntemlerinden kepstral akustik analiz yönteminde ise ünlü fonasyonu ile birlikte bağlantılı konuşma kaydının da analiz edilebilmesi, bu yöntemin

ses bozukluklarını yordama gücünü arttırmaktadır. Bu yordama gücü, yetişkin ve pediatrik popülasyonda yapılan birçok çalışma ile birlikte kanıtlanmıştır (17, 112, 115, 119).

Heman-Ackah ve ark. (2003) tarafından kepstral temelli akustik ölçümlerin algısal değerlendirme ile korelasyonunun incelendiği çalışmaya ses bozukluğuna sahip, 7.00-80 yaş arasında 176 kadın ve 105 erkek katılımcı dahil edilmiştir. Bir saniyelik /a/ fonasyonu pertürbasyon değerlerini belirlemek amacı ile MDVP programında analiz edilmiştir. İncelenen pertürbasyon parametreleri *jitter*, *shimmer*, *NHR*, *Percent Jitter*, *Relative Average Perturbation (RAP)*, ve *Smoothed Pitch Perturbation Quotient (sPPQ)*'dir. Bir saniyelik /a/ fonasyonu ve okuma parçasının okutulduğu ses kayıtları ise kepstral akustik değerlerin belirlenmesi için ADSV programında analiz edilmiştir. Bu analiz ile birlikte incelenen parametreler, CPP_a (ünlü fonasyonu için CPP) ve CPP_s (bağlantılı konuşma için CPP)'dir. Algısal değerlendirme aşamasında mevcut ses kayıtları ses alanında en az 3 yıllık deneyimi bulunan 10 dil ve konuşma terapisti tarafından değerlendirilmiştir. Çalışmada zaman ve frekans temelli analizlerin seçicilik, duyarlılık, pozitif prediktif değer ve negatif prediktif değerleri incelenmiştir. CPP_a ve CPP_s parametrelerinin özellikle pozitif prediktif değerleri daha yüksek bulunmuştur. Bu da kepstral temelli akustik ölçüm değerlerinin, pertürbasyon değerlerine göre daha iyi bir disfoni göstergesi olduğu sonucunu göstermektedir. Çalışma sonunda kepstral temelli akustik analizin objektif ses değerlendirmesi rutinine eklenmesi gerektiği belirtilmiştir (114).

Awan ve ark. (2010), işitsel-algısal değerlendirme ile kepstral temelli akustik ölçümlerin ilişkisini incelemişlerdir. Çalışmaya, ses bozukluğu olmayan ve yaşları 25-32 arasında değişen 8 katılımcı ile beraber hafif, orta ve şiddetli seviyede ses bozukluğuna sahip ve yaşları 21-78 arasında değişen 24 katılımcı dahil edilmiştir. Katılımcılardan 3-5 saniyelik /a/ fonasyonu ve CAPE-V cümlelerini okudukları bir kayıt alınmıştır. Kayıtların akustik analizleri CSL Model 4400 ile yapılmış; incelenecek veriler CPP, CPP SD, L/H Ratio ve L/H Ratio SD şeklinde belirlenmiştir. İşitsel-algısal değerlendirme, 25 Dil ve Konuşma Terapisi Bölümü son sınıf öğrencisi tarafından 0-100 arasında değişen görsel analog skala üzerinde /a/ fonasyonu ve CAPE-V cümlelerin okunduğu kayıt dinlenerek yapılmıştır. Sonuçlar, ses bozukluğu şiddetinin işitsel-algısal ve akustik ölçümler arasında güçlü bir ilişki olduğunu ve hem

ünlü fonasyonu hem de bağlantılı konuşma görevlerinde, kepsral temelli akustik ölçümlerin ses bozukluğu şiddetinin güçlü bir şekilde öngördüğünü göstermiştir (118).

Yukarıda bahsedilen çalışmalarda sesin algısal değerlendirmesi ile kepsral analizi arasında pozitif korelasyon olduğu ve kepsral ses analizinin ses bozukluğunu yordama gücünün yüksek olduğu gösterilmiştir. Rutin ses değerlendirmesine kepsral akustik analizin eklenmesi gerektiği belirten bu çalışmalarda, bu analiz yönteminin önemine vurgu yapılmıştır (114, 118).

Hillenbrand ve ark. (1994), sesin nefeslilik derecesi ile akustik değerlerin korelasyonunu incelemek amacı ile yaptıkları çalışmalarına 22-37 yaş arasında 7 kadın ve 8 erkek katılımcıyı dahil etmişlerdir. Her bir katılımcıdan [ɑ], [æ], [i] ve [o] ünlülerini tahmini ortalama F0'da normal, orta derecede nefesli ve ileri derecede nefesli olmak üzere üç farklı nefeslilik seviyesinde 3 saniye olacak şekilde üretmelerini istemişlerdir. Bu üretimlerin alındığı kayıtları, işitme taramasından geçirdikleri 20 Dil ve Konuşma Terapisi Bölümü mezuniyet aşamasında olan öğrenciye dinleterek nefesliliği 0,0 ile 1.0 arasında puanlamaları istenmiştir. Dinleyicilerin verdiği puanlar ile CPP, *Pearson r at Autocorrelation Peak* (RPK), *Peak-to-Average Ratio*, *Breathiness Index*, *Ratio of High to Mid/Low Frequency Energy* ve *First Harmonic Amplitude* akustik değerleri karşılaştırılmıştır. Çalışma sonunda, CPP ve RPK ölçümlerinin dinleyiciler tarafından algılanan nefeslilik derecelerini doğru tahmin etmede başarılı oldukları belirtilmiştir. Ayrıca bu parametrelerin perde belirleme hatalarına karşı duyarsız oldukları çalışma sonunda vurgulanmıştır (129). Bu sonuç kepsral temelli akustik analizin daha güvenilir olduğunu düşündürmektedir.

Wolfe ve Martin tarafından 1997 yılında klinikte tanımlanan üç temel ses bozukluğu ve bu bozukluklarının şiddetinin akustik olarak ayırt edilmesi amacı ile bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaya, disfonik sese sahip 15-79 yaş aralığında 20'si kadın 51 katılımcı dahil edilmiştir. Katılımcılardan /a/ ve /i/ fonasyonlarının kaydı alınmıştır. Toplamda 102 ses kaydı beş deneyimli klinisyen tarafından değerlendirilerek normal, nefesli, *hoarse* ve *strain* olarak sınıflandırılmıştır. Daha sonra ses kayıtları akustik olarak analiz edilerek F0, *jitter*, *shimmer*, *Signal-to-Noise Ratio* (SNR) ve CPP parametreleri elde edilmiştir. Analiz sonucuna göre, *jitter* parametresinin *strain* sesler

ile korele olduğu, F0'ın da *hoarse* seslerde daha düşük değerler aldığı belirlenmiştir. SNR parametresinin, *hoarse* seslerde daha yüksek değerler elde ettiği sonucuna ulaşılmıştır. CPP parametresinin ise üç ses bozukluğu türü ile de istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p<0,05$) ve *strain* seste daha yüksek değerlere sahip olduğu belirtilmiştir (130). Bu sonuçlara göre, CPP parametresinin üç ses bozukluğu türü ile istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği ve ses bozukluğu türlerini tanımlamak için kullanılabileceği düşünülmektedir.

Halberstam, 2004 yılında ünlü fonasyonu ve bağlantılı konuşmaya ilişkin akustik ve algısal parametrelerin, *hoarseness* yordamadaki güvenilirliklerini incelemek amacı ile yaptığı çalışmaya, 40'ı kadın 60 katılımcı dahil etmiştir. Katılımcılar; vokal nodülü, vokal fold ödemi, vokal fold paralizi olan ve normal sese sahip 4 farklı tanı kategorisinden seçilmiştir. Ünlü fonasyonu ve *Rainbow Passage*'ın okutulması ile elde edilen kayıtlar, algısal ve akustik olarak değerlendirilmiştir. Algılanan *hoarseness* derecesi ve akustik analiz ile elde edilen *jitter*, *shimmer* ve CPP değerlerinin korelasyonu incelenmiştir. *Jitter* ve *shimmer* parametrelerinin algısal değerlendirme ile korelasyon gösterdiği fakat CPP değerinin *hoarseness*in algısal değerlendirmesi ile daha güçlü korelasyona sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır (131).

Moers ve ark. (2011), *hoarseness* seslerin ünlü fonasyonu ve bağlantılı konuşma temelli kepsral akustik analizlerini incelemiştir. Çalışmaya, *hoarseness* ses kalitesine sahip 19-85 yaş arası 49'u kadın toplam 73 kişiyi dahil etmişlerdir. Ünlü fonasyonu ve standart bir metnin okutulduğu ses kaydı 5 dil ve konuşma terapisti tarafından *Roughness-Breathiness-Hoarseness* (RBH) üzerinden 4 puanlı skala ile algısal olarak değerlendirilmiştir. Ünlü fonasyonu ve metin temelli alınan ses kayıtları *Praat version 5.1*. programı ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre; kepsral temelli akustik analizin, kronik olarak *hoarseness* ses kalitesine sahip hastaların işitsel- algısal değerlendirme aracı RBH sonuçları ile korele olduğu görülmektedir (132).

Heman-Ackah ve ark. 2014 yılında yaptıkları çalışmada CPP değerinin normatif veri tabanını belirlemeyi amaçlamışlardır. Ayrıca CPP değerinin disfoniye ölçmedeki özgünlüğü ve hassasiyetini incelemiştir. Çalışmaya 525'i kadın 835 disfonik sese sahip birey ve 50 sağlıklı katılımcı dahil edilmiştir. Gönüllü 50 katılımcıdan da aynı protokole kayıt alınmıştır. Tüm bu kayıtlar 4 laringolog ve 8 dil

ve konuşma terapisti tarafından 100 mm'lik görsel analog skala üzerinden disfoni ya da normallik şiddetlerini belirlemek amacı ile değerlendirilmiştir. Algısal analize ek olarak, Hillenbrand tarafından tasarlanan bağlantılı konuşma kaydının analizi ile beraber CPP değerlerini belirlemek için kullanılan algoritma uygulanarak akustik analizler tamamlanmıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucu disfonik ses ile normal sesin CPP değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$). Literatürdeki çalışmalarda Hillenbrand tarafından tasarlanan algoritma kullanılarak herhangi bir sesin normal olarak tanımlanabilmesi için CPP değerinin *cut off* sınırı 4.00 olarak tanımlanmıştır (114, 119). Bu *cut off* değeri kullanılarak, duyarlılık seviyesi %92.4 ve özgünlüğü %79 olarak belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda pozitif prediktif değer %82.5 ve negatif prediktif değer ise %90,8'dir. Çalışmanın sonunda, CPP değerinin disfoninin objektif ölçümü için iyi bir parametre olarak görüldüğü ve klinik kullanımı ve daha ileri çalışmalarda da araştırılmasının doğru olacağı belirtilmiştir (115).

Yukarıda bahsedilen çalışmalarda, farklı ses bozukluk türlerinde zaman temelli ve/veya frekans temelli akustik analizlerin ses bozukluğunu yormadaki gücü araştırılmış ve kepsral akustik analizin bu ses bozukluğu türlerini ve derecesini öngörmeye güçlü olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmaların sonunda da belirtildiği gibi kepsral akustik analiz yöntemi farklı ses bozukluklarında sesin algısal değerlendirmesi ile koreledir ve rutin ses değerlendirmesine eklenmesinin doğru olacağı düşünülmektedir. Kepsral akustik parametrelerin araştırmalarda ve klinik uygulamalarda kullanımının sağlanabilmesi için popülasyonlara ait normatif verilerin belirlenmesi de önem taşımaktadır.

Heman-Ackah ve ark. tarafından 2002'de yapılan çalışmada, disfoninin seçili parametreleri ile kepsral tepe noktasının arasındaki ilişki incelenmiştir. Tip I tiroplasti ve rekürrent larengeal sinir reinervasyon cerrahisi geçiren 10'u kadın 19 kişinin operasyon öncesi ve sonrası alınan ses kayıtları algısal ve akustik değerlendirmeler ile incelenmiştir. Ünlü fonasyonu ve okuma parçasından oluşan ses kayıtları 2 dil ve konuşma terapisti tarafından *grade*, *roughness*, *breathiness*, *astenia*, *strain* parametreleri 0 ile 120 mm arasındaki bir skala üzerinden puanlanmıştır. Tamamen normal ses 0 ile derecelendirilmiştir. Ses kayıtlarının akustik analizi KAY-PENTAX CSL cihazı ile uyumlu MDVP ile yapılmıştır. RAP, sPPQ, *Amplitude Perturbation*

Quotient (APQ) ve NHR değerleri elde edilmiştir. Kepstral akusik analiz ise CSL cihazı ile ADSV programı kullanılarak ünlü fonasyonu ve konuşma örneği üzerinden CPP_a ve CPP_s değerlerinin elde edilmesi ile tamamlanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre RAP, sPPQ, APQ ve NHR; *grade* ve nefeslilik ile doğru ancak CPP değerlerinden daha az güçlü olarak korele bulunmuştur bunun yanı sıra NHR, APQ ve RAP; *roughness* ile korele bulunmamıştır. Ayrıca hem CPP_a hem de CPP_s değerleri *grade* ve nefeslilik ile ters orantılı ve güçlü bir korelasyona sahiptir (112).

Awan ve ark. (2009), kas gerilim disfonisi olan 104 kadın katılımcıyı dahil ettikleri bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada her katılımcıdan terapi öncesi ve terapi sonrası bağlantılı konuşma kaydı alınmıştır. Alınan toplam 208 kayıt, ses alanında çalışan 5 yüksek lisans öğrencisi tarafından 100 puanlık görsel algısal skala kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu skalada yüksek puanlar artmış disfoni şiddetini temsil etmiştir. Daha sonra bu 208 kaydın CSL Model 4300 cihazı kullanılarak kepsral analiz ile akustik analizi sağlanmıştır. Analiz sonucu CPP ve CPP SD parametreleri incelenmiştir. Çalışma sonunda kas gerilim disfonisinde; kepsral temelli ölçümlerden oluşan çok parametrelili akustik analiz yöntemi ile bağlantılı konuşma kaydının incelenmesinin, terapi öncesi ve sonrası disfoni şiddetinin objektif bir ölçümü olarak önemli bir öngörücü olduğu sonucuna ulaşılmıştır (119). Bu nedenle terapi etkinliğinin belirlenmesinde kepsral akustik parametrelerin normatif değerlerinin saptanmış olması önem taşıdığı düşünülmektedir.

Kumar ve ark. 2010 yılında yaptıkları çalışmada, 25'i kadın 50 kişiyi dahil ettikleri vokal nodüle sahip katılımcılardan oluşan çalışma grubu ve 25'i kadın 50 kişiyi dahil ettikleri sağlıklı sese sahip katılımcılardan oluşan kontrol grubunun CPP değerlerini karşılaştırmışlardır. Ünlü fonasyonundan oluşan ses kaydının analizi için CSL Model 4150 cihazını kullanmışlardır. Bulgularda harmonik yapıya sahip normal bir sesin, *hoarse* ve nefesli olarak tanımlanan ve zayıf bir harmonik yapıya sahip sese göre, daha güçlü bir kepsral tepe noktasına sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada vokal nodülü olan kişilerin seslerinin kepsral analiz ile incelendiğinde ses bozukluklarının klinik kanıtlarının ortaya çıkacağı savunulmuştur. Çalışma grubunun vokal foldlarında bulunan benign lezyon varlığı nedeni ile CPP değerinin düşüşü açıklanmıştır. Çalışmanın sunduğu sonuçlar; CPP değerinin, kulak burun boğaz

uzmanı ve dil ve konuşma terapisti tarafından klinik uygulamada verilen terapi prosedürünün etkinliğini izlemek için kullanılabileceğini göstermiştir (88).

Kumar Balasubramanium ve ark. tarafından 2011 yılında tek taraflı vokal fold palsi (UVFP)'ye sahip bireylerin ses kaliteleri kepstral akustik analiz ile değerlendirilmiştir. Çalışmada, UVFP'li bireylerin vokal foldlarının yetersiz kapanmasına bağlı olarak nefesli bir ses kalitesine sahip olmaları, normal sese göre kepstral tepe değerlerinin anormal bir düşüşe sahip olacağı hipotezini düşündürmüştür. Çalışma grubuna tek taraflı vokal fold paramedian paralizi tanısı almış 20-40 yaşları arasında 30'u kadın 60 kişi dahil edilmiştir. Kontrol grubunu 20-40 yaşları arasında 30'u kadın 60 katılımcı oluşturmuştur. Kontrol grubuna dahil edilecek kişilerin sesleri 3 dil ve konuşma terapisti tarafından algısal olarak değerlendirilmiştir ve normal sese sahip oldukları belirlenmiştir. Tüm katılımcılardan CSL Model 4150 cihazı kullanılarak ünlü fonasyonu kaydı alınmış ve CPP parametresi analiz edilmiştir. Çalışmanın sonuçları, klinik grupta kontrol grubuna kıyasla düşük CPP değerlerini ortaya koymuştur. Bu da harmonik sesin daha yüksek CPP değerine sahip olması ile açıklanmıştır. Sonuçlar aynı zamanda her iki grupta da kadınların erkeklere kıyasla daha düşük CPP değerlerine sahip olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, kadınlarda *posterior chinkin* olması durumu ile açıklanmaktadır. Bulgular; UVFP'ye sahip sesin kepstral olarak analiz edilmesi sonucu, bozukluğun klinik olarak ortaya koyulduğunu göstermektedir. Klinik gruptaki CPP değerindeki bu sapmaların, UVFP'de mevcut fonatuar gap veya *glottal chinkin* bir sonucu olduğu düşünülmektedir. Ses çok boyutlu bir olgu olduğu için UVFP'de de klinik tablonun doğru şekilde belirlenebilmesinde kepstral akustik analizin değerlendirme ve tedavi etkililiğini takip etme prosedürüne eklenmesi gerektiği belirtilmiştir (133). Çalışmamızın amacı pediatrik popülasyona ait normatif verilerin belirlenmesi olsa da yapılan analizler sonucu 11.00-14.11 yaş arasında kız çocuklarının CPP parametresine ait değerlerin erkeklere göre daha düşük olduğu görülmüştür. Puberte ile beraber *posterior chinkin* erkek çocuklarda daha yüksek oranda azalmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Bu bağlamda çalışmamızın bu sonucu, Kumar Balasubramanium ve ark. (2011) tarafından yapılan araştırma sonuçları ile uyumluluk göstermektedir.

Hipokinetik ve ataksik sesin kepstral analizinin incelendiği, Jannetts ve Lowit tarafından 2014 yılında yayınlanan çalışmaya GRBAS skalası ile değerlendirilip

ataksik sese sahip olduğu belirlenmiş kişiler ve Parkinson hastası bireyler dahil edilmiştir. Yaş ortalaması 68.02 ± 8.58 olan Parkinson hastası grup 12'si kadın toplam 43 katılımcıdan; yaş ortalaması 51.5 ± 13.6 olan ataksik sese sahip grup ise, 5'i kadın 10 katılımcıdan oluşmuştur. Ünlü fonasyonu, okuma ve serbest konuşmadan oluşan ses kaydı GRBAS ile algısal olarak değerlendirilmiştir. Ardından ses kayıtları analiz edilerek; CPP, CPPs, NHR, *jitter*, *shimmer*, APQ, RAP ve *Pitch Perturbation Quotient* (PPQ) parametreleri elde edilmiştir. CPP ve CPPs değerlerinin, *roughness* hariç, diğer akustik parametrelere göre GRBAS'da değerlendirilen *grade*, *breathiness* ve *astenia* ile daha güçlü korelasyon gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma sonucunda motor konuşma bozukluklarına bağlı ses bozukluklarından daha fazla etkilenen *astenia* için, kepsral analiz sonucu elde edilen parametrelerin daha güvenilir göstergelere sahip olduğu ve klinik araştırmalarda CPP ve CPPs değerlerinin, motor konuşma bozuklukları ile ilişkili ses kalitesinin nicel bir ölçüsü olarak kullanılabilceği belirtilmiştir (134).

Yukarıda bahsi geçen çalışmalarda farklı vokal fold patolojilerinde frekans temelli akustik analiz yöntemi ile ses analizi yapılmıştır. Kepsral analizin, algısal analiz ile korelasyonu, vokal fold patolojileri veya konuşma bozukluklarına ilişkin ses kalitesinin nicel bir ölçüsü olarak kullanıp kullanılamayacağı ve terapi etkinliğini izlemedeki rolünün incelendiği çalışmalar ile beraber frekans temelli analiz yöntemlerinin etkili olduğu sonucu elde edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar bu analiz yöntemi ile yapılan çalışmaların önemine işaret etmektedir.

Chen ve ark., 2010 yılında yaptıkları çalışmada; CPP, sinyal gürültü oranı, ilk 3 formant frekans ve formant bant genişliğinin çocuklarda cinsiyetle beraber değişimini incelemişlerdir. Çalışmaya 8-17 yaş arası 314 çocuğu dahil etmişlerdir. Çalışma sonunda 8-9 yaş için CPP değerinde cinsiyet grupları arasında anlamlı fark olmadığı ($p > 0,05$), 10-11 ve 12-13 yaş grubunda gruplar arası anlamlı farklılık olduğu görülmüştür ($p < 0,05$). CPP değerinin pre-adölesan dönemde cinsiyetle beraber değiştiği sonucuna ulaşılmıştır (135). Çalışmamızda CPP değeri için 10 yaş ile beraber cinsiyet grupları arası anlamlı farklılık elde edilmiştir ($p < 0,05$). Bu bulgular açısından iki çalışma uyumluluk göstermektedir.

Diercks ve ark. (2013), normal pediatrik seste zaman temelli ve frekans temelli akustik analizi kullanarak frekansı ve pertürbasyonunu değerlendirmişlerdir. Buna ek

olarak bağlantılı konuşma örneklerinin kullanımı ile kayıt güvenilirliğini araştırmak amacı ile çalışma yapmışlardır. Çalışmaya normal sese sahip 4.00-17 yaş arası 43 çocuk dahil edilmiştir. Ünlü fonasyonu, CAPE-V cümleleri ve *Rainbow Passage*'ın ilk cümlesi okutularak alınan kayıt MDVP ve ADSV programlarında analiz edilmiştir. F0, CPP F0, CPP, CPP SD, L/H *Ratio*, L/H *Ratio* SD, CSID parametreleri incelenmiştir. Zaman temelli analiz ile elde edilen F0'ın, yüksek güvenilirliğe; pertürbasyon değerlerinin ise düşük güvenilirliğe sahip olduğu görülmüştür. Bağlantılı konuşma örneklerinin frekans temelli analizi - bir değişken hariç - yüksek güvenilirliğe sahip olarak bulunmuştur. Çalışma sonunda; bağlantılı konuşma örneklerinin analizinin, ses bozukluğu derecesinin belirlenmesinde doğruluğu arttırmakta olduğu ve bağlantılı konuşmanın frekans temelli analizinin pediatrik sesi daha iyi temsil edebileceği belirtilmiştir. Bunun yanı sıra frekans temelli analizin hem pediatrik sesteki gelişimsel değişikliklerin hem de ses bozukluğunda tedavi etkinliğinin belirlenmesinde kullanılabileceği belirtilmiştir (124). Çalışmanın sonunda belirtildiği gibi kepsral akustik analiz yönteminin pediatrik grupta ses bozukluğu derecesinin belirlenmesinde güçlü bir öngörücü olması, çalışmamızın gerekliliğini destekleyen bir sonuç olduğu düşünülmektedir.

Normal sese sahip pediatrik popülasyonda ergenlik öncesi dönemde, cinsiyet ile beraber değişen akustik bir parametrenin var olup olmadığını belirlemek amacı ile 2014 yılında Guzman ve ark. tarafından bir çalışma yapılmıştır. Çalışmaya normal sese sahip 7.00 ile 10,11 yaşları arasında 15'i kız 30 çocuk dahil edilmiştir. Katılımcılardan alınan ses kayıtlarının protokolü sırasıyla şu şekilde belirlenmiştir: /a/, /i/ ve /u/ ünlü fonasyonu; fonetik olarak dengelenmiş metnin okunması ve *Happy Birthday* şarkısının 1 dakika söylenmesi. Katılımcıların ses kaliteleri birinci yazar tarafından GRBAS kullanılarak değerlendirilmiştir. Daha sonra ses kayıtları *Praat version 5.2.* yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sonucu *Long-term Average Spectrum* (LTAS), F0, konuşmanın temel frekansı, *Equivalent Continuous Sound Level* (Leq), *Linear Predictive Code* (LPC), pertürbasyon parametreleri (*jitter* ile *shimmer*) ve HNR parametreleri elde edilmiştir. Kepsral tepe noktası ise CSL (KayPENTAX, Lincoln Park, NJ) kullanılarak analiz edilmiştir. Daha sonra ses kayıtları 4 dinleyici tarafından dinlenerek konuşmacı cinsiyeti tanımlanmıştır. İstatistiksel analiz sonucunda, akustik parametrelerin çoğunun erkek ve kadın sesleri arasında anlamlı farklılık göstermediği

ortaya konmuştur. Bazı çalışmalar, formant frekansların erkek ve kadın yetişkinler için cinsiyetin iyi akustik göstergeleri olduğunu bildirmiştir (136-139). Ancak, bu çalışmada formant frekansların çocuklarda konuşmacı cinsiyetin tanımlanmasına aynı şekilde katkıda bulunmadığı görünmektedir. Kızların formant frekanslarının erkeklerden daha yüksek değerlere sahip olduğunu belirten bazı veriler olmasına rağmen araştırmacılar bu farklılıkların çok küçük olduğunu belirtmişlerdir. Yine LTAS değerleri için cinsiyetler arası anlamlı bir fark bulunamamıştır. Pertürbasyon değerlerinin de incelendiği bu çalışma sonucunda kız ve erkek grup için bu değerlerde farklılık görülmemiştir. Çocuk seslerinde cinsiyeti farklılaştırmak için olası bir akustik belirteç olarak kepsral analizinin ilk kez kullanıldığı belirtilen bu çalışmada, gruplar arası yalnızca /i/ fonasyonunda belirgin bir farklılık görülmüştür. Çalışma sonucunda, cinsiyetler arasında karşılaştırılan çoğu parametrede anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Daha önce birçok çalışmada belirtildiği gibi kız ve erkek çocukların sesleri arasında belirgin bir fark yoktur (138, 140). Algısal değerlendirmenin, önceki çalışmalarda olduğu gibi bu çalışmada da cinsiyet gruplarını güvenilir bir şekilde tespit ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Cinsiyete özgü tonlama kalıplarının, çocukların seslerinde cinsiyeti ayırt etmek için daha doğru bir özellik olabileceği belirtilmiştir. Katılımcı grubunun 7.00-10,11 yaş arası olduğu bu çalışmada yapılan analizler arasında frekans temelli analiz de mevcuttur. Alınan /a/ fonasyonu için belirlenen frekans temelli analiz parametrelerinde cinsiyet grupları arası anlamlı bir farklılık görülmemiştir (141). Çalışmamızda elde edilen parametreler için cinsiyet grupları arası farklılaşmanın 10 yaş sonrasında başladığı görülmüştür. Bu sonuçlarla beraber iki çalışmanın uyumluluk gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır

Kopf ve ark., 2017 yılında pediatrik popülasyona ait sese nefeslilik algısını değerlendirdikleri bir çalışma yayınlamışlardır. Çalışmaya nefesliliğe sahip 20 pediatrik ses kaydı ve 6 değerlendirici dahil edilmiştir. Nefeslilik bulunan 20 ses kaydı aynı zamanda akustik analiz ile incelenerek *loudness ratio*, *pitch strenght* ve kepsral tepe nokta parametreleri analiz edilmiştir. Çalışmada analiz edilen parametrelerin algısal değerlendirme ile olan ilişkileri incelenmiştir (142). Kepsral tepe noktası ve nefeslilik arasında daha önce birçok çalışmada belirtildiği gibi korelasyon olduğu görülmüştür (129, 133, 143). Nefesli sesin daha düşük bir CPP değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Algısal olarak daha az nefesli olduğu kabul edilen ses örneğinin CPP

değerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Çalışmada pediatrik popülasyonda CPP değerinin, nefesliliğin güçlü bir öngörücüsü olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç, CPP parametresinin rutin ses değerlendirmesinde dikkate alınıp incelenmesi gereken bir değer olduğunu göstermektedir. Bu da çocuklarda kepstral akustik parametrelerin normatif verilerinin önemini ve bunu belirlemek için yapılacak olan çalışmanın gerekliliğini ön plana çıkartmaktadır (142).

Aydınlı ve ark., 2019 yılında pediatrik popülasyonda kepstral analizin disfonik ses ile normal sesi ayırt etmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Çalışma grubuna, 5 yaş ile 12 yaş 7 ay arasında disfonik sese sahip 20 erkek-7 kız katılımcı dahil edilmiştir. Kontrol grubu ise yaş ve cinsiyetle eşleştirilmiş katılımcılardan oluşmuştur. İşitsel-algısal değerlendirmede CAPE-V Türkçe protokolü kullanılmıştır (68). Çalışma sonunda, çocuklarda sağlıklı ve disfonik ses arasındaki farkı belirlemek için kepstral analizin kullanılabilirliği ve kepstral akustik analizin çocukların rutin klinik ses değerlendirmesinin zorunlu bir bileşeni olması gerektiği belirtilmiştir (17).

Yetişkin ve pediatrik popülasyonda yapılan bu çalışmalar da göstermektedir ki kepstral akustik analiz yönteminin, ses bozukluklarının rutin klinik değerlendirme protokolüne dahil edilmesi önemli ve gereklidir. Bununla birlikte akustik değerlendirme sonucunda elde edilecek sayısal verilerin ses bozuklukları alanında çalışan uzmanlar tarafından yorumlanabilmesi için normatif verilere ihtiyaç duyulduğu da bir gerçektir. Literatürde pediatrik kepstral akustik normatif veri tabanının belirlenmesine yönelik sadece bir çalışmaya rastlanmıştır (15).

İngiliz diline ait pediatrik kepstral akustik normatif veritabanının belirlenmesi amacı ile Infusino ve ark. tarafından 2015 yılında yayınlanan çalışmaya 4.00-18 yaş arasında sağlıklı sese sahip 220 çocuk dahil edilmiştir. Katılımcılardan ünlü fonasyonu, CAPE-V cümleleri ve bağlantılı konuşma kaydı alınmıştır. Alınan kayıtlar MDVP ile analiz edilerek F0 parametresi ve ADSV ile analiz edilerek CPP, CPP SD, L/H Ratio, L/H Ratio SD, CPP F0, CPP F0 SD ve CSID parametreleri elde edilmiştir. Bu parametrelerin cinsiyet ve yaş gruplarına göre değişimleri incelenmiştir. Erkeklerde; ünlü fonasyonuna ait F0 ile ünlü fonasyonu, ünlü fonem ağırlıklı cümle ve sert glottal atak gerektiren cümleye ait CPP F0 değerlerinin 11-14 yaşta kritik bir noktaya sahip olduğu görülmüştür. Başka bir deyişle; 11 yaş ile beraber erkeklerde bu değerlerde bir düşüş olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ancak kızlarda böyle bir geçişin

söz konusu olmadığı belirtilmiştir. Bulgulara göre F0'ın yaş ile beraber anlamlı olarak azalmakta olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ünlü fonem ağırlıklı cümle, yumuşak başlangıç gerektiren cümle, sert glottal atak gerektiren cümle, titreşimsiz fonem ağırlıklı cümle ve bağlantılı konuşma kaydına ait CPP değerinin erkeklerde, yaş ile beraber arttığı bulunmuştur. Kızlarda ise CPP değerinin ünlü fonem ağırlıklı cümledeki analizde, yaş ile beraber daha belirgin arttığı görülmüştür. L/H *ratio* değerinin ise ADSV'de analiz edilen tüm kayıtlarda, her iki cinsiyette de yaş ile ters orantı gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. ADSV yazılımında CSID değeri yetişkin verilere dayanılarak geliştirilmiştir. Analiz sonunda elde edilen CSID değerlerinin pediatrik popülasyonu temsil etmediği fakat yaş ile beraber yetişkin popülasyonun normatif değer aralığına doğru düşüş gösterdiği belirtilmiştir (15).

Yukarıda aktarılan çalışmalarda da belirtildiği gibi kestral akustik analiz, ses kalitesini daha iyi temsil etmektedir. Bu nedenle, sesin rutin klinik değerlendirmesinde kestral akustik analiz yönteminin kullanılması ile, ses bozukluğu derecesi ve terapi etkinliğinin daha iyi yansıtılacağı düşünülmektedir. Diğer yandan analiz sonucu elde edilen parametrelerin doğru yorumlanabilmesi için normatif verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Çalışmamız ile birlikte Türkçe konuşan sağlıklı çocuklara ait normatif kestral akustik parametreler ve bu parametrelerin yaş ve/veya cinsiyet ile değişimi incelenmiştir. Çalışmamızın bu yönüyle literatüre ve klinik uygulamaya katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışmanın başlangıcında, yaş ve cinsiyete göre değişimi incelenmesi planlanan parametrelerden CSID ise analiz dışı bırakılmıştır. Bunun sebebi ise, ADSV yazılımında CSID değerinin İngiliz dilini konuşan yetişkin popülasyona ait verilere dayanılarak geliştirilmesi ve Türkçe konuşan pediatrik popülasyonu temsil etmemesidir.

Awan ve ark. tarafından 2015 yılında İngiliz dilini konuşan 216'sı kadın 332 yetişkin ile ses bozukluklarında tarama aracı olarak CSID'i kullanmak üzere geçerlik çalışması yapılmıştır. Çalışmaya dahil edilen popülasyonun yaş ortalaması 51.94 (SS: 16.22) tür. Çalışma sonunda İngiliz dilini konuşan yetişkin bireyler için *cut-off* skorlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmaya dahil edilen bireylerden rahat ettikleri perde ve şiddette *Rainbow Passage*'ını okumaları

istenmiş, kayıtlar ADSV yazılımı ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda CPP ve L/H *Ratio* parametreleri elde edilmiştir. Bu parametreler kullanılarak, Awan ve ark. tarafından 2009 yılında geliştirilmiş ve tahmini disfoni şiddeti derecesini hesaplamak için kullanılan çoklu regresyon denklemi* ile İngiliz dilini konuşan yetişkin bireylerin CSID parametresine ait normatif veri tabanı oluşturulmuştur (119, 123). Çoklu regresyon denklemi aşağıda sunulmuştur.

$$* \text{CSID} = 154.59 - (10.39 \times \text{CPP}) - (1.08 \times \text{SR}) - (3.71 \times \sigma_{\text{SR}})$$

(SR: L/H Ratio, σ_{SR} : L/H Ratio *standart deviation*)

İleriki araştırmalarla birlikte, CSID parametresi için Türkçe konuşan yetişkin ve pediatrik popülasyonları temsil eden normatif değerlerin belirlenmesini literatüre ve klinik kullanıma katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı Türkçe konuşan çocuklarda kepstral akustik parametreler ile ilgili standart veriler elde etmek ve bu parametrelerin yaş ve/veya cinsiyet ile nasıl değişiklikler gösterdiklerini tespit etmektir. Çalışmanın temel sonuçları aşağıda açıklanmıştır.

Kepstral akustik değerlendirmedeki 57 parametrenin 48'inde yaş ve/veya cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0,05$).

1) /a/ fonasyonu kaydının analiz edildiği *Multidimensional Voice Program* ile incelenen *Fundamental Frequency* parametresinde yaş ve cinsiyete göre gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$).

2) ADSV programında /a/ fonasyonu analizi ile elde edilen *L/H Ratio Standard Deviation* parametresi hariç yaşa göre gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmüştür ($p<0,05$).

3) *Voiced* cümleye ait *Cepstral Peak Prominence Standard Deviation* parametresi hariç diğer parametrelerde yaşa göre gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmüştür ($p<0,05$).

4) Bağlantılı konuşmada *Cepstral Peak Prominence* ve *Cepstral Peak Prominence Standard Deviation* parametresi hariç diğer parametrelerde yaşa göre gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmüştür ($p<0,05$).

5) *Voiceless* cümle hariç diğer 7 görevde *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency* parametresinde yaşa göre gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmüştür ($p<0,05$).

6) *Nasal* ve *Voiceless* cümleleri hariç diğer 6 görevde *L/H Ratio*, *Cepstral Peak Prominence Fundamental Frequency Standard Deviation* ve *Cepstral Peak* parametrelerinde cinsiyete göre gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmüştür ($p<0,05$).

7) *Nasal* ve *Voiceless* cümleleri hariç diğer 7 görevde *L/H Ratio* ve *Cepstral Peak* parametrelerinde yaş*cinsiyete göre gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmüştür ($p<0,05$).

8) Pediatrik popülasyona ait kepstral akustik parametrelerde yaş ve/veya cinsiyet ile birlikte anlamlı değişimler bulunmuştur.

9) Kepstral akustik analiz, ses bozukluklarının rutin değerlendirmesinde algısal yöntemler ile birlikte kullanıldığında daha güvenilir sonuçlar elde edilebilir.

10) Vokal nodül, vokal polip, vokal kist, vokal fold paralizisi, Reinke ödemi gibi vokal fold patolojilerinde yapılan değerlendirmelerde, zaman temelli akustik analizlerin yerine frekans temelli akustik analiz yöntemlerinden olan kepstral akustik değerlendirmelerin tercih edildiği çalışmalar literatüre katkı sağlayacaktır.

11) Kepstral akustik değerlendirme, sesin genel kalitesi hakkında nicel veriler sağlayarak ses bozuklukları alanında çalışan dil ve konuşma terapistleri ve kulak burun boğaz uzmanları için tedavi/terapi etkinliğinin ortaya koyulmasında yardımcı olacak bir değerlendirmedir.

12) Farklı görevlerde akustik parametrelerin değerlendirmeleri yapıp, mevcut parametrelerin hangi görev türünde daha doğru sonuç verdiği araştırıldığı çalışmalar değerlendirme ve terapi sürecinde yol gösterici olacaktır.

13) Pediatrik ses değerlendirmesinde kepstral akustik parametreler kullanılarak, ses bozukluğunun şiddeti ve terapi sürecinin seyri daha doğru ifade edilerek, ses bozukluğundaki iyileşme net olarak ortaya koyulabilir.

Bu çalışma Türkçe konuşan sağlıklı çocuklar ile ilgili kepstral akustik parametrelerin normatif değerinin tespit edildiği ilk çalışmadır.

Bu çalışmanın sonuçları ile Türkçe konuşan çocuklara ait kepstral akustik parametrelerde normatif veriler elde edilmesi ve bu verilerin yaş ve/veya cinsiyete göre değişikliklerin tespit edilmesi pediatrik popülasyonda yapılacak olan çalışmalar ve rutin klinik kullanıma katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. Aronson A, Bless D. Clinical voice disorders. New York. NY: Thieme. 2009.
2. Bhattacharyya A, Nerurkar NK. Laryngology: Thieme; 2014.
3. Possamai V, Hartley B. Voice disorders in children. *Pediatric Clinics*. 2013;60(4):879-92.
4. Mohammadzadeh A, Sandoughdar N. Prevalence of voice disorders in Iranian primary school students. *Journal of Voice*. 2017;31(2):263. e13-. e18.
5. Carding PN, Roulstone S, Northstone K, Team AS. The prevalence of childhood dysphonia: a cross-sectional study. *Journal of Voice*. 2006;20(4):623-30,
6. Van Houtte E, Van Lierde K, D'haeseleer E, Claeys S. The prevalence of laryngeal pathology in a treatment-seeking population with dysphonia. *The Laryngoscope*. 2010;120(2):306-12.
7. Somers GR, Tabrizi SN, Borg AJ, Garland SM, Chow C. Juvenile laryngeal papillomatosis in a pediatric population: a clinicopathologic study. *Pediatric Pathology & Laboratory Medicine*. 1997;17(1):53-64.
8. Dobres R, Lee L, Stemple JC, Kummer AW, Kretschmer LW. Description of laryngeal pathologies in children evaluated by otolaryngologists. *Journal of Speech and Hearing Disorders*. 1990;55(3):526-32.
9. Maturo S, Hill C, Bunting G, Ballif C, Maurer R, Hartnick C. Establishment of a normative pediatric acoustic database. *Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery*. 2012;138(10):956-61.
10. Awan SN, Roy N. Outcomes measurement in voice disorders: application of an acoustic index of dysphonia severity. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2009.
11. Maryn Y, Corthals P, Van Cauwenberge P, Roy N, De Bodt M. Toward improved ecological validity in the acoustic measurement of overall voice quality: combining continuous speech and sustained vowels. *Journal of voice*. 2010;24(5):540-55.
12. Parsa V, Jamieson DG. Acoustic discrimination of pathological voice. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2001.
13. Medical P. Computerized Speech Lab (CSL™) 2019 [Available from: <https://www.pentaxmedical.com/pentax/en/99/1/Computerized-Speech-Lab-CSL>].
14. Garrett R. Cepstral-and spectral-based acoustic measures of normal voices. 2013.
15. Infusino SA, Diercks GR, Rogers DJ, Garcia J, Ojha S, Maurer R, et al. Establishment of a normative cepstral pediatric acoustic database. *JAMA Otolaryngology–Head & Neck Surgery*. 2015;141(4):358-63.

16. Latoszek BBv, Ulozaitė-Stanienė N, Maryn Y, Petrauskas T, Uloza V. The influence of gender and age on the Acoustic Voice Quality Index and Dysphonia Severity Index: a normative study. *Journal of Voice*. 2017.
17. Aydinli FE, Özcebe E, İncebay Ö. Use of cepstral analysis for differentiating dysphonic from normal voices in children. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*. 2019;116:107-13.
18. Kerschner JE, Merati AL. Science of voice production from infancy through adolescence. *Pediatric Voice Disorders: Diagnosis and Treatment* 2008. p. 23-9.
19. Cheng J, Zur KB. Congenital and acquired disorders of the vocal folds. *Disorders of the Neonatal Airway*: Springer; 2015. p. 67-74.
20. Brennan PA, Mahadevan V, Evans BT. *Clinical head and neck anatomy for surgeons*: CRC Press; 2015.
21. Rubin JS SR, Korovin GS. Basic Science. Diagnosis and treatment of voice disorders. *Anatomy of the Human Larynx*. 3 ed. San Diego: Plural Publishing; 2014.
22. McFarland DH. *Netter's Atlas of Anatomy for Speech, Swallowing, and Hearing-E-Book*: Elsevier Health Sciences; 2014.
23. Fuller DR, Pimentel J, Peregoy BM. *Applied Anatomy & Physiology for Speech-language Pathology and Audiology*: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins Health; 2012.
24. J. Anthony Seikel DWK, David G. Drumright. *Anatomy of Phonation. Anatomy & Physiology for Speech, Language, and Hearing* 4ed. Clifton Park, NY: Delmar-Cengage Learning; 2010, p. 165-222.
25. Sancak B, Cumhuri M. *Fonksiyonel Anatomi*. Ankara: Metu Pres. 1999:152-5.
26. Sataloff RT, Benninger MS. *Comprehensive Textbook of Otolaryngology: Head & Neck Surgery Laryngology*. Jaippee brothers medical publishers editor. 2016;4.
27. Sandhu GS, Nouraei SR. *Laryngeal and tracheobronchial stenosis*: Plural Publishing; 2015.
28. Casper JK, Leonard R. *Understanding voice problems: A physiological perspective for diagnosis and treatment*: Lippincott Williams & Wilkins; 2006.
29. Seikel JA, Drumright DG, King DW. *Anatomy & physiology for speech, language, and hearing*: Nelson Education; 2015.
30. Florin T, Ludwig S, Aronson PL, Werner HC. *Netter's Pediatrics E-Book*: Elsevier Health Sciences; 2011.
31. Adewale L. Anatomy and assessment of the pediatric airway. *Pediatric Anesthesia*. 2009;19:1-8.
32. Hirano M, Kurita S, Nakashima T. Growth, development, and aging of human vocal folds. *Vocal Folds Physiology: Contemporary Research and Clinical Issues* (edited by Bless DM and Abbs JH). College Hill Press; 1983.

33. Sapienza CM, Ruddy BH, Baker S. Laryngeal structure and function in the pediatric larynx. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*. 2004.
34. Barnett A, Engelhardt T. Perioperative Care of Children with a Difficult Airway. *Perioperative Medicine in Pediatric Anesthesia*: Springer; 2016. p. 147-58.
35. Koenig LL. Laryngeal factors in voiceless consonant production in men, women, and 5-year-olds. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2000;43(5):1211-28.
36. Harless J, Ramaiah R, Bhananker SM. Pediatric airway management. *International journal of critical illness and injury science*. 2014;4(1):65.
37. Kerschner JE, Merati AL. Science of voice production from infancy through adolescence. *Pediatric Voice Disorders: Diagnosis and Treatment*. 2008:23-9.
38. Zhang Z. Mechanics of human voice production and control. *The journal of the acoustical society of america*. 2016;140(4):2614-35.
39. Lieberman P. *Speech physiology and acoustic phonetics: an introduction*: Macmillan Publishing Company; 1977.
40. Proctor DF. *Breathing, speech, and song*: Springer Science & Business Media; 2013.
41. Behrman A. *Speech and voice science*: Plural publishing; 2017.
42. Behrman A. *Speech and voice science*: Plural Pub Incorporated; 2007.
43. Van den Berg J, Zantema J, Doornenbal Jr P. On the air resistance and the Bernoulli effect of the human larynx. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1957;29(5):626-31.
44. Van den Berg J. Myoelastic-aerodynamic theory of voice production. *Journal of speech and hearing research*. 1958;1(3):227-44.
45. Neel AT. Book Review of *Preclinical Speech Science: Anatomy, Physiology, Acoustics, Perception*. *Perspectives on Speech Science and Orofacial Disorders*. 2008;18(2):48-50,
46. Ladefoged P. Some physiological parameters in speech. *Language and speech*. 1963;6(3):109-19.
47. Titze IR. *Principles of voice production (second printing)*. Iowa City, IA: National Center for Voice and Speech. 2000,
48. Raphael LJ, Borden GJ, Harris KS. *Speech science primer: Physiology, acoustics, and perception of speech*. 5th ed: Lippincott Williams & Wilkins; 2007. 57-84 p.
49. Titze IR. Mechanical stress in phonation. *Journal of Voice*. 1994;8(2):99-105.
50. Raphael LJ, Borden GJ, Harris KS. *Speech science primer: Physiology, acoustics, and perception of speech*: Lippincott Williams & Wilkins; 2007.

51. Titze I, Riede T, Popolo P. Nonlinear source–filter coupling in phonation: Vocal exercises. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2008;123(4):1902-15.
52. Taylor AM, Reby D. The contribution of source–filter theory to mammal vocal communication research. *Journal of Zoology*. 2010;280(3):221-36.
53. Raphael LJ, Borden GJ, Harris KS. *Speech science primer: Physiology, acoustics, and perception of speech*: Lippincott Williams & Wilkins; 2007.
54. Dworkin JP, Meleca RJ. *Vocal pathologies: Diagnosis, treatment, and case studies*: Singular; 1997.
55. Stemple JC, Roy N, Klaben BK. *Clinical voice pathology: Theory and management*: Plural Publishing; 2018.
56. Sataloff RT. *Clinical assessment of voice*: Plural publishing; 2017.
57. Campisi P, Tewfik TL, Pelland-Blais E, Husein M, Sadeghi N. MultiDimensional Voice Program analysis in children with vocal cord nodules. *Journal of Otolaryngology-Head & Neck Surgery*. 2000;29(5):302.
58. Boone DR, McFarlane SC. Von Berg shL. *Voice and voice therapy*. Boston: Allyn & Bacon; 2005.
59. Theis SM. *Pediatric voice disorders: evaluation and treatment*. *The ASHA Leader*. 2010;15(14):12-5.
60. Ma EP-M, Yiu EM-L. Multiparametric evaluation of dysphonic severity. *Journal of Voice*. 2006;20(3):380-90,
61. Patel S, Shrivastav R. Perception of dysphonic vocal quality: some thoughts and research update. *Perspectives on voice and voice disorders*. 2007;17(2):3-7.
62. Yamasaki R, Madazio G, Leão SH, Padovani M, Azevedo R, Behlau M. Auditory-perceptual evaluation of normal and dysphonic voices using the voice deviation scale. *Journal of Voice*. 2017;31(1):67-71.
63. Oates J. Auditory-perceptual evaluation of disordered voice quality. *Folia Phoniatica et Logopaedica*. 2009;61(1):49.
64. Nemr K, Simões-Zenari M, Cordeiro GF, Tsuji D, Ogawa AI, Ubrig MT, et al. GRBAS and Cape-V scales: high reliability and consensus when applied at different times. *Journal of voice*. 2012;26(6):812. e17-. e22.
65. Jesus LM, Barney A, Sá-Couto P, Vilarinho H, Correia A, editors. *Voice quality evaluation using cape-v and GRBAS in european Portuguese*. MAVÉBA; 2009.
66. Karnell MP, Melton SD, Childes JM, Coleman TC, Dailey SA, Hoffman HT. Reliability of clinician-based (GRBAS and CAPE-V) and patient-based (V-RQOL and IPVI) documentation of voice disorders. *Journal of Voice*. 2007;21(5):576-90,
67. Kempster GB, Gerratt BR, Abbott KV, Barkmeier-Kraemer J, Hillman RE. Consensus auditory-perceptual evaluation of voice: development of a

- standardized clinical protocol. *American Journal of Speech-Language Pathology*. 2009.
68. Özcebe E, Aydinli FE, Tiğrak TK, İncebay Ö, Yılmaz T. Reliability and validity of the Turkish version of the consensus auditory-perceptual evaluation of voice (CAPE-V). *Journal of Voice*. 2019;33(3):382. e1-. e10,
 69. Bele IV. Reliability in perceptual analysis of voice quality. *Journal of Voice*. 2005;19(4):555-73.
 70. Tedla M, Chakrabarti S, Suchankova M, Weickert M. Voice outcomes after thyroidectomy without superior and recurrent laryngeal nerve injury: VoiSS questionnaire and GRBAS tool assessment. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2016;273(12):4543-7.
 71. Ingrid V, Dominique M, Marc R. Validation and standardization of the Pediatric Voice Symptom Questionnaire: a double-form questionnaire for dysphonic children and their parents. *Journal of Voice*. 2012;26(4):e129-e39.
 72. Hartnick CJ. Validation of a pediatric voice quality-of-life instrument: the pediatric voice outcome survey. *Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery*. 2002;128(8):919-22.
 73. Zur KB, Cotton S, Kelchner L, Baker S, Weinrich B, Lee L. Pediatric Voice Handicap Index (pVHI): a new tool for evaluating pediatric dysphonia. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*. 2007;71(1):77-82.
 74. de Alarcon A, Brehm SB, Kelchner LN, Meizen-Derr J, Middendorf J, Weinrich B. Comparison of pediatric voice handicap index scores with perceptual voice analysis in patients following airway reconstruction. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*. 2009;118(8):581-6.
 75. Özkan ET, Tüzüner A, Demirhan E, Topbaş S. Reliability and validity of the Turkish pediatric voice handicap index. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*. 2015;79(5):680-4.
 76. Reynolds V, Buckland A, Bailey J, Lipscombe J, Nathan E, Vijayasekaran S, et al. Objective assessment of pediatric voice disorders with the acoustic voice quality index. *Journal of Voice*. 2012;26(5):672. e1-. e7.
 77. Behrman A. Common practices of voice therapists in the evaluation of patients. *Journal of Voice*. 2005;19(3):454-69.
 78. Hillman R, Montgomery W, Zeitels S. CURRENT DIAGNOSTICS AND OFFICE PRACTICE. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*. 1997;5(3):172-5.
 79. Hirano M. Objective evaluation of the human voice: clinical aspects. *Folia Phoniatica et Logopaedica*. 1989;41(2-3):89-144.
 80. Roy N, Barkmeier-Kraemer J, Eadie T, Sivasankar MP, Mehta D, Paul D, et al. Evidence-based clinical voice assessment: a systematic review. *American Journal of Speech-Language Pathology*. 2013.
 81. Patel RR, Awan SN, Barkmeier-Kraemer J, Courey M, Deliyski D, Eadie T, et al. Recommended protocols for instrumental assessment of voice: American

- Speech-Language-Hearing Association expert panel to develop a protocol for instrumental assessment of vocal function. *American Journal of Speech-Language Pathology*. 2018;27(3):887-905.
82. Patel R, Dailey S, Bless D. Comparison of high-speed digital imaging with stroboscopy for laryngeal imaging of glottal disorders. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*. 2008;117(6):413-24.
 83. Mehta DD, Hillman RE. Voice assessment: updates on perceptual, acoustic, aerodynamic, and endoscopic imaging methods. *Current opinion in otolaryngology & head and neck surgery*. 2008;16(3):211.
 84. Colton RH, Estill JA. Elements of voice quality: perceptual, acoustic, and physiologic aspects. *Speech and Language*. 5: Elsevier; 1981. p. 311-403.
 85. Yan Y, Ahmad K, Kunduk M, Bless D. Analysis of vocal-fold vibrations from high-speed laryngeal images using a Hilbert transform-based methodology. *Journal of voice*. 2005;19(2):161-75.
 86. Ziethe A, Patel R, Kunduk M, Eysholdt U, Graf S. Clinical analysis methods of voice disorders. *Current Bioinformatics*. 2011;6(3):270-85.
 87. Subramaniam V, Kumar P. Impact of tonsillectomy with or without adenoidectomy on the acoustic parameters of the voice: a comparative study. *Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery*. 2009;135(10):966-9.
 88. Kumar BR, Bhat JS, Prasad N. Cepstral analysis of voice in persons with vocal nodules. *Journal of Voice*. 2010;24(6):651-3.
 89. Felipe ACNd, Grillo MHMM, Grechi TH. Standardization of acoustic measures for normal voice patterns. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*. 2006;72(5):659-64.
 90. Sataloff RT. *Professional Voice: The Science and Art of Clinical Care*, 3-Volume Set: Plural Publishing; 2017.
 91. Kitzing P. *Glottal frequency analysis: doctoral dissertation*. Malmö: Lund's University; 1979.
 92. Krook MIP. Speaking fundamental frequency characteristics of normal Swedish subjects obtained by glottal frequency analysis. *Folia Phoniatica et logopaedica*. 1988;40(2):82-90,
 93. Mori K, Haji T, Kojima H, Honjo I. *Voice Characteristics of Aged Persons*. 1988.
 94. Chevrie-Muller C, Dodart F, Segulier-Dermer N, Salmon D. Etude des paramètres acoustiques de la parole au cours de la schizophrénie de l'adolescent. *Folia Phoniatica et Logopaedica*. 1971;23(6):401-28.
 95. Stoicheff ML. Speaking fundamental frequency characteristics of nonsmoking female adults. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 1981;24(3):437-41.
 96. Gilbert HR, Weismer GG. The effects of smoking on the speaking fundamental frequency of adult women. *Journal of Psycholinguistic Research*. 1974;3(3):225-31.

97. Lieberman P. Some acoustic measures of the fundamental periodicity of normal and pathologic larynges. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1963;35(3):344-53.
98. Horii Y. Fundamental frequency perturbation observed in sustained phonation. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 1979;22(1):5-19.
99. Scherer RC, Gould WJ, Titze IR, Meyers AD, Sataloff RT. Preliminary evaluation of selected acoustic and glottographic measures for clinical phonatory function analysis. *Journal of Voice*. 1988;2(3):230-44.
100. Ludlow C, Bassich C, Connor N, Coulter D, Lee Y. The validity of using phonatory jitter and shimmer to detect laryngeal pathology. *Laryngeal function in phonation and respiration*. 1987:492-508.
101. Yiu EM. Limitations of perturbation measures in clinical acoustic voice analysis. *Asia Pacific Journal of Speech, Language and Hearing*. 1999;4(3):155-66.
102. Emanuel F, Sansone Jr F. Some spectral features of 'normal' and simulated 'rough' vowels. *Folia Phoniatica et Logopaedica*. 1969;21(6):401-15.
103. Fujiu M, Hibi SR, Hirano M. An improved technique for measurement of the relative noise level using a sound spectrograph. *Folia Phoniatica et Logopaedica*. 1988;40(2):53-7.
104. Hanson W, Emanuel FW. Spectral noise and vocal roughness relationships in adults with laryngeal pathology. *Journal of communication disorders*. 1979;12(2):113-24.
105. Isshiki N, Kitajima K, Kojima H, Harita Y. Turbulent noise in dysphonia. *Folia Phoniatica et Logopaedica*. 1978;30(3):214-24.
106. Newman RA, Emanuel FW. Pitch effects on vowel roughness and spectral noise for subjects in four musical voice classifications. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 1991;34(4):753-60,
107. Wolfe VI, Steinfatt TM. Prediction of vocal severity within and across voice types. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 1987;30(2):230-40,
108. Yanagihara N. Significance of harmonic changes and noise components in hoarseness. *Journal of Speech and Hearing Research*. 1967;10(3):531-41.
109. Yumoto E, Gould WJ, Baer T. Harmonics-to-noise ratio as an index of the degree of hoarseness. *The journal of the Acoustical Society of America*. 1982;71(6):1544-50,
110. Yumoto E, Sasaki Y, Okamura H. Harmonics-to-noise ratio and psychophysical measurement of the degree of hoarseness. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 1984;27(1):2-6.
111. Awan SN, Roy N, Cohen SM. Exploring the relationship between spectral and cepstral measures of voice and the Voice Handicap Index (VHI). *Journal of Voice*. 2014;28(4):430-9.

112. Heman-Ackah YD, Michael DD, Goding Jr GS. The relationship between cepstral peak prominence and selected parameters of dysphonia. *Journal of Voice*. 2002;16(1):20-7.
113. Lowell SY, Kelley RT, Awan SN, Colton RH, Chan NH. Spectral-and cepstral-based acoustic features of dysphonic, strained voice quality. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*. 2012;121(8):539-48.
114. Heman-Ackah YD, Michael DD, Baroody MM, Ostrowski R, Hillenbrand J, Heuer RJ, et al. Cepstral peak prominence: a more reliable measure of dysphonia. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*. 2003;112(4):324-33.
115. Heman-Ackah YD, Sataloff RT, Laureyns G, Lurie D, Michael DD, Heuer R, et al. Quantifying the cepstral peak prominence, a measure of dysphonia. *Journal of Voice*. 2014;28(6):783-8.
116. Shim H-J, Jang HR, Shin HB, Ko D-H. Cepstral, spectral and time-based analysis of voices of esophageal speakers. *Folia Phoniatria et Logopaedica*. 2015;67(2):90-6.
117. Awan SN, Giovinco A, Owens J. Effects of vocal intensity and vowel type on cepstral analysis of voice. *Journal of voice*. 2012;26(5):670, e15-. e20,
118. Awan SN, Roy N, Jetté ME, Meltzner GS, Hillman RE. Quantifying dysphonia severity using a spectral/cepstral-based acoustic index: Comparisons with auditory-perceptual judgements from the CAPE-V. *Clinical linguistics & phonetics*. 2010;24(9):742-58.
119. Awan SN, Roy N, Dromey C. Estimating dysphonia severity in continuous speech: Application of a multi-parameter spectral/cepstral model. *Clinical linguistics & phonetics*. 2009;23(11):825-41.
120. Awan SN, Helou LB, Stojadinovic A, Solomon NP. Tracking voice change after thyroidectomy: application of spectral/cepstral analyses. *Clinical linguistics & phonetics*. 2011;25(4):302-20,
121. Ishikawa K, de Alarcon A, Khosla S, Kelchner L, Silbert N, Boyce S. Predicting Intelligibility Deficit in Dysphonic Speech with Cepstral Peak Prominence. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*. 2018;127(2):69-78.
122. Peterson EA, Roy N, Awan SN, Merrill RM, Banks R, Tanner K. Toward validation of the cepstral spectral index of dysphonia (CSID) as an objective treatment outcomes measure. *Journal of Voice*. 2013;27(4):401-10,
123. Awan SN, Roy N, Zhang D, Cohen SM. Validation of the cepstral spectral index of dysphonia (CSID) as a screening tool for voice disorders: development of clinical cutoff scores. *Journal of Voice*. 2016;30(2):130-44.
124. Diercks GR, Ojha S, Infusino S, Maurer R, Hartnick CJ. Consistency of voice frequency and perturbation measures in children using cepstral analyses: a movement toward increased recording stability. *JAMA Otolaryngology–Head & Neck Surgery*. 2013;139(8):811-6.

125. Medical P. 2019 [Available from: <https://www.pentaxmedical.com/pentax/en/96/1/Visi-Pitch-IV-Model-3950B-Computerized-Speech-Lab-CSL-Model-4500-and-4150B>].
126. KayPENTAX. Multi-Speech and CSL Main Program Software Instruction Manual. Lincoln Park, NJ 07035-1488 USA2009.
127. Finnegan DE. Maximum phonation time for children with normal voices. *Journal of Communication Disorders*. 1984;17(5):309-17.
128. Netsell R, Lotz WK, Peters JE, Schulte L. Developmental patterns of laryngeal and respiratory function for speech production. *Journal of Voice*. 1994;8(2):123-31.
129. Hillenbrand J, Cleveland RA, Erickson RL. Acoustic correlates of breathy vocal quality. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 1994;37(4):769-78.
130. Wolfe V, Martin D. Acoustic correlates of dysphonia: type and severity. *Journal of Communication Disorders*. 1997;30(5):403-16.
131. Halberstam B. Acoustic and perceptual parameters relating to connected speech are more reliable measures of hoarseness than parameters relating to sustained vowels. *ORL*. 2004;66(2):70-3.
132. Moers C, Möbius B, Rosanowski F, Nöth E, Eysholdt U, Haderlein T. Vowel- and text-based cepstral analysis of chronic hoarseness. *Journal of Voice*. 2012;26(4):416-24.
133. Balasubramaniam RK, Bhat JS, Fahim III S, Raju III R. Cepstral analysis of voice in unilateral adductor vocal fold palsy. *Journal of voice*. 2011;25(3):326-9.
134. Jannetts S, Lowit A. Cepstral analysis of hypokinetic and ataxic voices: correlations with perceptual and other acoustic measures. *Journal of Voice*. 2014;28(6):673-80,
135. Chen G, Feng X, Shue Y-L, Alwan A, editors. On using voice source measures in automatic gender classification of children's speech. Eleventh Annual Conference of the International Speech Communication Association; 2010,
136. Skuk VG, Schweinberger SR. Influences of fundamental frequency, formant frequencies, aperiodicity, and spectrum level on the perception of voice gender. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2014.
137. Latinus M, Taylor MJ. Discriminating male and female voices: differentiating pitch and gender. *Brain topography*. 2012;25(2):194-204.
138. Whiteside SP, Hodgson C. Some acoustic characteristics in the voices of 6-to 10-year-old children and adults: a comparative sex and developmental perspective. *Logopedics Phoniatrics Vocology*. 2000;25(3):122-32.
139. Childers DG, Wu K. Gender recognition from speech. Part II: Fine analysis. *The Journal of the Acoustical society of America*. 1991;90(4):1841-56.

140. Huber JE, Stathopoulos ET, Curione GM, Ash TA, Johnson K. Formants of children, women, and men: The effects of vocal intensity variation. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1999;106(3):1532-42.
141. Guzman M, Muñoz D, Vivero M, Marín N, Ramírez M, Rivera MT, et al. Acoustic markers to differentiate gender in prepubescent children's speaking and singing voice. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*. 2014;78(10):1592-8.
142. Kopf LM, Skowronski MD, Anand S, Eddins DA, Shrivastav R. The Perception of Breathiness in the Voices of Pediatric Speakers. *Journal of Voice*. 2017.
143. Hillenbrand J, Houde RA. Acoustic correlates of breathy vocal quality: Dysphonic voices and continuous speech. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 1996;39(2):311-21.