



TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
BEZMİALEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**SINIF III MALOKLÜZYONUN CERRAHİ-ORTODONTİ İŞ BİRLİĞİ  
İLE TEDAVİSİNİN SES ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**UZMANLIK TEZİ**  
**Şerife ŞAHİN**

**Ortodonti Anabilim Dalı**

**DANIŞMAN: Dr. Öğretim Üyesi Berza YILMAZ**

**Mayıs 2021**

TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
BEZMİALEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**SINIF III MALOKLÜZYONUN CERRAHİ-ORTODONTİ İŞ BİRLİĞİ  
İLE TEDAVİSİNİN SES ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**UZMANLIK TEZİ**

**Şerife ŞAHİN**

**Ortodonti Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı: Dr. Öğretim Üyesi Berza YILMAZ**

**Mayıs 2021**

Kurum: Bezmialem Vakıf Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Programın seviyesi: Yüksek Lisans ( ) Uzmanlık ( x ) Doktora ( )

Anabilim Dalı: Ortodonti Anabilim Dalı

Tez Sahibi: Şerife ŞAHİN

Tez Başlığı: SINIF III MALOKLÜZYONUN CERRAHİ-ORTODONTİ İŞ  
BİRLİĞİ İLE TEDAVİSİNİN SES ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİ

**İmza**

<b>Jüri Bşk.</b>	Dr. Öğr. Üyesi Berza YILMAZ	
<b>(Danışman)</b>	Bezmialem Vakıf Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti A. D.	.....
<b>Üye</b>	Prof. Dr. Gökmen KURT Bezmialem Vakıf Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti A. D.	.....
<b>Üye</b>	Dr. Öğr. Üyesi Ufuk OK İstanbul Gelişim Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti A. D.	.....
<b>Üye</b>	Dr. Öğr. Üyesi Sanaz SADRY İstanbul Aydın Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti A. D.	.....
<b>(Yedek)</b>	Dr. Öğr. Üyesi Elif Dilara ŞEKER Bezmialem Vakıf Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti A. D.	.....

Bu tez, 26.04.2014 tarihli 28983 sayılı T.C SAĞLIK BAKANLIĞI, TIPTA VE DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK EĞİTİMİ YÖNETMELİĞİ ilgili maddeleri uyarınca yukarıda belirtilen jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve ...../...../.....tarih ve ...../..... sayılı kararla kabul edilmiştir.

## ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve birikimlerinden faydalandığım; çalışma disipliniyle bana örnek olan ve tez çalışmam boyunca her konuda desteğini hissettiğim danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Berza YILMAZ'a,

Bilgi ve tecrübeleriyle klinik deneyimlerini benimle paylaşan ve ortodonti eğitimime katkı sağlayan Ortodonti Anabilim Dalı'mızın değerli öğretim üyeleri Sayın Prof. Dr. Gökmen KURT, Prof. Dr. Nazan KÜÇÜKKELEŞ, Dr. Öğr. Üyesi Elif Dilara ŞEKER, Dr. Öğr. Üyesi Banu KILIÇ ve Uzm.Dt. Ezgi SUNAL AKTÜRK'e,

Tezimin gerçekleşmesinde hem bilgilerini hem de teknik desteğini esirgemeyen kıdemlim Dr. Dt. Onur Erdem ERDUR'a,

Uzmanlık eğitimim süresince birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum ve unutulmayacak güzel anılar paylaştığım başta dönem arkadaşlarım Dr. Dt Ece KARAER, Dr. Dt Nurper MADAK ve Dr. Dt Begüm GÜLER olmak üzere tüm asistan arkadaşlarıma,

Tüm eğitim hayatım boyunca her zaman yanımda olup beni koşulsuz destekleyen aileme,

Sonsuz minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

**Şerife ŞAHİN**

## **BEYAN**

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlamasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilemeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

**Şerife ŞAHİN**



# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ.....	v
BEYAN.....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
KISALTMALAR .....	ix
SEMBOLLER .....	x
TABLO LİSTESİ .....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY .....	xvii
1. GİRİŞ VE AMAÇ .....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1 Ses Nedir? .....	4
2.2 Fonasyon Anatomisi ve Fizyolojisi.....	5
2.2.1 Fonasyon anatomisi .....	5
2.2.1.1 Akciğerler.....	5
2.2.1.2 Oral kaviteyi oluşturan organlar.....	5
2.2.1.3 Larinks.....	6
2.2.1.3.1 Larinksin kıkırdakları .....	6
2.2.1.3.2 Larinksin eklemleri.....	7
2.2.1.3.3 Larinksin kemikleri .....	8
2.2.1.3.4 Larinksin kasları .....	9
2.2.1.3.5 Larinksin membranları .....	12
2.2.1.3.6 Larinksin mukozası ve kıvrımları.....	12
2.2.2 Fonasyon fizyolojisi .....	13
2.2.3 Sesin fiziksel özellikleri.....	15
2.2.3.1 Artikülasyon ve rezonasyon .....	17
2.2.3.2 Formant .....	18
2.2.3.3 Ünlü fonemler .....	19
2.2.3.4 Frekans ve perde.....	21
2.2.3.5 Sesin şiddeti (intensite) .....	21
2.2.3.6 Ses kalitesi.....	22
2.2.4 Sesin değerlendirilmesi.....	22
2.2.4.1 Objektif ses değerlendirmesi .....	22
2.3 Sınıf III Maloklüzyon.....	26
2.3.1 Prevelans.....	26
2.3.2 Etiyoloji .....	27
2.3.2.1 Kalıtım.....	27
2.3.2.2 Çevresel faktörler .....	28
2.3.3 Morfolojik Özellikleri.....	28
2.3.4 Sınıf III maloklüzyonun tedavisi .....	30

2.3.4.1 Fonksiyonel (pseudo) sınıf III tedavisi.....	30
2.3.4.2 Çenelik (chin cap) .....	31
2.3.4.3 Maksiller retrognatinin ortopedik düzeltimi .....	32
2.3.4.4 Kamuflej tedavisi .....	33
2.3.4.5 Ortognatik cerrahi .....	33
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEM.....</b>	<b>39</b>
3.1 Ses Kayıt Prosedürü .....	40
3.2 Uygulanılan Cerrahi Teknik.....	50
3.3 Ses Analizi Prosedürü .....	51
3.4 Sefalometrik Analizler .....	54
3.5 Verilerin İstatistiksel Analizi .....	56
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>57</b>
4.1 Çalışmaya Dahil Edilen Bireylerin Demografik Verileri.....	57
4.2 Ortognatik Cerrahi Grubuna Ait Akustik Bulgular.....	58
4.3 Ortognatik Cerrahi Grubuna Ait Sefalometrik Bulgular.....	67
4.4 Ortognatik cerrahi grubunda seste meydana gelen anlamlı değişiklikler ile yapısal değişiklikler arasındaki korelasyonun değerlendirilmesi .....	67
4.5 İzole Seslerdeki Değişim Miktarının Kontrol Grubu Verileriyle Karşılaştırılması.....	70
<b>5. TARTIŞMA .....</b>	<b>74</b>
5.1 Gereç ve Yöntemin Tartışılması .....	74
5.2 Bulguların Tartışılması .....	80
<b>6. SONUÇLAR .....</b>	<b>88</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>90</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## **KISALTMALAR**

<b>BSSO</b>	: Bisagital Split Ramus Osteotomisi
<b>MDVP</b>	: Çok boyutlu ses programı (Multi-Dimensional Voice Program)
<b>NHR</b>	: Gürültü harmonik oranı (Noise to Harmonic Ratio)
<b>SPSS</b>	: Statistical Package for the Social Sciences





## **SEMBOLLER**

<b>dB</b>	: Desibel
<b>Hz</b>	: Hertz
<b>p</b>	: İstatistiksel Anlamlılık
<b>F0</b>	: Temel Formant (Rezonans) Frekans
<b>F1</b>	: 1. Formant (Rezonans) Frekansı
<b>F2</b>	: 2. Formant (Rezonans) Frekansı
<b>F3</b>	: 3. Formant (Rezonans) Frekansı



## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

<b>Tablo 2.1 :</b> Ünlü harflerin sınıflandırması [51].....	20
<b>Tablo 4.1 :</b> Deney ve kontrol gruplarının yaş dağılımı .....	57
<b>Tablo 4.2 :</b> Deney ve kontrol gruplarının yaşlarının cinsiyet parametresine göre karşılaştırılması.....	57
<b>Tablo 4.3 :</b> Deney ve kontrol gruplarının cinsiyet dağılımı .....	58
<b>Tablo 4.4 :</b> İzole a[a] sesi (A1) için cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması .....	59
<b>Tablo 4.5 :</b> İzole e [ε] sesi (E1) için cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması .....	59
<b>Tablo 4.6 :</b> İzole ı[u] sesi (I1) için cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması .....	60
<b>Tablo 4.7 :</b> İzole i[i] sesi (İ1) için cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması .....	60
<b>Tablo 4.8 :</b> İzole o[ɔ] sesi (O1) için cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması .....	61
<b>Tablo 4.9 :</b> İzole ö[œ] sesi (Ö1) için cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması .....	61
<b>Tablo 4.10 :</b> İzole u[u] sesi (U1) için cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması .....	62
<b>Tablo 4.11 :</b> İzole ü[y] sesi (Ü1) için cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması .....	62
<b>Tablo 4.12 :</b> Kelime içinde geçen a[a] sesi (A2) için cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması.....	63
<b>Tablo 4.13 :</b> Kelime içinde geçen e [ε] sesi (E2) için cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması.....	63
<b>Tablo 4.14 :</b> Kelime içinde geçen ı[u] sesi (I2) için cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması.....	64
<b>Tablo 4.15 :</b> Kelime içinde geçen i[i] sesi (İ2) için cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması.....	64
<b>Tablo 4.16 :</b> Kelime içinde geçen o[ɔ] sesi (O2) için cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması.....	65
<b>Tablo 4.17 :</b> Kelime içinde geçen ö[œ] sesi (Ö2) için cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması.....	65
<b>Tablo 4.18 :</b> Kelime içinde geçen u[u] sesi (U2) için cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması.....	66
<b>Tablo 4.19 :</b> Kelime içinde geçen ü[y] sesi (Ü2) için cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması.....	66
<b>Tablo 4.20 :</b> Sefalometrik parametrelerin cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması .....	67
<b>Tablo 4.21 :</b> Cerrahi sonrası anlamlı değişiklik gösteren izole sesler ile yapısal	

değişiklikler arasındaki korelasyon .....	68
<b>Tablo 4.22 :</b> Cerrahi sonrası anlamlı değişiklik gösteren kelime içindeki yapısal değişiklikler arasındaki korelasyon .....	69
<b>Tablo 4.23 :</b> Deney ve kontrol gruplarının izole A, E, I, İ, O, Ö, U ve Ü seslerinin $\Delta F_0$ , $\Delta F_1$ , $\Delta F_2$ , $\Delta F_3$ , $\Delta$ Shimmer, $\Delta$ NHR değerlerinin karşılaştırılması.....	71
<b>Tablo 4.24 :</b> Deney ve kontrol gruplarının izole A2, E2, I2, İ2, O2, Ö2, U2 ve Ü2 seslerinin $\Delta F_0$ , $\Delta F_1$ , $\Delta F_2$ , $\Delta F_3$ , $\Delta$ Shimmer, $\Delta$ NHR değerlerinin karşılaştırılması.....	73



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 2.1 : Ses oluşumunda görev alan organlar [19] .....	5
Şekil 2.2 : Larinks Kıkırdaklarının Yerleşimi (A) Epiglottis, (B) Tiroid, (C) Krikoid, (D) Aritenoid, (E) Kornikulat, (F) Hyoid [22] .....	7
Şekil 2.3 : Hyoid kemik [26] .....	9
Şekil 2.4 : Larinksin intrinsik kaslarının hareketleri [30].....	11
Şekil 2.5 : Ses tellerinin yapısı [22].....	13
Şekil 2.6 : Glottal siklüs [37].....	15
Şekil 2.7 : Türkçe’de ünlü dörtgeni [51] .....	20
Şekil 2.8 : Ünlülerin ünlü dörtgenindeki yeri ile temel frekans (F0), birinci (F1), ikinci (F2) ve üçüncü (F3) formantlar arasındaki ilişki[52].....	21
Şekil 2.9 : Jitterin zamansal değişimi [56].....	23
Şekil 2.10 : Shimmerin sikluslar arası değişimi [56].....	24
Şekil 2.11 : Praat programında oluşturulan ses spektrumu.....	25
Şekil 2.12 : Habsburg Ailesi [74] .....	28
Şekil 2.13 : İskeletsel ve dental Sınıf III maloklüzyon özelliklerini taşıyan bir hastanın ağız içi ve ağız dışı fotoğraf kayıtları .....	30
Şekil 2.14 : Fonksiyonel Sınıf III maloklüzyona sahip bir hastanın fotoğraf kayıtları.....	31
Şekil 2.15 : Lefort I osteotomisinin şematize edilmesi[97].....	35
Şekil 2.16 : Hüllihen’in mandibuler subapikal osteotomisi [103].....	36
Şekil 2.17 : Sagittal Split Ramus Osteotomisinin şematik görünümü [109] .....	37
Şekil 3.1 : Çalışmamızda kullanılan ses kayıt ekipmanlarından bazıları: a) Focusrite Scarlett 2i4 ses kartı, b) Telefunken Ar-51 Tube Condenser mikrofon .....	41
Şekil 3.2 : A sesinin kelimelerin başında, ortasında ve sonunda konumlandığı kelimeler tablosu .....	42
Şekil 3.3 : E sesinin kelimelerin başında, ortasında ve sonunda konumlandığı kelimeler tablosu .....	43
Şekil 3.4 : I sesinin kelimelerin başında, ortasında ve sonunda konumlandığı kelimeler tablosu .....	44
Şekil 3.5 : İ sesinin kelimelerin başında, ortasında ve sonunda konumlandığı kelimeler tablosu .....	45
Şekil 3.6 : O sesinin kelimelerin başında, ortasında ve sonunda konumlandığı kelimeler tablosu .....	46
Şekil 3.7 : Ö sesinin kelimelerin başında, ortasında ve sonunda konumlandığı kelimeler tablosu .....	47
Şekil 3.8 : U sesinin kelimelerin başında, ortasında ve sonunda konumlandığı kelimeler tablosu .....	48
Şekil 3.9 : Ü sesinin kelimelerin başında, ortasında ve sonunda konumlandığı kelimeler tablosu .....	49

<b>Şekil 3.10</b> : Logic X programıyla oluşturulan ses kayıt dosyasının ekran görüntüsü .....	50
<b>Şekil 3.11</b> : Praat programı ile “Yumurta” kelimesinin ses frekans analizinin ekran görüntüsü .....	52
<b>Şekil 3.12</b> : Praat programında formant frekansların analizi .....	53
<b>Şekil 3.13</b> : Praat programında Voice Report sekmesi .....	53
<b>Şekil 3.14</b> : HBV ve HBH değerlerinin şematize edilmiş şekli [111] .....	56



## SINIF III MALOKLÜZYONUN CERRAHİ-ORTODONTİ İŞ BİRLİĞİ İLE TEDAVİSİNİN SES ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

### ÖZET

Konuşma; solunum, fonasyon, rezonasyon, artikülasyon ve nörolojik entegrasyonu içeren dinamik ve karmaşık bir süreçtir. Nefes verirken akciğerlerden gelen hava larinkste yer alan ses tellerini titreştirerek ham sesi oluşturur. Bu ham ses boğaz, burun ve ağız boşluklarında şekillenerek her insana özgü olan ses tonunu oluşturur. Bu sesler daha sonra dudaklar, dişler, dil, damak ve alveolün artikülasyonu ile anlamlı konuşmalara dönüştürülür.

Ortognatik cerrahinin rezonans sistemini oluşturan orofasiyal yapılarda değişikliklere neden olduğu düşünüldüğünde, cerrahiye bağlı fonksiyonel değişikliklerin konuşmayı etkilemesi ve hastada ses ayarlamalarına ihtiyaç duyması beklenmektedir. Bu nedenle, bu yapıların ses üretimi ile olası ilişkilerini anlamak önemlidir. Ortognatik cerrahi ile meydana gelen ses değişikliklerini inceleyen çalışma sayısı literatürde oldukça kısıtlıdır, büyük çoğunda kontrol grubu bulunmamaktadır ve çalışmaların örneklem sayıları azdır.

Bu çalışmada, ortognatik cerrahiyle tedavi edilen Sınıf III hastalarda meydana gelen akustik değişiklikleri tanımlamak ve akustik parametreler ile iskeletsel parametreler arasındaki korelasyonu ölçmek amaçlanmıştır. Hipotezimiz yetişkin bireylerde ortognatik cerrahi ile değişen ses yolu anatomisine bağlı olarak sesin akustik özelliklerinde değişiklikler meydana geleceği yönündedir.

Yaşları 18-34 arasında değişen 7 erkek 18 kadın toplam 25 hastadan ameliyattan hemen önce T0, ameliyattan 6 ay sonra T1 olmak üzere 2 zamanda ses kaydı ve sefalometrik röntgen kaydı alınmıştır. Ses örnekleri Praat version 6.0.43 (Paul Boersma Amsterdam Üniversitesi, Hollanda) ile analiz edilmiş, röntgenler aydınlatıcı kâğıdı üzerinde manuel olarak çizilmiştir.

Hastalardan tüm Türkçe sesli harfleri (a[a], e [e], ı[u], i[i], o[ɔ], ö[œ] u[u] ve ü[y]) izole olarak 3 saniye boyunca ve kelime içinde geçen şekilleriyle seslendirmeleri istenmiştir. Hastaların ses örneklerinin F0, F1, F2, F3, Shimmer, Jitter ve NHR parametreleri incelenmiş, kendi içinde ameliyat öncesi ve sonrası olarak karşılaştırılmıştır ayrıca daha sonra 19 kişiden oluşan kontrol grubu ile gruplararası karşılaştırmaları yapılmıştır. Sefalometrik röntgendeki yapısal değişiklikler ile akustik değişiklikler arasındaki korelasyon değerlendirilmiştir.

Ortognatik cerrahi grubunda e[e] (p = 0.026) sesinin F1 değerinde, ı[u] sesinin F2 (p=0.029) ve Shimmer (p=0.028) değerlerinde, ö[œ] sesinin F1 (p=0.004) ve F2 (p=0.000) değerlerinde ve ü[y] sesinin F1 (p=0.018) değerinde anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Ameliyat sonrası ölçümler öncesine göre daha düşük bulunmuştur. Öte yandan, u[u] sesin F3 (p=0.000) parametresi ilk ölçümlere kıyasla önemli ölçüde daha yüksektir.

Kontrol grubu ile karşılaştırmada, o[ɔ] sesinin  $\Delta F3$  ( $p=0.028$ ), u[u] sesinin  $\Delta F3$  ( $p=0.015$ ) değerinde ve ü[y] sesinin ( $p=0.035$ )  $\Delta F1$  değerinde anlamlı farklılıklar bulunmuştur.

Ayrıca e[ε] ( $p=0.036$ ), ı[w] ( $p=0.022$ ), i[i] ( $p=0.031$ ), o[ɔ] ( $p=0.032$ ), u[u] ( $p=0.040$ ) ve ü[y] ( $p=0.034$ ) seslerinin  $\Delta$ Shimmer değerlerinde ve o[ɔ] ( $p=0.031$ ) sesinin  $\Delta$ NHR değerinde anlamlı değişiklikler bulunmuştur.

Pearson korelasyon analizi, bazı yapısal değişikliklerin bazı akustik parametreleri önemli ölçüde etkilediğini göstermiştir; ı[w] ve ö[œ] sesleri için  $\Delta$ SNA ve  $\Delta F2$  arasında anlamlı zayıf düzeyde negatif doğrusal ilişki, ü[y] sesi için  $\Delta$ HBV ve  $\Delta F1$  arasında anlamlı zayıf düzeyde pozitif doğrusal ilişki tespit edilmiştir.



## EVALUATION OF THE EFFECTS OF THE SURGICAL-ORTHODONTICS TREATMENT OF CLASS III MALOCCLUSION ON THE SOUND

### SUMMARY

Speech is a dynamic and complex process that includes breathing, phonation, resonance, articulation, and neurological integration. While exhaling, the air coming from the lungs creates a raw sound by vibrating the vocal cords in the larynx. This raw sound is shaped in the throat, nose and mouth cavities and creates the tone that is unique to every human being. These sounds are then transformed into meaningful speech by articulation of the lips, teeth, tongue, palate and alveoli.

Considering that orthognathic surgery causes changes in the orofacial structures that form the resonance system, it is expected that the functional changes due to surgery will affect the speech and the patient would need volume adjustments. Therefore, it is important to understand the possible relationships of these structures with sound production. The number of studies examining the changes caused by orthognathic surgery on the voice is very limited in the literature, most of them do not have a control group and the sample size of the studies are small.

Voice records and cephalometric x-rays of 25 patients (7 males and 18 females aged between 18-34) were recorded at 2 time-points; T0: just before the operation, T1: 6 months after the operation. The sound samples were analysed in Praat version 6.0.43 (Paul Boersma Amsterdam University, Netherlands), and the x-rays were drawn manually on tracing paper.

All Turkish vowels (a [a], e [ε], ı [u], i [i], o [ɔ], ö [œ] u [u] and ü [y]) were pronounced for 3 seconds and the patients were asked to read specific words containing these vowels. F0, F1, F2, F3, Shimmer, Jitter and NHR parameters were considered, compared pre-operatively and postoperatively, and then inter-group comparisons were made with the control group consisting of untreated 19 people. The correlation between structural changes and acoustic changes in the cephalometric x-ray was evaluated.

In the orthognathic surgery group, significant differences were observed in the F1 of [e] (p=0.026), F2 (p=0.029) and Shimmer (p=0.028) of [u] and F1(p=0.004) and F2 (p=0.000) of [œ] sounds, F1(p=0.018) of [y]. The post-surgery values were lower compared to those recorded before. On the other hand, the F3 of [u] sound (p=0.000) was significantly higher in comparison to the baseline values.

In the comparison with the control group, significant differences were found in the amount of change of  $\Delta$  F3 (p=0.028) of the o[ɔ] sound, the  $\Delta$  F3 of the [u] sound (p=0.015) and the  $\Delta$ F1 of the [y] sound (p=0.035).

Significant differences were also found in the  $\Delta$  Shimmer of [ε] (p=0.036), [u] (p=0.022), [i] (p=0.031), [ɔ] (p=0.032), [u] (p=0.040) and [y] (p=0.034), and the  $\Delta$ NHR of [ɔ] (p=0.031).



The Pearson correlation analysis showed that some structural changes significantly affected some acoustic parameters;  $\Delta F2$  between  $\Delta SNA$  for [u] and [œ] sounds,  $\Delta F1$  between  $\Delta HBV$  for [y] sound.



## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

İleri derece iskeletsel ve dişsel deformiteleri olan hastalarda ortodontik tedavi tek başına yeterli olmadığında ortodonti-cerrahi işbirliğiyle ortognatik cerrahi operasyonları uygulanmaktadır. Ortognatik cerrahi operasyonları; yüzün iskeletsel ve dentoalveolar yapılarındaki bozuklukların düzeltilmesi, uygun anatomik ve fonksiyonel ilişkinin yeniden sağlanması amacıyla yapılır. Bu operasyonlar sonrasında bireyler hem daha estetik bir görünüm kazanırlar hem de sağlıklı bir oklüzyona ve çiğneme fonksiyonuna kavuşmaktadırlar [1]. Bunun yanında oral, nazal ve farengeal boşlukların şekil ve boyutlarını değiştiren prosedürler, rezonansı etkileyerek ses kalitesinde değişikliğe neden olabilir.

Ses ve konuşma insanın sosyal yaşamının önemli bir parçasıdır. Ses; solunum, laringeal ve rezonans alt sistemleri arasındaki etkileşimin bir sonucu olarak ortaya çıkan karmaşık bir fizyolojik süreçle oluşmaktadır [2]. Ses mekanizması, akciğerlerde depolanan hava, titreşimi sağlayan larinks içinde yer alan ses telleri, tınlatici olarak da yutak, ağız, burun boşluğu ve paranasal sinüs boşlukları gibi birçok anatomik yapının koordineli bir şekilde etkileşimini içermektedir. Bu sistemin içerisinde artikülasyon bölmeleri olarak dudaklar, dil, dişler, yumuşak damak, orofarinks, her iki nazal kavite, paranasal sinüs boşlukları ve larinks yer almaktadır. Dolayısıyla sesin rezonans olduğu, ağız boşluğu, nazal kavite, paranasal sinüsler ve larinksin hem şekil hem de genişlik olarak değişken olması, sesli fonemlerin ve perdelerin değişmesine neden olmaktadır. Oral, nazal, farengeal kaviteleri ilgilendiren cerrahi girişimlerin neden olduğu akustik alanların şekil ve büyüklüğündeki değişiklikler, rezonans özelliklerini değiştirerek ses niteliğinde değişime yol açmaktadır [3].

Sesli harfler akustik özellikleri tanımlayabilmek ve ses analizini gerçekleştirmek açısından diğer seslere göre daha elverişlidir. Sesli harflerin en belirgin akustik özellikleri formant frekanslarıdır. Formant frekansları ses spektogramlarında karanlık bantlar şeklinde görülen yüksek enerji bölgeleridir. Her sesli harf için 5 formant vardır fakat ilk üç formant bir ünlünün tanımlanabilmesi için yeterli olarak kabul edilmektedir [4]. Sesin karakterini oluşturan (F1, F2) rezonans frekansları ses yolunun şeklinden, dil pozisyonunun sert damak ve farinkse göre konumundan

etkilenmektedir. F1 değerleri daha çok dilin yüksekliği ile değişkenlik gösterirken, F2 değerleri ise daha çok dilin ilerlemesi ile değişkenlik göstermektedir [5] .

Çeşitli araştırmalar, cerrahi işlemler ile meydana gelen çene boyutlarının, çene konumlarının ve çene açılma derecesinin değişmesiyle birlikte dil pozisyonunda değişiklikler meydana gelebildiğini, hastaların artiklasyonlarının, rezonans ve ses özelliklerinin etkilenebildiğini göstermiştir [6].

Bazı araştırmacılar da mandibular ve maksiller hareket dahil olmak üzere ortognatik cerrahinin artikülasyon, rezonans, velofaringeal fonksiyon ve sesin akustik özellikleri üzerindeki etkilerini rapor etmişlerdir. Araştırmacıların birçoğu cerrahi müdahaleden sonra ses üretiminin iyileştiğini ve rezonans özelliklerinin değiştiğini bildirmiştir [5, 7-12].

Ruscello ve ark., ameliyat öncesi artikülasyon hataları olan hastaların %85'inin ortognatik cerrahi sonrası 6 ay içinde artikülasyonda iyileşme gösterdiğini ortaya koymuştur [10]. Tatlı ve ark. ise bimaksiller ortognatik cerrahi yapılan Sınıf II ve III iskelet deformateleri olan hastalarda sesin akustik parametrelerinin önemli lde değiştiğini rapor etmişlerdir [13].

Spiker, ses sanatçısı, ses terapisti, aktör gibi sesini profesyonel olarak kullanan ortognatik cerrahi hastaları, cerrahi sonrası seslerinde gelebilecek değişiklikler için doğal olarak kaygı duymaktadırlar. Maloklzyonları konuşma tutarsızlıkları ile doğrudan ilişkilendiren net bir kanıt yoktur. Ortognatik cerrahiyi takiben hastaların konuşma adaptasyonu hakkında çok az şey bilinmektedir.

alışmalar maloklüzyon, ortognatik cerrahi ve konuşma arasındaki ilişkilere işaret ederken, çalışma tasarımındaki sınırlamalar bulguların geçerliliğini büyük lde etkilemiştir. Bu nedenle, oldukça yaygın olarak uygulanan ortognatik cerrahi prosedürleri alanında daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Diller arası karşılaştırmalara izin veren, kabul edilmiş, standartlaştırılmış protokollere göre konuşma kayıtları ile homojen maloklüzyonlara ve benzer temel özelliklere sahip daha büyük örneklerin araştırılması önerilmektedir [14]. Literatürde ortognatik cerrahi sonrası akustik ses değişikliklerini inceleyen az sayıda çalışma mevcuttur ve bu çalışmalarda örneklem sayıları oldukça düşüktür [15]. Bildiğimiz kadarıyla kontrol grubu olan ve spesifik olarak Sınıf III maloklüzyona sahip ortognatik cerrahi hastalarında hem izole hem de kelime içindeki sesli harflerin analizi üzerinde

alışılmamıştır.

Bu bilgiler ışığında, literatürde ortognatik cerrahinin seste meydana getirebileceği etkilerin kapsamlı ve detaylı şekilde ele alınmadığı grlmektedir. Çalışmamızın amacı, iskeletsel Sınıf III maloklüzyonun cerrahi-ortodonti kombinasyonu ile tedavi edildiği vakaların tüm Türkçe sesli harflerinin (a[a], e[ε], ı[ı], i[i], o[ɔ], [œ], u[u], [y]) akustik özellikleri üzerindeki etkilerini objektif bir analiz ile araştırmaktır. Araştırmamız kapsamında F0, F1, F2, F3, Shimmer, Jitter ve NHR (noise to harmonic ratio) parametreleri tedavi öncesinde ve ameliyattan 6 ay sonra 2 farklı zamanda alınan ses rnekleleriyle değerlendirilmesi planlanmıştır. Ayrıca ameliyat öncesi ve sonrası alınan lateral sefalometrik filmlerde iskeletsel yapılarda meydana gelen değişiklikler ile seste meydana gelen değişiklikler arasındaki korelasyon araştırılmıştır.

Hipotezimiz yetişkin bireylerde ortognatik cerrahi sonrası ses yolu anatomisine bağlı olarak sesin akustik özelliklerinde değişiklikler meydana geleceği yönündedir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1 Ses Nedir?

İnsanoğlunun sesini konuşma şekline dönüştürerek iletişim kurması onu diğer canlılardan farklı kılan en önemli özelliklerindedir. Ses, konuşmanın temel ögesi olup tarih boyunca merak ve araştırma konusu olmuştur. Ses üzerine kayıtlı ilk çalışmalar M.Ö. 5. yüzyıla kadar uzanır. Hipokrat; akciğer, trakea, dudaklar ve dilin konuşma için önemini vurgulamıştır. Aristo ise ses üzerine bilimsel araştırmalar yapmış ve sesin duygu ile olan ilişkisini tanımlamıştır. 131–201 yılları arasında yaşamış olan Claudius Galen; yutma ve solunum gibi yaşamsal işlevlerinin yanında, insanın sosyal yaşamının bir parçası olan konuşmada önemli rol oynayan larinksi tanımlamıştır [16]. 1854'te Manuel Garcia indirekt laringoskopi tekniğini icat etmiş ve vokal foldları gözlemlemiştir. 1940 yılında Potter, Kapp ve Gren tarafından ses spektrografisi ilk kez tanıtılmıştır. Zamanla teknolojinin gelişmesiyle birlikte sesin oluşumunda farklı anatomik yapılar ve fizyolojik sistemlerin yer aldığı anlaşılmıştır [17].

Ses oluşumunun tam olarak anlaşılabilmesi için ses fizyolojisi ve fonasyon mekanizmalarının iyi bilinmesi gerekir. Ses yer değiştiren dalgalardan meydana gelmiştir. Ses oluşumu için, maddesel ortamda titreşim yapabilen bir ses kaynağı ve ses dalgalarının yayılabileceği iletici bir ortama ihtiyaç vardır [17].

Nefes verirken akciğerlerden gelen hava gırtlığımızda yer alan ses tellerinde titreştirerek ham sesi oluşturur. Bu ham ses boğaz, burun ve ağız boşluklarında şekillenerek her insana özgü olan ses tonunu oluşturur. Bu özgün ses daha sonra ağız içi organlarımızın (dil, diş, dudak, damak, yumuşak damak) çeşitli pozisyonlara girmesiyle konuşma sesine dönüşmektedir.

Konuşma dört aşamada oluşmaktadır. Bu dört aşama:

**Respirasyon:** solunum aşaması

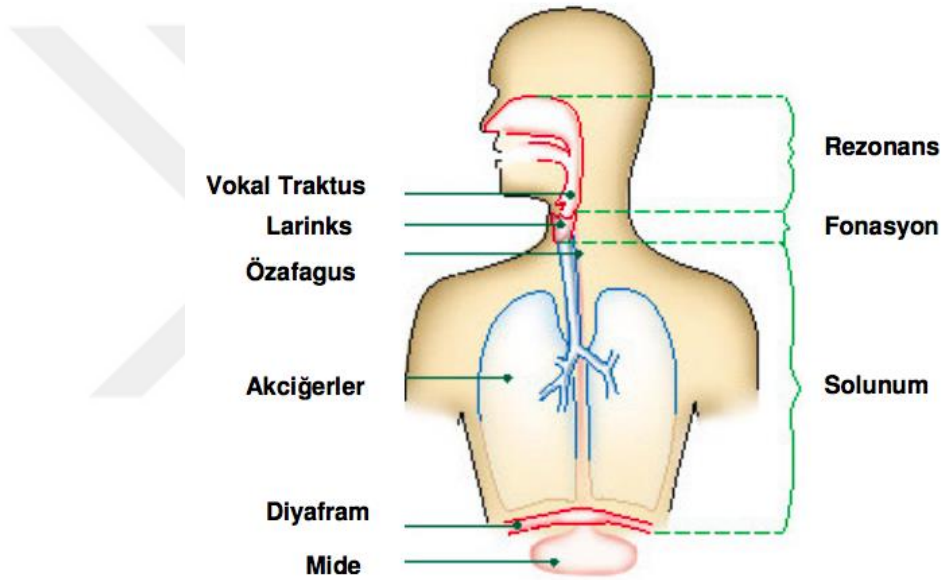
**Fonasyon:** ses tellerinin titreşim aşaması ve

**Rezonans:** oluşan ham sesin şekle girip kişiye özgü olan ses tonunun oluşum aşamasıdır. Bu aşamalara **artikülasyon** yani konuşma seslerinin üretim aşaması eklendiğinde **konuşma** gerçekleşmektedir [18].

## 2.2 Fonasyon Anatomisi ve Fizyolojisi

### 2.2.1 Fonasyon anatomisi

Ses oluşumu birden fazla organı içeren kompleks bir sistemdir, ses üretiminde hemen hemen tüm vücut doğrudan veya dolaylı olarak etkilenmektedir (Şekil 2.1). İlk başta akciğer ve diyafram olmak üzere larenks ve oral kavitenin birlikte uyumlu bir şekilde çalışması gerekmektedir.



Şekil 2.1 : Ses oluşumunda görev alan organlar [19]

#### 2.2.1.1 Akciğerler

Ses oluşumu için gereken enerjiyi sağlarlar. Ses telleri ekspirasyonda akciğerlerden gelen hava ile titreşir. Ses tellerinde titreşimi oluşturan gücün kaynağı dışarı doğru hava akımını sağlayan diyafram kası , torakal ve abdominal kaslardır [19].

#### 2.2.1.2 Oral kaviteyi oluşturan organlar

**Oral kavite**, konuşma sırasında en çok hareket eden yapı olduğu için fonasyon ve artikülasyon açısından önemlidir. Oral kavitenin hacmi dil hareketleriyle veya ağız şeklinin değişmesi ile farklılık gösterebilir.

**Dudaklar:** sesli ve sessiz harflerin artikülasyonunda önemli rol oynarlar. Vücutta en dışta konumlanmış olan artikülatör organlar dudaklardır.

**Dişler:** oral kavitenin lateral ve anterior tarafları çevreleyen bölümleridir ve dilin anterior bölümü ile birlikte ses üretimine katılırlar. Diş eksikliklerinde ya da kapanış bozukluklarında artikülasyonda bozulmalar meydana gelebilir.

**Alveolar Kemik:** diş köklerini sararak palatal kemik ile dişler arasında bağlantıyı sağlar.

**Damak kubbesi:** ağzın tavanı olarak kabul edilir. Anteriorda alveolar kemikten posteriorda veluma kadar uzanır.

**Dil:** dış yüzeyi muköz membranla kaplı bir kas kütesidir. Posterior kısmı, yani dil kökü, hyoid kemik ile bağlantı yapar. Sesin üretildiği larinks de hyoid kemikle bağlantılıdır. Bu nedenle dilin pozisyonu hyoid kemiğin yüksekliğini etkiler. Dil öne doğru hareket ettiğinde larinks yukarı hareket eder; bununla birlikte dil geriye doğru hareket ettiğinde larinks de aşağıya doğru hareket eder. Dil, konuşmanın tek ve en önemli artikülatörü olarak kabul edilir. Özellikle dil kökü ve dilin konumu ses rezonansını etkileyen faktörler arasında yer alır [20].

### 2.2.1.3 Larinks

Larinksin yutma, solunum, hava yolunun korunması ve fonasyon gibi önemli görevleri vardır ve yapısında birçok kas, kıkırdak ve eklem bulunmaktadır [21]. Larinksin klinik ve terminolojik olarak üç anatomik bölgeye ayrılmaktadır.

Bunlar;

- Supraglottis (ses tellerinin üzerinde yer alan kısım)
- Glottis (ses tellerinin olduğu bölge)
- Subglottis (ses tellerinin altında kalan kısım) dır.

#### 2.2.1.3.1 Larinksin kıkırdakları

Larinks ligamentlere bağlı ve mukoza ile kaplanmış üç çift ve üç tek kıkırdaktan oluşmaktadır. Tek kıkırdaklar epiglot, tiroid, krikoid kıkırdak; çift kıkırdaklara aritenoid, kornikülat ve kuneiform kıkırdaklardır (Şekil 2.2).

Tiroid kıkırdak; tek kıkırdaklardan olup laringeal kıkırdakların en büyüğüdür. Dörtgen görünümünde iki laminadan oluşmaktadır ve bu laminaların ön kenarı, orta hat üzerinde erkeklerde 90°'lik, kadınlarda 120°'lik bir açı ile birleşir. Erkeklerde bulunan

dar açı nedeniyle ses kıvrımları daha uzun olup, ses perdesinin kadınlara göre daha kalın olmasına neden olmaktadır [21] (Şekil 2.2-B).

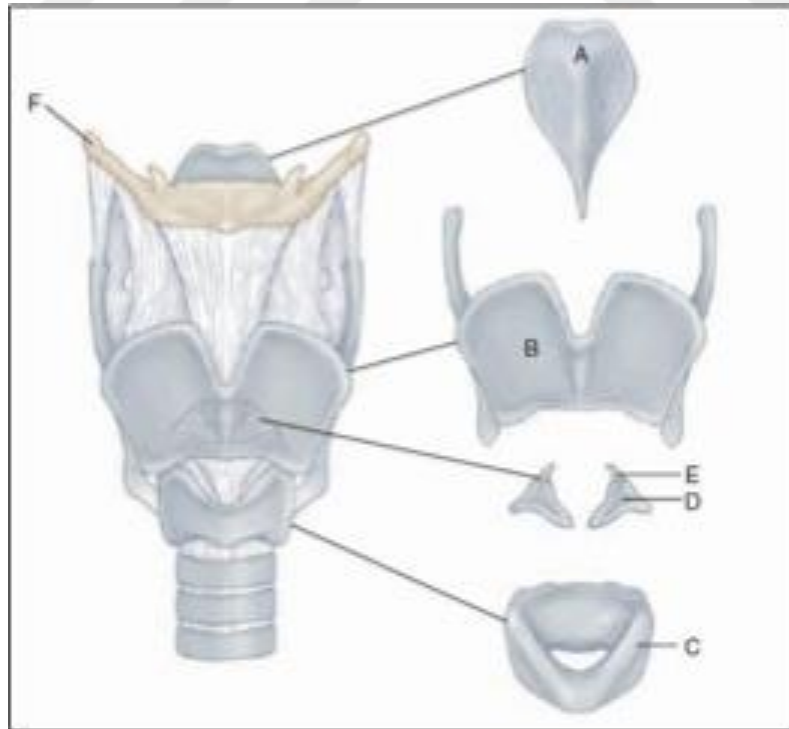
Krikoid kıkırdak; trakeanın üstüne oturan tam bir halkadır ve laringeal kıkırdakların en altındadır (Şekil 2.2-C). Çapı yaklaşık trakea kadardır [22].

Aritenoid Kıkırdak; laringeal fonksiyon açısından en önemli kıkırdaktır (Şekil 2.2-D). Apeksi yukarıda basisi aşağıda olan bir piramite benzer. Sesin başlangıcına ve dengesine izin veren mekanik bir yapı sağlar.

Kornikülat kıkırdaklar; her aritenoidin üstün yüzeyinde ilerler ve ariepiglottik kıvrım içinde belirginleşir (Şekil 2.2-E).

Kuneiform kıkırdaklar; ariepiglottik kıvrımların içinde bulunur, kıvrımlara sertlik sağlar.

Epiglottis; tiroit kıkırdak açısının iç yüzeyine, tiroepiglottik bağ tarafından tuttanan yaprak benzeri bir yapıdır (Şekil 2.2-A). Yutma sırasında larinksin ağzını kapatan koruyucu bir yapıdır. Larinksin ötesine ve hyoid kemiğin yukarisına doğru çıkıntı yapar ve dil köküne bağlanır. Epiglottis, hyoepiglottik ligament yoluyla hyoid kemiğe tutunur [22].



**Şekil 2.2** : Larinks Kıkırdaklarının Yerleşimi (A) Epiglottis, (B) Tiroid, (C) Krikoid, (D) Aritenoid, (E) Kornikülat, (F) Hyoid [22]

#### 2.2.1.3.2 Larinksin eklemleri



**Krikotroid eklem:** Krikotroid eklem, tiroid kıkırdağın kayma ve rotasyon hareketlerine izin veren, sinovial tip bir eklemdir. Krikotiroid kasın pars recta kısmının kasılması ile tiroid ve krikoid kıkırdaklar arasındaki açı daralır, buna bağlı olarak ses kıvrımlarının uzunluğu ve gerginliği artar, kalınlığı azalır. Bu hareketlilik ses perdesindeki değişiklik için ayarlama yapar [21].

**Krikoaritenoid eklem:** Krikoid kıkırdak ile aritenoid kıkırdakları arasında bulunan bir eklemdir. Bu sinovial eklem sallanmaya, kaymaya ve minimum dönmeye izin verir [22]. Sallanma hareketi, iki vokal kordu birbirine doğru hareket ettirir ve vokal kıvrımların temas halinde kalmasını sağlar. Aritenoidler fasetin uzun eksenini üzerinde kayma yeteneğine de sahiptir, bu da ses tellerinin uzunluğundaki değişiklikleri kolaylaştırır. Bu hareketlerin birleşimi plika vokalislerin birbirine yaklaşmasını ve uzaklaşmasını sağlar [21].

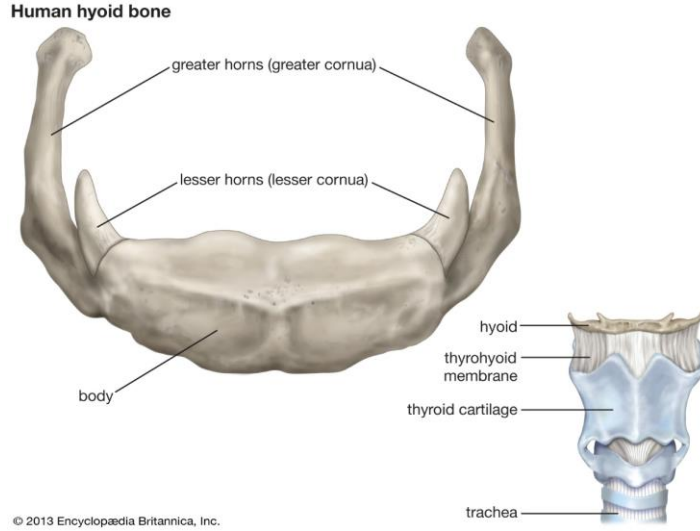
### 2.2.1.3.3 Larinksin kemikleri

#### Hyoid kemik

Kafada diğer kemiklerle hiçbir bağlantısı olmayan tek kemik olan hyoid kemik, boynun anteriorunda ve çene ucu ile larinks arasında yer alan bir yapıdır [23]. Bu kemik; kaslar vasıtasıyla skapula, sternum, kafa kaidesi, tiroid kıkırdağı, farenks, dil ve mandibulaya bağlanmaktadır. Hyoid kemik tiroid kıkırdak ile mandibula arasında konumlanmıştır. Hyoid kemiğin konumunu infrahyoid ve suprahyoid kaslar belirlemektedir. Hyoid kemik anatomik olarak 3 kısımdan oluşur; bir çift büyük boynuz, bir çift küçük boynuz ve gövde kısmı (korpus). Küçük bir kemik olan hyoid kemik, morfolojik olarak at nalı ya da U harfi şeklinde olabilmektedir [24].

Büyük boynuzlar: Yaşamın erken döneminde kartilajlar ile korpusa bağlanan büyük boynuzlar, orta yaşlardan sonra kemikle kaynaşırlar. Bu boynuzlar boyunun ön tarafında, işaret parmağı ve başparmak ile tiroid kartilajının üstünde palpe edilebilir ve hareket ettirilebilir. Hyoglossus, constrictor pharyngeus medius, digastricus ve thyrohyoideus kasları hyoid kemiğin büyük boynuzlarına yapışmaktadır.

Küçük boynuzlar: Büyük boynuzlar ve korpusun birleşiminde yer alan konik şeklindeki küçük boynuzlar, hyoid kemiğin gövdesine fibröz doku ile bağlanır. Bu küçük boynuzlara constrictor pharyngeus medius ile chondroglossus kasları yapışmaktadır [24, 25].



**Şekil 2.3 : Hyoid kemik [26]**

### **Hyoid Kemiğin Görevleri**

1. Solunum yeterliliğinin ve solunum yollarının konumsal dengesinin devam ettirilmesi,
2. Kafa kaidesi, larenks ve mandibula ile bağlantılı yapılar arasındaki fonksiyonel dengenin sağlanması,
3. Dilin iskeleti gibi görev yapıp, dilin desteklenmesi ile dil fonksiyonlarının gerçekleştirilmesi, 4. Baş postürünün dikleşmesi ve hassas kranial dengenin sağlanmasında önemli görevleri vardır [27].

Graber, 1978'de yaptığı bir çalışmada hyoid kemiğin pozisyonunun; havayolu açıklığının korunmasında rolü olduğunu, farklı yüz tiplerinin yorumlanmasına rehberlik ettiğini ve dil postürünün önemli bir göstergesi olduğunu belirtmiştir. Mandibulanın aşağı ve geri hareketleri sırasında hyoid kemiğin benzer şekilde daha posteriora hareket ettiğini, mandibulanın yukarı ve ileri yönde hareketleri sırasında hyoid altı ve üstü kasların hyoid kemiği daha anteriora doğru çektiğini, anteroposterior pozisyonunun mandibulanın anteroposterior pozisyonunu takip ettiğini bildirmiştir [28].

#### **2.2.1.3.4 Larinksin kasları**

Larinks kasları ekstrensek ve intrensek kaslar olarak iki grupta incelenir. Ekstrensek kaslar, larinksin yükselmesi ve aşağı inmesi gibi büyük ayarlamalar yaparken, intrensek kaslar ise vokal mekanizmada ince ayarlamalar yapar [29].

## İntrensek Kaslar

İntrensek kaslar, ses tellerinin açılması, kapanması, gerilmesi ve gevşetilmesinden sorumludur (Şekil 2.4).

Adduktörler;

- Lateral Krikoaritenoid Kas
- İnteraritenoid Kas

Abdüktörler;

- Posterior Krikoaritenoid Kas

Ses tellerini geren kaslar;

- Krikotiroid Kas

Ses tellerini gevşeten kaslar;

- Tiroaritenoid Kas

**Lateral Krikoaritenoid Kas:** Ses tellerinin en önemli addüktördür. Krikoid kıkırdağın yan yüzeyi ile aritenoidin kas çıkıntısı arasında yer alan bu kasın kasılması ile aritenoidler rotasyon yapar ve vokal çıkıntılar birbirine yaklaşır. Sonuç olarak membranöz glottis kapanır, ses telleri uzar ve gerginleşir [22] .

**İnteraritenoid Kas:** Transvers aritenoid ve oblik aritenoid olmak üzere iki parçası vardır. Görevi iki aritenoidi birbirine yaklaştırarak ses tellerini yaklaştırmaktır. Ses tellerinin sıkı kapanması için ek destek sağlar ve medial kompresyonun önemli bir unsurudur [21, 22].

**Posterior Krikoaritenoid Kas:** Ses tellerinin tek abdüktörüdür. Bu kasın kasılması ile aritenoidler, vokal çıkıntılar birbirinden uzaklaşacak şekilde rotasyon hareketi yapar. Glottis açılır, ses telleri birbirinden uzaklaşır, uzar ve gerginleşir.

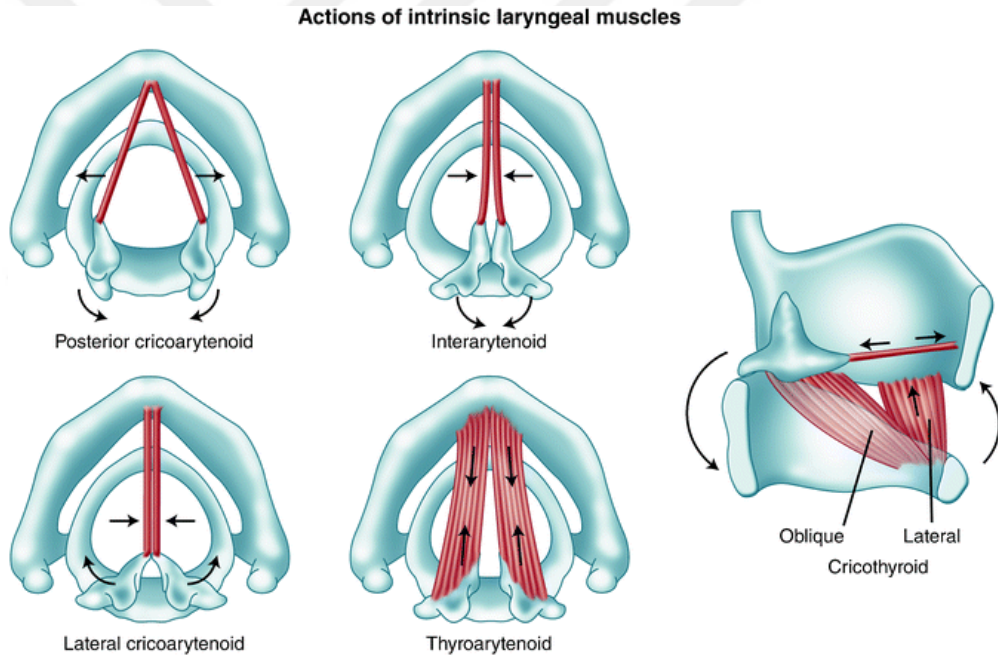
**Krikotiroid Kas:** Ses tellerinin primer tensörüdür. Tiroid kıkırdağı anteriora hareket ettirerek görevini yerine getirmektedir. Krikotiroid kas, oblik ve düz olmak üzere iki parçaya ayrılır [21].

Düz parçanın kasılması ile tiroid kıkırdağ öne doğru eğilerek krikoid kıkırdağa yaklaşır, tiroid kıkırdağla aritenoid kıkırdağ birbirinden uzaklaşır, sonuç olarak ses telleri uzar ve gerilir. Oblik parçanın kasılması ile krikotiroid eklem üzerinde tiroidin

ileri ve geri kaymasına izin verir. Öne doğru kaydıran bu hareket ses tellerini germek demektir.

Krikotiroid kasın ses perdesinin ve şiddetinin kontrolünde önemli bir rolü vardır. Bu kasın kasılması ses perdesini inceltir, frekansını yükseltir.

**Tiroaritenoid Kas:** Ses tellerinin medial ve ana gevşetici kasıdır. Tiroid kıkırdağın arka yüzünden aritenoid kıkırdağın ön-yan yüzüne kadar uzanır. Tiroaritenoid kasın, tiromüsküler ve tirovokalis olmak üzere iki ayrı kas olduğunu savunanlar vardır. Tiromuskularis, glottal bir gevşetici, tirovokalisin (vokal kas) ise özellikle krikotiroid kasıyla birlikte ses tellerini belirgin şekilde gerici etkisi vardır. Tiroaritenoid kasın çalışıp kasılması ile vokal kıvrımlar kısalıp kalınlaşır. Bu sırada, vokal kas tabakasının sertliği artarken, örtü (epitel ve reinke boşluğu) ve geçiş tabakası (vokal ligaman) gevşer. Bunun sonucunda ses perdesi kalınlaşır ve sesin temel frekansı düşer.



**Şekil 2.4 :** Larinksin intrinsik kaslarının hareketleri [30]

### **Ekstresek Kaslar**

Ekstresek kaslar, laringeal kartilaja bağlı olan kasları, larinksi ve hyoid kemiği superiora ve inferiora hareket ettiren kasları içermektedir. İnfrahoid ve suprahoid kaslar olmak üzere iki grupta incelenir. Bu kaslar larinksin pozisyonunu belirler ve larinksi çevre dokulara bağlar. Larinksin hareketleri, laringeal kıkırdak pozisyonlarında değişiklikler oluşturup ses tellerindeki gerginliği değiştirerek seste farklılıklar oluşturabilirler [21, 22].

İnfrahyoid Kaslar: Omohyoid, Sternohyoid, Tirohyoideus, Sternotroideus

Suprahyoid Kaslar: Digastricus, Stilohyoid, Milohyoid, Geniohyoid, Genioglossus, Hyoglossus [22].

#### **2.2.1.3.5 Larinksin membranları**

Larinks boşluğu pürüzsüz ve ıslak bir mukoza ile kaplanmış son derece aerodinamik bir yüzeye sahip olan bir yapıdır. Larinksin fibroelastik membranı iki zarsı tabakadan oluşur ve larinksi farklı bölümlere ayırır. Epiglot ile arytenoid kıkırdaklar arasında bulunan quadranguler membran, aryepiglottik kıvrımı ve yalancı ses tellerini oluşturur. Krikoid ve tiroid kıkırdaklar arasında yer alan trianguler membran ise ses tellerini oluşturur [21].

#### **2.2.1.3.6 Larinksin mukozası ve kıvrımları**

Vokal kıvrım, aryepiglottik kıvrımın ön üçte ikisi seviyesinde var olan bir "çok katmanlı" yapıdır. Ses telleri; tiroarytenoid kas, fibröz doku örtüsü ve mukozadan oluşur [31].

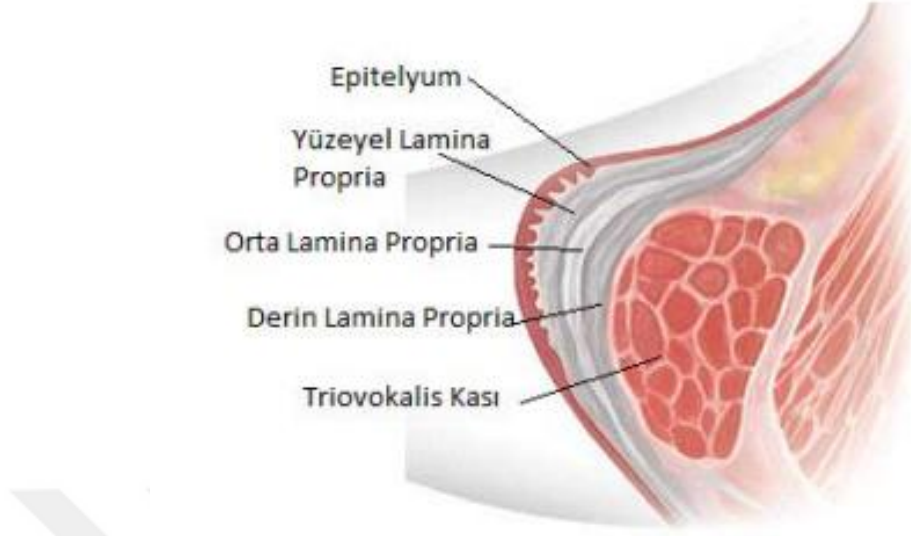
Vokal kıvrım, titreşim için özel olarak tasarlanmıştır. Titreşimli serbest kenar, titreşim ve temas daha dirençli olan skuamöz epitel (çok katlı yassı epitel) ile kaplanmıştır. Müköz salgı bezi içermez. Bu epitel tabakası, ses tellerine laringoskopik inceleme sırasında görülen parlak beyaz görünümünü verir. Larinksin geri kalan bölümünü müköz salgı bezi içeren silindirik epitel doku kaplar [22, 31].

Ses telleri fizyolojik olarak üç, histolojik olarak beş tabakadan oluşmaktadır. Fizyolojik açıdan ses tellerinin mukozası aslında epitelyal doku ve birinci lamina propria tabakasının birleşimidir. Bazı kaynaklar bu tabakayı vücut örtüsü olarak da isimlendirmişlerdir [32]. Bu vokal mukozanın gövde üzerinde kayarak dalgalanması sonucunda titreşimler, sonrasında fonasyon oluşmaktadır.

Ses telleri 5 katmandan oluşmaktadır;

1. Epitel doku
2. Lamina proprianın yüzeyel tabakası  
(Reinke Boşluğu)
3. Lamina proprianın orta tabakası
4. Lamina proprianın derin tabakası

## 5. Vokal kas



**Şekil 2.5 :** Ses tellerinin yapısı [22]

Lamina Propriya'nın ikinci ve üçüncü katmanları (elastin ve kolajen) vokal ligamenti oluşturur, ses tellerine sertlik ve destek veren yapıdır.

Lamina proprianın altında ses tellerinin beşinci katmanı olan tiroarytenoid kas diğer adıyla vokal kas bulunur. Bu ses tellerinin büyük kısmını oluşturur.

Ses telleri erkeklerde ortalama 17-20 mm, kadınlarda 12-17 mm uzunluğundadır.

Ses oluşumunda ses telleri 3 temel hareket yaparlar. Bunlar: addüksiyon, ekstansiyon (gerilme) ve vibrasyondur.

Addüksiyon: Ses tellerinin orta hatta gelmesidir.

Ekstansiyon: Orta hatta gelen ses tellerinin gerginliğin artması.

Vibrasyon: Ses tellerinin üçüncü temel hareketi olan vibrasyonu yani titreşimidir [31].

### 2.2.2 Fonasyon fizyolojisi

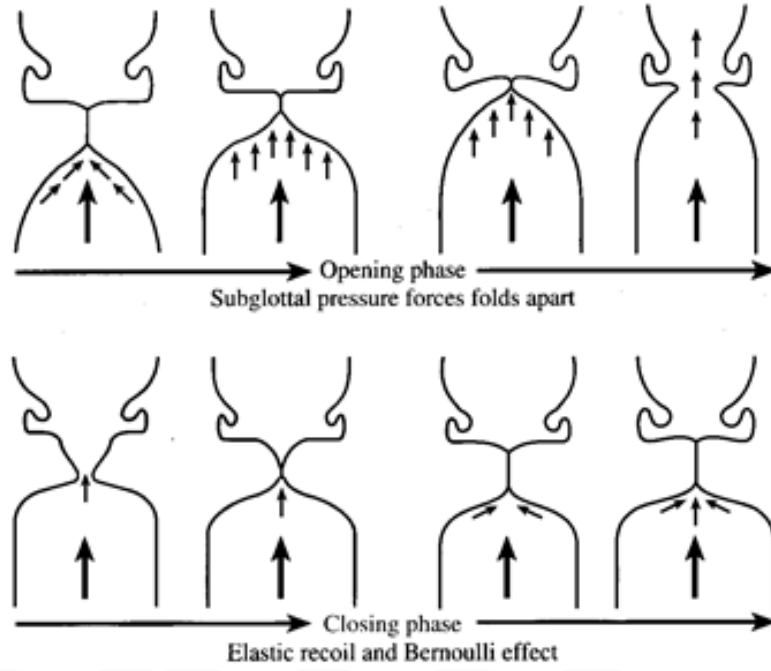
Fonasyon, akciğerlerden dışarı verilen hava akımının vokal foldları titreştirmesi sonucu oluşan ses üretimi olayının tanımıdır. Fonasyon sırasında ses telleri göğüs, diyafram ve karın kaslarının iş birliği ile oluşturulan aerodinamik enerjiyi akustik enerjiye çevirir [33].

Ses oluşumu için 1958 yılında Hollandalı konuşma bilimci Janwillem van den Berg tarafından tanımlanan miyoelastik-aerodinamik teoremin geçerliliği günümüzde hala

devam etmektedir. Bu teori temelde iki prensibe dayanmaktadır. Birincisi ses tellerinin titreşiminin temel frekansı ses tellerinin uzunluğu, gerginliği, kütlesi, viskoelastisitesi ve subglottik basınca göre belirlenmektedir. İkincisi ses tellerinin iç elastik gerilimi tekrar kapanmaya neden olmaktadır[34].

**Miyoelastik:** Fonasyon sırasında ses tellerinin geriliminin ve elastisitesinin nöromüsküler olarak kontrol edilmesini açıklar. Fonasyon sırasında ses telleri adduksiyon yaparlar, kasılırlar ve gerilirler. Bu şekilde ses tellerinin elastisitesi düzenlenir. Ses tellerine etki eden nöromüsküler kuvvetler aynı zamanda glottal açıklığın şeklini de belirler. Glottisin üç boyutlu dinamik yapısı glottisin altındaki ve üstündeki basınç farkını belirleyen temel faktör olduğundan, fonasyonu başlatan aerodinamik kuvvetin etkisinde en belirleyici etken glottik açıklığın şeklidir. Fonasyonun düzenlenmesinde önemli olan nokta vokal fold elastisitesi ile subglottik basıncın koordineli bir şekilde çalışmasıdır [35].

**Aerodinamik:** Vokal foldların titreşmesinde önemli olan 3 aerodinamik prensip vardır. Hava yüksek basınçlı bir bölgeden (subglottik, akciğerlerden gelen havanın basıncı) düşük basınçlı bir bölgeye (supraglottik, atmosfer basıncı) doğrudur. Bernouilli enerji kanununa göre sıvının partikül hızı arttıkça akımın basıncı azalır. Bir borunun içinden geçen sıkıştırılmayan bir sıvının hızı, borunun kesit alanı azaldığı oranda artar. Sesi oluşturmak için ses telleri adduksiyonla orta hatta birleşmeli ve subglottik ve supraglottik hava yolları arasında yer alan kapalı ya da dar bir bölge oluşturmalıdırlar. Glottis kapalı durumda iken, akciğerlerden gelen hava nedeniyle glottis düzeyinde oluşan hava basıncı ses tellerinin elastisitesine karşı itici bir kuvvet oluşturur. Hava basıncı vokal foldların yanlara açılmasını sağlayacak kadar yüksek olduğunda, hava glottal açıklıktan yukarıya doğru hareket eder. Hava akımı daralmış durumdaki glottisten geçtikçe hızlanır ve transglottal basınç düşerek glottiste bir negatif basınç ortaya çıkar. Açık durumdaki glottisten hava akımının geçmesi sonrasında, bir çok kuvvetin kombine etkisi ile glottal açıklık kapanır ve vokal foldlar tekrar orta hatta kapalı duruma gelirler. Glottik açıklığın tamamıyla kapanması nedeniyle hava akımı engellenince subglottik bölgedeki basınç giderek artar, vokal foldların açılmasını sağlayacak yeterliliğe ulaşır ve böylece yeni bir açılma fazı başlar. Glottiste açılma ve kapanma fazları ile seyreden bu vibrasyon siklusuna **glottal siklus** denir, genel olarak erkek seslerinde saniyede 110 siklus, kadın seslerinde ise saniyede 200 siklus oluşur [36]. (Şekil 2.6)



**Şekil 2.6 :** Glottal siklüs [37]

Özetle; alt bölgeden gelen yüksek basınçlı supraglottik hava akımı ses tellerinin açılmasını sağlar ve yukarı çıkar. Basıncın düşmesiyle kordlar tekrar yaklaşır ve uzaklaşır. Bu durumda vibrasyon tekrarlanır ve ses frekans kazanmış olur. Bu primer ses üst rezonatör ve artikülatör yapıların etkisiyle modüle edilerek harf, hece ve kelime şekline dönüşerek ağızımızdan konuşma şeklinde çıkarak çevreye yayılır [38].

### 2.2.3 Sesin fiziksel özellikleri

Ses; perde, gürlük, kalite ve değişkenlik gibi parametreleri kapsayan, larinks tarafından üretilen işitsel algısal bir terimdir. Ses dalgaları; birinden diğerine ulaşan maddesel ortamların vibrasyonlarıdır. Her madde, komşu parçacık üzerine kendinde bulunan hareketi nakletmek için etki yapar. Ses dalgası bir düzlem üzerinde basınç meydana getirir ve bu da sesin fizik şiddetini ölçmeye yarar.

Sesler, dalga örneğinin tekrar edip etmemesine göre, periyodik sesler ve aperiodyik sesler şeklinde ikiye ayrılır. Gürültü sesleri aperiodyik seslerdir. Diyapazon sesi, insan sesi gibi sesler periyodiktir, aynı dalga örneği tekrar eder. Bir saniye içinde tekrar eden dalga örneği sayısı o sesin Hertz (Hz) cinsinden frekansını verir. Diyapazon sesi gibi saf ton yani tek frekanslı olan seslerin dalga şekli sinüs eğrisi şeklindedir. Fakat insan sesi başta olmak üzere doğadaki seslerin çoğu, tek frekanslı olmayıp farklı frekans ve şiddetteki pek çok sesin bir araya gelmesi ile oluşmaktadır [21].



Periyodik bir ses; periyot, frekans ve amplitüden oluşan üç temel özellik ile karakterizedir.

Periyot; sinyalin birbirini takip eden iki geçişi arasındaki zamandır, saniye ile ölçülür.

Frekans; saniyedeki periyot sayısına eşittir ve Hertz (Hz) olarak ölçülür [16]. Sesin tonunu, yani pes ya da tiz oluşunu frekansı belirler.

Amplitüd ise ses sinyalindeki dalganın büyüklüğünü ve sesin gürülüğünü yani şiddetini gösterir.

Ton; basit veya pür dalga olarak isimlendirilmiş ve diapozon tarafından çıkartılan tek bir sinüzoidal dalgayı ifade eder. Diğer tüm dalgalar ise birçok sinüzoidal dalgadan oluşmuşlardır ve bu dalgalara kompleks dalgalar denir. Doğada işitilen sesler kompleks dalga ya da gürültü şeklindedir. Kompleks dalgalar gürültüden farklı olarak periyodiktirler [3].

Kompleks seslerin bileşeni olan frekanslara, frekans parçaları denir. Bu frekans parçalarının en küçük değerli frekansına “ana frekans” ya da “temel frekans” denir. Bu temel frekansın tam katlarına harmonikler denir. Yani örnek olarak temel frekansımız 120 Hz ise bu frekansın harmonikleri 240, 360, 480, 600 Hz’dir diyebiliriz [39].

Sesler, frekans değerlerine göre dört başlıkta kategorize edilebilirler:

- 1) Infrasound: 0-20 Hz arasındaki frekanslar
- 2) Duyulabilir frekanslar: 20-20000 Hz arasındaki frekanslar
- 3) Ultrasound: 20000 Hz ile 1 GHz arasındaki frekanslar
- 4) Hipersound: 1 GHz üzerindeki frekanslardır [40].

İnsanlar normal olarak 20 Hz ile 20000 Hz arasındaki frekansları duyabilirler [41]. Yüksek frekanstaki sesler tiz ses, düşük frekanstaki sesler ise bass ses olarak adlandırılır. Frekanslar sesin yüksekliğini belirlemede kullanılır. Genelde kadın sesleri erkek seslerinden daha tizdir. Bu durumda kadın seslerinin frekanslarının daha yüksek frekansta oldukları söylenebilir [42].

Doğum sırasındaki frekansı yaklaşık 440Hz olan ağlama sesi, insanın ürettiği ilk ses olarak kabul edilmektedir. Ses ilk aylarda 294-587Hz yüksekliğine sahip iken zamanla giderek genişler. Bu süreç içerisinde yüksek frekanslar zamanla kaybolur. Larinksin gelişimi ve yer değiştirmesi ile ses de gelişmeye başlar. Ergenlik öncesi dönemde

erkek ve kız çocuklarının aşığı yukarı aynı ses aralığına sahip oldukları belirtilmektedir. F0 hem kız hem de erkek çocuklarda puperte öncesine kadar %50 düşerek 250Hz'e kadar iner. Yetişkin bir kadında yaklaşık F0 değeri 210Hz, erkek de 125Hz civarındadır [21].

Ses değişimi 8-9 yaşlarında başlayarak 12-13 yaşına kadar devam etmektedir. Bu dönemde gelişme hormonlarının etkisiyle larinkste oluşan değişikliklere bağlı olarak seste farklılıklar görölmektedir. Ses tellerinin inceliği ve uzunluğu temel frekansı etkilemektedir. Kadınlarda 50, erkeklerde ise 60 yaş civarında ses genişliği daralmaya ve yüksek tonlar yavaş yavaş kaybolmaya başlar. Ses gürlüğu azalır, ses parlaklığı ve sağlığı bozulmaya başlar [43].

Frekansı günlük hayattan bir örnekle açıklamak gerekirse; boş bir soda şişesinin uç kısmına üflendiğinde bir ses duyarız. Şişeye bir miktar sıvı eklenerek şişedeki hava hacmi azaltılırsa üflendiğinde duyulan sesin frekansı artar. Benzer şekilde şişedeki hava hacmi arttırılıp üflendiğinde duyulan sesin frekansı azalır. Vokal yolu bir ucu açık bir ucu kapalı bir tüp gibi düşünebiliriz. Bir boşluğun rezonans frekansı, o boşluğun boyu ve hacmi ile ilişkili olarak değişir. Dil, ağız içinde hareket ettiğinde ağız boşluğunun şekli değişir; küçölür, büyür, uzar veya kısalır. Ağız boşluğu şekillendiğinde bölgenin rezonans frekansı değiştiğinden oluşturulan sesin frekansı da değişir. [22, 44].

### **2.2.3.1 Artikülasyon ve rezonasyon**

Sağlıklı bir sesin oluşabilmesi için fonasyon, rezonans ve artikülasyon sistemlerinin düzenli bir şekilde çalışması gerekmektedir. Artikülasyon terimi ise, vokal traktusun dinamik hareketleri neticesinde glottik sesin konuşma sesi biçimine dönüştüğu işlemi tanımlar. Glottiste meydana gelen ses vokal traktusun dinamik hareketleri sonrasında konuşma sesi biçimine dönüşür. Bu olaya "artikülasyon" denir. Herhangi bir uyarıcının etkisi ile titreşim yapan sisteme "rezonatör" denir. Uyarıcının frekansı ile rezonatörün kendi frekansı aynı ise uyarıcının titreşimleri rezonatör tarafından güçlendirilir. Bu olaya da "rezonans" adı verilir. Rezonans ve artikülasyon gibi iki farklı etki sonucunda glottik ses modüle edilerek konuşma biçimini almaktadır[19]. Rezonasyon, oluşan primer glottik sesin supraglottal vokal kordlardan geçerken amplifiye ve modüle edilmesi işlemidir. Rezonatör bölgeler olarak orofarenks, supraglottik larenks, oral kavite, nazofarenks ve nazal kavite sayılabilir. Artikülasyon bölgeleri arasında da dudaklar, yumuşak damak, dil ve mandibula bulunmaktadır [45]. Bu yapıların; örneğin, adenoid vejetasyon, nazal konjesyon ve tonsiller hipertrofi gibi

anatomik ve fizyolojik anomalileri vokal kordlarda belirgin bir patoloji olmaksızın ses kalitesinde bozulmaya neden olabilir [46].

### 2.2.3.2 Formant

“Formant”, genel anlamda, bir rezonatörün belirli bir frekans arasındaki titreşimleri kuvvetlendiren rezonans bölgeleridir. Vokal traktustaki formantlar, belirli frekanslardaki sesleri amplifiye ederler. Formantlar düşükten yüksek frekansa doğru F0, F1, F2, F3, F4 şeklinde sembolize edilirler. Formant frekansları; larinks, farenks ve oral kavite kasları ile değiştirilebilen vokal traktusun durumuna göre saptanmaktadır [47]. Vokal foldlarca oluşturulan ses, temel frekansı (F0) ifade ederken, birinci formant (F1) farengeal kavite, ikinci formant (F2) oral kavite, üçüncü formant (F3) nazal kavite ve maksiller sinüsler, dördüncü formant (F4) ise daha üstteki rezonatuvar bölgeler (diğer sinüsler) hakkında bilgi verir [19, 47].

Rezonatör organların etkisi ile glottis düzeyinde oluşan ham sesin bazı harmoniklerinin şiddeti artar, diğerlerinin azalır. Şiddeti artan harmonikler formantları oluşturur. Formantlar, belirli bir sesin tanınmasında yardımcı olan karakteristik frekanslardır. Her vokalin dört veya beş formantı vardır. Artikülatuar organlar sesli harflerde pek hareket etmezler. Sessiz harflerde ise hareket vardır. Sessiz harfler larenks sesi ile artikülatuar oluşumların sürtünmeleri ile ortaya çıkar. Sesli harfler ağız boşluğunun rezonansından oluşur. Fonemlerin çıkarılmasında ağız, farenks, dil ve dudakların pozisyon, şekil ve hacimleri değişir.

Formant (rezonans) frekansı, rezonatörün volümü tarafından belirlenir. Rezonatörün volümü küçük olursa, rezonans frekansı yükselir. Bir kişinin vokal traktusunun uzunluğunu ve biçimini yaşı ve cinsiyeti belirlemektedir. Kadınların ve çocukların erkeklere göre daha kısa traktusu vardır ve daha yüksek formant frekanslarına sahiplerdir. Vokal traktusun boyutları, bir dereceye kadar bilinçli olarak ayarlanabilir ve bunun öğretilmesi de ses eğitiminin temelini oluşturmaktadır. Bu özellik bir kişinin orkestra sesinden bile daha yüksek ve net bir şekilde sesini duyurabilmesini sağlar [19, 48].

2004 yılında Oytun Türk ve ark. yaptığı çalışma ile Türkçe’de ünlü harflerin formant frekans ortalamalarını belirlemek amacıyla 15 yetişkin erkek, 14 yetişkin kadın, 15 erkek çocuk ve 8 kız çocuk çalışmaya dahil edilmiştir. Bu çalışmada hastalara okutulan sözcük ve tümcelerin içerisindeki sesli harflerin formant frekansları ve yalıtılmış ünlü

harflerin yani tek başına söylenmiş harflerin formant frekansları incelenmiştir. Yetişkin erkeklerin yaşları 22-56, yetişkin kadınların yaşları 20-51 yaşları arasındadır. Çocukların hepsi 6 yaşındadır. Formant frekansların yaşa, cinsiyete ve seslendirilen ünlüye bağlı olarak değiştiği göz önünde bulundurularak yukarıda açıklanan 4 ayrı yaş-cinsiyet gruplarının her biri için her ünlünün formant frekans değerlerinin ortalaması ve standart sapması alınarak ortalama değerler ortaya konulmaya çalışılmıştır [49]. Bu çalışmada kaydedilen seslerle ilgili standart sapmaların yüksek olduğu gözlenmektedir.

### 2.2.3.3 Ünlü fonemler

Sesbirim ya da fonem, herhangi bir dilde, bir kelimeyi diğer bir kelimedenden ayıran bir ses birimidir. Fonetik alfabesindeki her simge bir sesbirimini işaret etmektedir. Fonemler yazı dilinde iki eğik çizgi arasında gösterilir: /a/ [50].

Akciğerlerden gelen havanın ses tellerinde fonasyonu gerçekleştirmesinden sonra artikülasyon organlarında herhangi bir engelle uğramadan oluşturduğu konuşma sesleri ünlü fonemler olarak tanımlanır. Dilin, dudakların ve çenenin pozisyonu ünlü fonemlerin akustik özelliklerini değiştiren faktörlerdir.

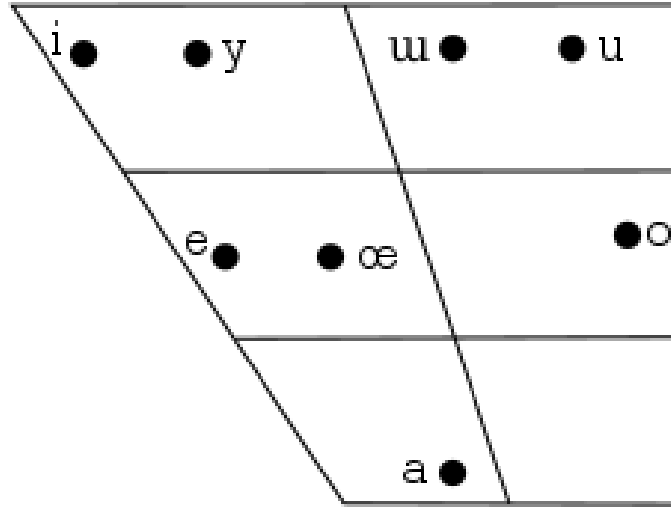
1. Dilin Durumuna Göre: Dilin ön kısmının yükseltilmesi ile dil ve ön damak arasındaki açıklığın daraltılması sonucu oluşan ünlülere ön damak ünlüleri denir. Bu ünlüler /e/, /i/, /œ/, /y/ ünlüleridir. Dilin arka kısmının yükseltilmesiyle dil ile yumuşak damak arasındaki açıklığın daraltılması sonucu oluşan ünlülere art damak ünlüleri denir. Bu ünlüler /a/, /u/, /o/, /u/ ünlüleridir.

2. Dudakların Durumuna Göre: Dudaklar düz durumdayken oluşan ünlülere düz ünlüler denir. Bunlar /a/, /e/, /u/, /i/ ünlüleridir. Dudaklar yuvarlak durumdayken oluşan ünlülere yuvarlak ünlüler denir. Bunlar ise /o/, /œ/, /u/, /y/ ünlüleridir.

3. Çenenin Durumuna Göre: Çenenin aşağı-yukarı hareketine bağlı olarak ağız boşluğunun aldığı konuma göre /a/, /e/, /o/, /œ/ geniş ünlüler; /u/, /i/, /u/, /y/ dar ünlüler olarak adlandırılır. Çenenin pozisyonu dilin yüksekliği ile beraber yorumlandığında /u/, /i/, /u/, /y/ ünlülerinin yüksek ünlü, /e/, /o/, /œ/ ünlülerinin orta ünlü ve /a/ ünlüsünün alçak ünlü olarak düşünüldüğü ayrı bir sınıflandırma da vardır. Ünlü seslerin yüksekten alçağa doğru sıralanması /i/, /y/, /e/, /u/, /u/, /œ/, /o/, /a/ şeklindedir (Tablo 2.1) [51].

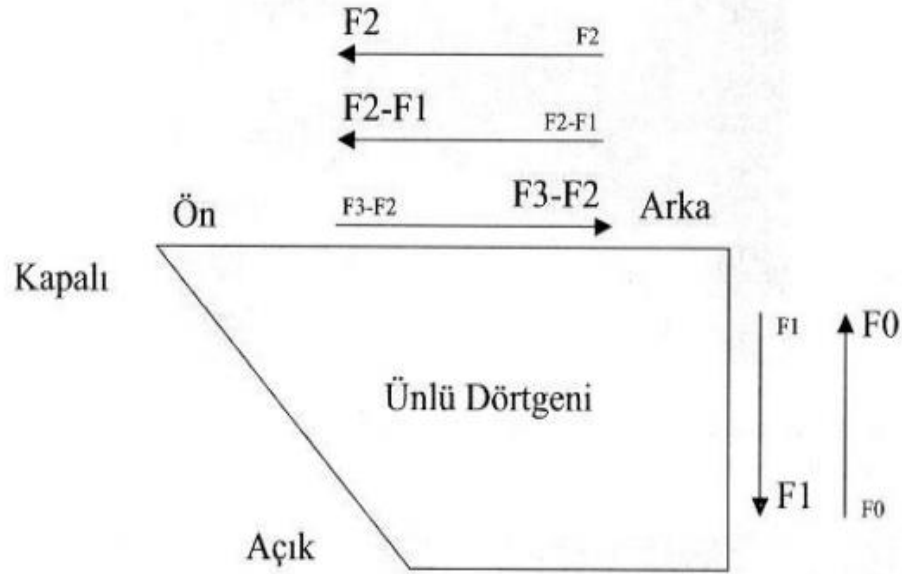
**Tablo 2.1 : Ünlü harflerin sınıflandırması [51]**

Ünlüler	Düz		Yuvarlak	
	Geniş	Dar	Geniş	Dar
Arka	a	ı	o	u
Ön	e	i	ö	ü



**Şekil 2.7 : Türkçe’de ünlü dörtgeni [51]**

Ünlülerin ağız boşluğundaki konumları belirleyen ünlü dörtgeni (*vowel quadrilateral/vowel trapezia*), ünlülerin sınıflandırılmasına dayalı olarak oluşturulmuş temel bir diyagramdır. Bu diyagram üstte soldan sağa dilin ön bölümü, orta bölümü ve arka bölümlerini, yukarıdan aşağıya kapalı-orta-açık olacak şekilde ağız açıklığını ve dilin yüksekliğini temsil eden dört temel bölüme ayrılmıştır [51].



**Şekil 2.8** : Ünlülerin ünlü dörtgenindeki yeri ile temel frekans (F0), birinci (F1), ikinci (F2) ve üçüncü (F3) formantlar arasındaki ilişki[52]

#### 2.2.3.4 Frekans ve perde

Larinkste ortaya çıkan ses; temel frekans, perde ve birçok harmonik sesleri içeren kompleks tondadır. Glottiste saniyede açılma ve kapanma siklusunun sayısı “frekans” olarak ifade edilir. Konuşma sırasında bu frekans erkeklerde 100-150Hz kadınlarda ise 200-300Hz Kadardır. Farenks, oral kavite ve nazal kavite; ses sinyali için birbirleriyle bağlantılı rezonatörler olarak görev yaparlar. Larinkste oluşan ses farenks, dil, damak, oral kavite, burun ve paranasal sinüsleri içeren vokal traktus boyunca rezonansa uğrar [19].

Perde (pitch), sesin inceliğini ya da kalınlığını bildirir. Perdenin fiziksel karşılığına frekans adı verilir. Akustik ses temel frekansı (F0) saniyede oluşan glottik titreşim sayısıdır ve birimi Hertz (Hz)’ dir. F0 algılanan ses perdesinin primer belirleyicisidir.

#### 2.2.3.5 Sesin şiddeti (intensite)

Şiddet; sesin yayılma düzleminde 1 cm<sup>2</sup> lik yüzeye bir saniyede verdiği ses enerjisidir.

Ses şiddetinin birimi dB olup insan sesinin şiddeti dB(A) şeklinde gösterilmektedir. Normal konuşma sesinde şiddetin artması, iletim tipi işitme kaybının neden olduğu kendini kontrol edememe durumunun bir göstergesi olabilir. Ortalama olarak erişkin bir kadın ve erkek yaklaşık 70 dB şiddette konuşur. Ses şiddetinin algısal karşılığı

gürlük olarak tanımlanmaktadır.

### 2.2.3.6 Ses kalitesi

Ses kalitesi, ses kıvrımları ile solunum organlarının bir uyum içinde çalışması sonucunda ses kıvrımlarının supraglottik bölgede hava türbülansına meydan vermeyerek eşit aralıklarla, düzgün bir şekilde titreşmesidir. Normal olmayan ses kalitesinin algısal karşılığı, ses düzensizliği ve ses kısıklılığıdır. Anormal bir ses kalitesinde frekans pertürbasyonu (jitter), amplitüd pertürbasyonu (shimmer), harmonik/gürültü oranı (NHR) gibi akustik parametre değerleri normalden yüksektir [21].

### 2.2.4 Sesin değerlendirilmesi

Son yıllarda kullanımı yaygınlaşan ses analiz yöntemleri, sesin normal olup olmadığını saptamak, varsa patolojinin derecesini belirlemek ve mevcut olan patolojinin hangi mekanizmalar ile oluştuğunu daha iyi anlayabilmek için kullanılmaktadır. Bunun için ses laboratuvarlarında yapılan değerlendirmeler sonrasında hastaya uygulanan tedaviye yanıtı ölçmek ve sonuçlarını karşılaştırmak da mümkün olabilmektedir. Akustik analiz, algısal analiz, vokal performansın değerlendirilmesi, aerodinamik analiz ve vokal fold vibrasyonlarının değerlendirilmesi; sesi değerlendirmede başlıca yöntemlerdir [53].

#### 2.2.4.1 Objektif ses değerlendirmesi

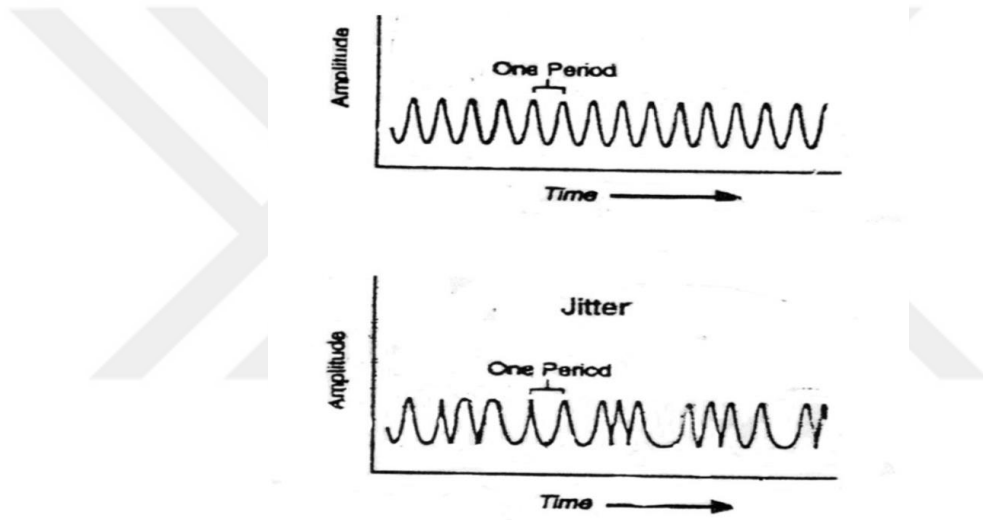
Ses işitsel algısal bir terim olduğu için objektif değerlendirilmesi güçtür. Sesin objektif değerlendirilmesinde akustik ses analizi yapılarak F0 ve F0 değişiklikleri, ses şiddetiyle ilgili ölçümler, frekans pertürbasyonu parametreleri, amplitüd pertürbasyonu parametreleri, spektral parametreler ve aerodinamik analizler yapılabilir.

Ses tellerindeki organik ya da fonksiyonel patolojiler ses tellerinin titreşim paternini bozmakta ve sesin akustik parametrelerinde değişikliğe yol açmaktadır. Akustik ses analizinde değerlendirilen bazı parametreler;

**Temel Frekans (F0):** Vokal foldlar seviyesinde oluşan sesin frekansına temel frekans denir Hz ile ifade edilir. 1 saniye içinde meydana gelen glottal siklus sayısını yansıtır. Ses temel frekansı, larinksin anatomik ve fonksiyonel değerlendirmesi için önemli bir parametredir. Bu değer erkeklerde 100-150Hz; kadınlarda 150-250Hz arasındadır.

Bu ölçüm, konuşma sırasındaki ses kivrımı uzunluğu, kütlesi ve gerginliği arasındaki etkileşimin sonucudur. Akustik parametreler arasında temel frekans, en tekdüze ve ses kaydının özelliklerine karşı daha az hassas olanıdır [54].

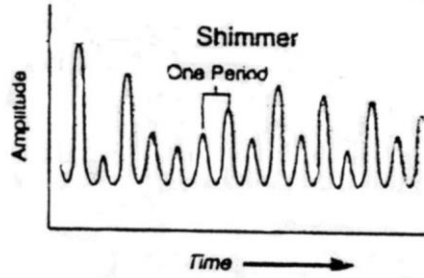
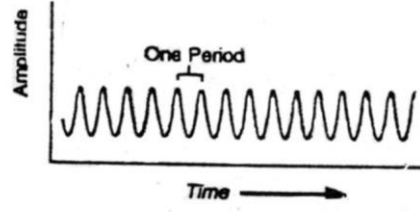
**Frekans Pertürbasyonu – Jitter:** Peş peşe gelen periyotlar arasında istem dışı ortaya çıkan frekans farklılıklarını gösterir. İdealde düz fonasyon sırasında temel frekansın değişmemesi gerekir ancak pratikte böyle olmamaktadır. Analiz edilen ses örneğindeki her bir periyodun, kendinden sonraki periyotla farkının mutlak değerinin ortalamasına “mutlak jitter” denir. Mutlak jitter temel frekansa bağlı olarak değişiklik gösterdiğinden mutlak jitterin ortalama periyoda bölünmesiyle “yüzde jitter” elde edilir. Birimi % olup normal değeri %1’in altındadır [55].



Şekil 0.9 : Jitterin zamansal değişimi [56]

**Amplitüd Pertürbasyonu – Shimmer:** Peş peşe gelen periyotlar arasında istem dışı ortaya çıkan amplitüd farklılıklarını gösterir. Her değer için tepe amplitüdü, bir sonraki değerin tepe amplitüdü ile karşılaştırılır. Bulunan değerlerin ortalaması alınarak mutlak shimmer hesaplanır ve birimi dB’dir. Her periyodun kendinden sonraki periyotla arasındaki şiddet farkının mutlak değerinin ortalamasının, ortalama periyod şiddetine bölünmesiyle yüzde shimmer elde edilir (Şekil 2.8). Normal değeri %3’ün altındadır [55].





**Şekil 0.10** : Shimmerin sikluslar arası değişimi [56]

**Harmonik Gürültü Oranı (Harmonic noise ratio-HNR):** Gürültü sesindeki aperiyojik, düzensiz enerjidir. Patolojik seslerde gürültü oranı artar. Tam olmayan glottik kapanmada vokal foldun aperiyojik vibrasyonu sonucu gürültü oluşur.

#### **Akustik Analiz**

Konuşma sesinin en detaylı incelenmesi akustik analiz ile yapılmaktadır. Akustik dalgaları en temel komponentlerine ayırıştırarak ses spektrografisi; konuşmanın harmonik ve gürültü özellikleri hakkında bilgi veren ve konuşma sesinin akustik özelliklerinin analizini sağlayan bir tanı yöntemidir. Ses spektrografisi 1940 yıllarında Bell Telefon Laboratuvarında ilk defa Potter, Kapp ve Green tarafından geliştirilmiştir. Bu gelişim Alexander Graham Bell 'in duyma güçlüğü çeken karısı için, konuşmayı görülebilir hale getirme isteği sonucu ortaya çıkmıştır [47] .

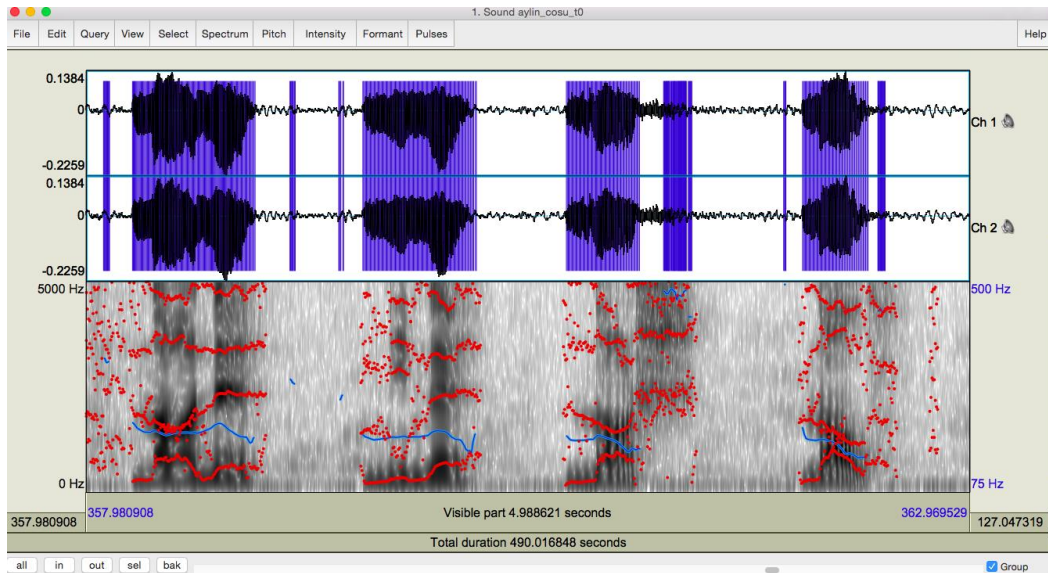
Klinik ortamda sesin akustik olarak analizi; tarama, tanı koyma için destek, tedavi veya tedavi yaklaşımlarının etkililiğinin değerlendirilmesi amaçlarıyla kullanılabilir [57]. Hastaların ses üretimlerinin akustik olarak analizi, ses kıvrımlarının doğrudan gözlemlenmemesi, ancak üretim çıktılarının görülmesi ve analiz edilmesi nedeniyle vokal fonksiyonu indirekt olarak değerlendiren bir yöntemdir. Akustik analiz ile ses kıvrımlarının nasıl titreştiğine dair bilgi edinilebilir. Akustik analiz yöntemleri günümüzde oldukça popülerdir; çünkü kullanımları kolaydır, ekonomiktir, güvenlidir,

invaziv değildir ve terapi sürecinde gelişim ve değişimi değerlendirebilmek için görsel ve ölçülebilir sonuçlar sunmaktadır [58].

Akustik analiz yöntemleri objektif parametrelere dayanılarak yapılır ve istenildiğinde kolaylıkla tekrarlanabilir. Periyodik ses dalgalarının değerlendirilmesinde akustik analiz, randomize ses dalgalarının incelenmesinde ise algısal analiz daha güvenilir bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Pek çok akustik analiz programı sesin pertürbasyonunu ölçmeyi sağlar. Pertürbasyon bir sinyalde ya da yalnızca seçilmiş ses segmentlerinde döngüsel değişikliği tanımlar [59].

Ses spektrografisi ile oluşturulan traseye “spektrogram” adı verilir ve ses kaynağı tarafından oluşturulan enerjinin grafik halinde gösterilmesinden ibarettir. Sesin fotoğrafı olarak da tanımlanabilmektedir. Ses spektrografisi; sesin, “frekans”, “şiddet” ve “süre” özelliklerini gösterir. Bu sayede insan sesinin fonasyon, artikülasyon ve rezonans kaliteleri hakkında bilgi edinilir. Spektrogramda horizontal eksen “zamanı”, vertikal eksen ise “frekans” gösterir (Şekil 2.9). Trasede izlenen griden siyaha doğru olan renk farklılığı, ses şiddetindeki değişiklikleri ifade eder [47] .

Günümüzde sesin akustik parametrelerini değerlendirmek için bilgisayar destekli yazılımlar kullanılmaktadır. CSL (Computerized Speech Lab), MDVP (Multi-Dimensional Voice Program), Dr. Speech, Praat gibi programlar yaygın kullanılan ses analiz programlarıdır.



Şekil 2.11 : Praat programında oluşturulan ses spektrumu

### **2.3 Sınıf III Maloklüzyon**

Modern ortodontinin babası Edward Hartley Angle, 1899'da maloklüzyonları, daimi birinci maksiller ve mandibular azı dişleri ilişkisine ve dişlerin oklüzyon hattına göre hizalanmasını dikkate alarak Sınıf I, Sınıf II ve Sınıf III olarak sınıflandırmıştır. Bu sınıflamada üst çenenin pozisyonu sabit kabul edilerek alt çenenin önde konumlanması, alt molar dişlerin mezial oklüzyonu ve alt kesici dişlerin linguale eğimli olması Sınıf III ilişkiyi tanımlamaktadır [60].

Zamanla Angle'ın sınıflandırması değiştirilmiş ve çene ilişkisi ve büyüme modeli gibi ek bilgiler literatürde yerini bulmuştur. 1931 yılında Hofrath ve Broadbent sefolastat kullanarak standardize edilmiş ve tekrarlanabilir röntgen çekimini önermişlerdir ve sefalometri kavramı gelişmiştir. Bu sayede iskeletsel yapılar, yumuşak dokular ve dişler arası ilişki ölçülebilir hale gelmiştir [61, 62].

Salzman 1950'lerde ilk kez iskeletsel maloklüzyon kavramını ortaya koymuştur. Salzman orijinal sınıflamasında yine üst çenenin konumunu doğru olarak kabul etmiştir. Yaptığı sınıflama şu şekildedir;

İskeletsel Sınıf I maloklüzyon: Yüz kemikleri ve çenelerin kendi arasında ve kafanın geri kalan kısımlarıyla uyum içerisinde olmasıdır, profil düz ve ortognatiktir. Normal olmayan dental yapılarıdır.

İskeletsel Sınıf II maloklüzyon: Maksillaya göre mandibulanın distal konumda olmasıdır, profil konvektir.

İskeletsel Sınıf III maloklüzyon: Maksillaya göre mandibulanın mezial konumda olmasıdır.

Geniş mandibular açılı ile mandibulanın aşırı büyümesidir, profil konkavdır [63].

1960'lardan itibaren gerçekleştirilen çalışmalarda, Sınıf III iskeletsel ilişkinin kafa kaidesine göre retrognatik maksilla, prognatik mandibula ya da bu iki durumun birlikte görülmesiyle ortaya çıkabileceği bildirilmiştir [64].

#### **2.3.1 Prevelans**

Angle Sınıf III maloklüzyon prevalansı popülasyonlar arasında ve içinde farklılıklar göstermektedir. Çin ve Malezya popülasyonlarında Angle Sınıf III maloklüzyon nispeten daha yüksek prevalans gösterirken, Hint popülasyonunda diğer ırklara kıyasla nispeten daha düşük bir prevalans izlenmektedir [65].

Amerika Birleşik Devletleri'nde, Sınıf III maloklüzyonun yaygınlığı, toplam popülasyonun sadece % 1'i ve ortodonti hastalarının ise sadece % 5'ini oluşturmaktadır [66].

Güncel bir meta-analiz çalışmasında, farklı popülasyonlarda Angle Sınıf III maloklüzyon prevalansının % 0 ile % 26,7 arasında değiştiğini bildirilmiştir [65].

Anadolu insanını temsil ettiklerini düşünülen 1602 birey üzerinde yapılan prevelans çalışmasında Sınıf III maloklüzyon görülme sıklığı %10,24 olarak rapor edilmiştir [67]. Türkiye'nin güney bölgesinde yapılan bir diğer epidemiyolojik çalışmada, 1356 bireyin dahil edilmiş, bireylerin %12'sinin Sınıf III maloklüzyona sahip olduğu bildirilmiştir [68].

### **2.3.2 Etiyoloji**

Maloklüzyonların ve dentofasiyal deformitelerin çoğunda olduğu gibi Sınıf III maloklüzyonun etiyolojisi multifaktöriyeldir. Herhangi bir patolojik süreçten ziyade normal gelişimin dengesizliğinden kaynaklanmaktadır. Sınıf III maloklüzyon doğuştan gelen faktörler veya çevresel faktörlerle büyüme potansiyeli arasındaki etkileşimin sonuçlarından kaynak almaktadır [69].

#### **2.3.2.1 Kalıtım**

İnsan genetik çalışmaları, mandibular büyümenin esas olarak kalıttan etkilendiğini kanıtlamıştır [70]. Genetik kalıtım Sınıf III maloklüzyona katkıda bulunan, kraniofasiyal boyutlar üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir ve bu maloklüzyonun birçok kuşaktan üyeler arasında anlamlı olarak yüksek bir insidansla meydana geldiği bulunmuştur [71].

Ailesel kalıtımın en iyi bilinen örneği, Habsburg Çenesi'dir (Şekil 2.10). Mandibular prognatizm Avrupa kraliyet ailesinde birden fazla nesil boyunca tekrarlanmıştır [72]. Mandibular prognatizmin, bir polijenik ya da multifaktöriyel kalıtım (genlerin etkileşimi ve çevresel faktörlerden etkilenen) olduğu söylenmesine rağmen, çoğunlukla Avrupa soylu ailelerdeki gibi otozomal dominant kalıtıma da sahip olduğu görülmektedir [73].



Şekil 2.12 : Habsburg Ailesi [74]

### 2.3.2.2 Çevresel faktörler

Bu maloklüzyona neden olan çevresel faktörler, fossa içindeki mandibular kondil pozisyonunu patolojik olarak değiştiren yanlış postüral alışkanlıkları ve bunun sonucunda mandibulanın ileri doğru kaymasıyla ifade edilen nihai mandibular pozisyonunu içerir.

Büyüme uyararı, uzamış emme alışkanlıkları veya istirahat dil alışkanlıkları öyküsü, atipik yutkunma, nazal hava yolu tıkanıklığı, ağız solunumu, solunum ihtiyaçları nedeniyle fonksiyonel mandibular kaymalar, dil boyutu ve faringeal hava yolu şekli ve boyutunun değişmesi (büyümüş bademcikler, büyük dil, adenoidler), hormonal dengesizlikler ve gigantizm veya hipofiz adenomları gibi rahatsızlıklar, travma, süt dişlerinin erken kaybı, konjenital anatomik kusurlar (yani yarık dudak, yarık damak) ve tek başına veya diğer çevresel faktörlerle kombinasyon halinde kas disfonksiyonu kesin bir etiyolojik rol oynar [75, 76].

### 2.3.3 Morfolojik Özellikleri

İskeletsel Sınıf III maloklüzyonları çeşitli faktörlerin bir sonucu olabilir:

1. Hem pozisyon hem de boyut olarak normal bir maksilla ile prognatik ve/veya makrognatik mandibula;

2. Hem pozisyon hem de boyut olarak normal mandibulaya sahip retrognatik ve/veya mikrognatik maksilla;
3. Retrognatik ve / veya mikrognatik maksilla ile prognatik ve/veya makrognatik mandibula kombinasyonu;
4. Sentrik ilişki (CR)-sentrik oklüzyon (CO) tutarsızlığı varlığında negatif overjet ile normal iskelet çene ilişkisi, "sözde" Sınıf III ilişkisi olarak da bilinir.

Sınıf III bireylerin dişsel özellikleri arasında Sınıf III molar ve kanin ilişkisi, maksiller kesici diş protrüzyonu ve baş başa kapanış veya ön çapraz kapanış ile birlikte mandibular kesici diş retrüzyonu bulunmaktadır [77].

Guyer ve ark.'nın 144 Sınıf III maloklüzyonlu bireyin sefalometrik röntgenlerini Sınıf I maloklüzyonlu bireylerle kıyasladıkları çalışmalarında Sınıf III maloklüzyonun karakteristik özelliklerini rapor etmişlerdir. Sınıf III bireylerde;

- Posterior kraniyal base uzunluğu (S-Ba) önemli derecede uzundur.
- Maksillanın anteroposterior konumunda kullanılan iki ölçüm (SNA ve ANasion perpendicular) arasında farklılıklar olmasına rağmen, her iki ölçümde de maksilla retrüziv konumdadır.
- Efektif maksilla uzunluğu (Co – A) önemli ölçüde daha kısadır.
- Mandibula prognatiktir.
- Mandibula uzunluğu (Co – Gn) 3-6 mm daha uzundur.
- Gonial açı daha geniş ve öndedir.
- Mandibular düzlem açısı daha büyük olma eğilimindedir.
- Alt ön yüz yüksekliği daha fazladır.
- Maksiller kesici dişler önemli derecede protrüzivdir.
- Mandibular kesici dişler genç bireyler dışında (5-7 yaş) retroklinedir [78].

İskeletsel ve dental Sınıf III maloklüzyon özelliklerini taşıyan çalışma grubumuzdaki bir hastanın ağız içi ve ağız dışı kayıtları Şekil 2.11'de görülmektedir.





**Şekil 2.13 :** İskeletsel ve dental Sınıf III maloklüzyon özelliklerini taşıyan bir hastanın ağız içi ve ağız dışı fotoğraf kayıtları

#### **2.3.4 Sınıf III maloklüzyonun tedavisi**

İskeletsel Sınıf III maloklüzyon için üç ana tedavi seçeneği mevcuttur: büyüme modifikasyonu, dentoalveolar kompensasyon (ortodontik kamuflaj) ve ortognatik cerrahi. Büyüme modifikasyonu, pubertal büyüme atılımından önce başlamalıdır. Bu aşamadan sonra sadece son iki seçenek mümkündür [79].

##### **2.3.4.1 Fonksiyonel (pseudo) sınıf III tedavisi**

Pseudo Sınıf III maloklüzyon, mandibulanın fonksiyonel olarak öne yer değiştirmesinin neden olduğu ön çapraz kapanış ile karakterize edilir. Karışık dişlenme hastanın genellikle 3 mm'den küçük mezial step oklüzyonu vardır. Maksiller kesici dişler retroklinedir ve mandibular kesici dişler prokline ve aralıklıdır [80]. Hastalar sentrik ilişkiye yönlendirildiklerinde, genellikle, fonksiyonel Sınıf III olarak adlandırdığımız mandibulada ileri bir kaymanın eşlik ettiği uç uca bir keser ilişki gösterirler. Bu durum, çoğu hastada, maksiller kesici dişlerin

retroklınasyonundan kaynaklanır. Çoğunlukla, iskeletsel tutarsızlığı gizleyen normal bir çene görünümü ve düz bir yüz profili ile Sınıf I molar ilişkisi vardır (şekil 2.12).

Karma dişlenmede anterior çapraz kapanış ve hafif iskeletsel Sınıf III maloklüzyon, hareketli apareyler, kısmi sabit apareyler (2x4), ortopedik Çenelik ve kısa süreli yüz maskesi gibi çeşitli tedavi yaklaşımları ile düzeltilebilir. n apraz kapanış düzeltmesi, ortopedik etkileri ve erken tedavinin stabilitesini en üst düzeye çıkarmak için tespit edilir edilmez yapılmalıdır [81].



şekil 2.14 : Fonksiyonel Sınıf III maloklüzyona sahip bir hastanın fotoğraf kayıtları

#### 2.3.4.2 Çenelik (chin cap)

Sınıf III maloklüzyonun tedavisi için en eski ortodontik aparey olarak kabul edilen Çenelik, ergenlik çağından önce mandibular prognatizmi olan hastalarda kullanılmıştır. enelik tedavisinin mandibular büyümeyi sınırlamadığı, ancak mandibula büyümesini dikey olarak yeniden yönlendirerek mandibulanın geriye doğru rotasyonuna neden olduğu bulunmuştur [82].

enelik kullanımı için ideal yaş literatürde 4 [83] ila 14 [84] arasında değişmektedir. Hastanın cinsiyeti de dikkate alınmalıdır çünkü kadınlardan erkeklerden daha erken olgunlaşmaktadır. Genç hastalarda kuvvet büyüklüğü küçük olmalı ve kademeli olarak artırılmalıdır. eneliğin merkezinde önerilen kuvvet 150 gram [83] ile 1.200 gram [85] arasındadır. Günlük kullanım süresiyle ilgili 8 [83] ila 18 saat [86] arasında değişen çeşitli protokoller önerilmiştir.



### **2.3.4.3 Maksiller retrognatinin ortopedik düzeltimi**

#### **Yüz Maskesi**

Reverse headgear olarak da adlandırılan protraksiyon yüz maskesi, gelişmekte olan iskeletsel Sınıf III maloklüzyonu önlemek için en yaygın kullanılan engelleyici araçlardan biridir [87].

Klinikte en sık Petit tipi ortopedik yüz maskesi tercih edilmektedir ve aygıt 3 temel bölümden oluşmaktadır.

1. Alından ve çene ucundan destek alınan kısım
2. Ağız içi destek sistemi
3. Elastikler

Ekstraoral çerçevenin çene ucu ve alın kısmı birbirine bir bar yoluyla bağlanır, bu bardan maksiller dişlere uygulanmış apareye elastik uygulanır. İntraoral aparey, çıkarılabilir, bantlı ve akrilik bağlı versiyonlar dahil olmak üzere çeşitli tasarımlarda olabilir.

Ağız içi parça çoğu zaman maksiller kanin dişlerinin yanında bilateral olarak konumlandırılmış, elastik kullanımı için kancalar içerir. Palatal düzleminin istenmeyen rotasyonunu en aza indirmek için Sınıf III elastikler maksiller kanin dişlerinin yakınına, oklüzyon düzlemi ile 30°'lik açı oluşturacak şekilde uygulanmalıdır. Akrilik tip genişletme cihazı hiperdiverjan bireylerde geçici bir ısırma düzlemi etkisi sağlamaktadır ve derin kapanış vakalarında ise ön çapraz kapanışta öne atlamayı kolaylaştırmaktadır. Elastik kuvvetler için önerilen kuvvet miktarı her bir taraf için 400-450 g'dır (14-16 oz) ve günde 12-14 saat takılması önerilmektedir. Toplam tedavi süresi genellikle 6-9 aydır. Apareyin akşam ve gece takılması önerilmektedir [88]. Bunun nedeni, büyüme hormonu ve diğer büyümeyi teşvik eden endokrin faktörler akşam ve gece boyunca daha fazla salınmasıdır.

#### **Miniplaklar**

Son zamanlarda mini plaklar, maksiler yetmezliği olan Sınıf III hastaların ortopedik tedavisinde kullanılmaktadır. Bu mini plakların maksiller yetmezlik vakalarında kullanımında sundukları avantaj, istenmeyen dento-alveolar etkiler (maksiller kesici dişlerin proklinasyonu ve mandibular kesici dişlerin retroklinasyonu) olmaksızın eşdeğer, olumlu iskelet değişiklikleri sağlamaktır.

De clerck ve ark., kemik ankrajlı maksiller protraksiyonun dento-fasiyal etkilerini araştırmışlar ve maksiller kesici eğiminde önemli bir değişiklik olmaksızın hem overjet hem de molar ilişkisinin önemli ölçüde iyileştiğini rapor etmişlerdir. Yumuşak doku değişkenlerinde, tedavi edilmeyen kontrollere kıyasla yaklaşık 4 mm'lik önemli bir iyileşme sağladıklarını vurgulamışlardır [89].

#### **2.3.4.4 Kamuflaj tedavisi**

Erişkin Sınıf III hastalar, ortognatik cerrahi veya kamuflaj yaklaşımlarıyla tedavi edilebilir. Hafif iskeletsel Sınıf III maloklüzyonu olan hastalar, Sınıf III elastiklerle ortodontik kamuflajdan yararlanabilmektedirler. Bu tedavi genellikle derin bir overbite ve düşük mandibular düzlem açısı olan hastalar için uygun olabilmektedir çünkü Sınıf III elastikler (alt kanin dışından üst birinci azı dişine uzanan) üst azı dişlerini ekstrüze ederek mandibulanın saat yönünde dönmesine neden olmaktadır ve bu nedenle ön yüz yüksekliği artmaktadır. Ek olarak, bu lastikler maksiller kesici dişleri prokline etmekte ve mandibular kesici dişleri retrokline etmektedir [90].

Orta derecede iskeletsel Sınıf III ilişkisi olan hastalar mandibular dişlerinin çekiminden fayda görebilmektedir. Ekstraksiyon paterni alt premolarları veya kesici dişleri içerebilir. Bir mandibular kesici dişin çekilmesi bazen anterior çapraz kapanış veya uç uca kesici ilişkisi olan hastalarda endikedir. Ekstraksiyon seçimini belirleyen faktörler, negatif overjet miktarını ve alt arktaki çapraşıklık derecesidir [64].

#### **2.3.4.5 Ortognatik cerrahi**

Ortognatik cerrahi, dentofasiyal deformiteleri düzeltmek için uygulanan cerrahi prosedürleri tanımlamak adına kullanılan genel bir terimdir. Bu terim Yunan dilinde “düzgün” anlamına gelen orthos ve “çene” anlamına gelen gnathos kelimelerinden orijin almaktadır.

Graber, ortognatik cerrahi tedavisinin endikasyonlarını, ortodontik/ortopedik düzeltimin sınırlarını aşan büyüme dengesizlikleri, büyüme değişikliğine sebebiyet verecek şiddette fasiyal travma olguları, geleneksel ortodontik düzeltme aralığının dışına çıkan tekrar ortodontik düzeltim gerektiren durumlar ve şiddetli uyku apnesi görülen vakalar olarak bildirmiştir [91].

Ortognatik cerrahi tekniklerinin gelişmesinden önce ortognatik cerrahi prosedürler Sınıf III maloklüzyonların tedavisinde daha az tercih edilmekteydi. Günümüzde gelişen cerrahi tedavi seçenekleriyle ortodonti-ortognatik cerrahi işbirliği ile şiddetli

Sınıf III maloklüzyonların tedavisi başarılı olarak yapılabilmektedir. Sınıf III maloklüzyonların cerrahi tedavisinden önce oluşan doğal kompanzasyon mekanizması dekompanse edilir, yani üst keserlerin retraksiyonu alt keserlerin protraksiyonu sağlanmaktadır. Kesici dişler olması gereken ideal konuma getirildikten sonra ortognatik cerrahi prosedürler ile çeneler ideal konumlarına taşınmaktadır [92].

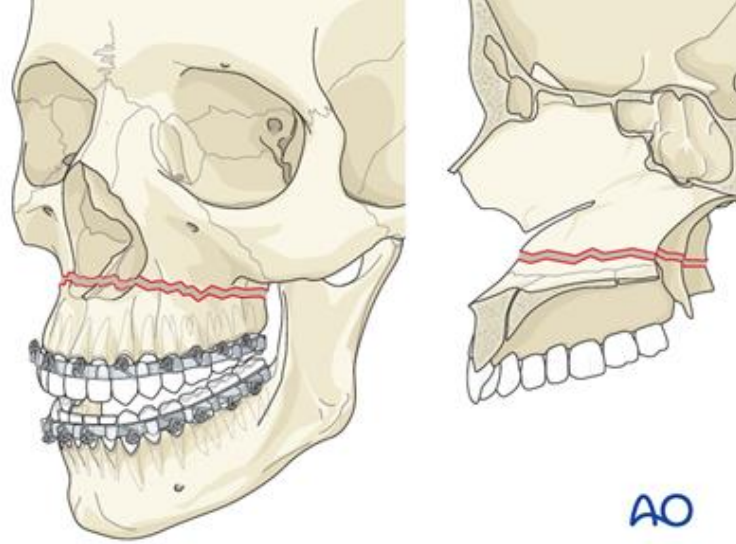
Sınıf III maloklüzyonun cerrahi olarak düzeltilmesi mandibular geri alma, maksiller ilerletme veya her iki prosedürün kombinasyonu ile sağlanabilir. Bimaksiller cerrahinin gerekli olduğu durumlarda, mandibular gerileme, maksiller ilerleme veya impaksiyon ile veya son ikisinin bir kombinasyonu ile birleştirilebilir. Maksiller yükseklikte eksiklik olan olgularda maksilla inferiora alınarak dikey boyut artırılır [79].

İskeletsel Sınıf III maloklüzyon tedavisinde önceki yıllarda genellikle mandibuler set-back (mandibulanın geri hareketi) tercih edilirken, günümüzde yapılan çalışmalara bakıldığında, iskeletsel Sınıf III hastaların sadece %10 veya daha azında mandibuler set-back uygulanmıştır. Bu maloklüzyona sahip bireylerin %40'ında tedavi seçeneği olarak bimaksiller cerrahi (çift çene cerrahisi – maksillanın ileri, mandibulanın geri hareketi; BM) tercih edilmektedir [93]. Bimaksiller cerrahi tedavinin mandibuler set-back tedavisine üstünlükleri olarak; hastanın yumuşak doku profilindeki düzelme, çenelerin birbiriyle koordinasyonu, ve çiğneme fonksiyonundaki iyileşmenin daha fazla olması, hava yolundaki daralmanın ise daha az olması sayılabilir [94].

### **Le Fort I Osteotomi**

Le Fort I kesisi, 1868 yılında Cheever tarafından nazofarengeal tümör kütesini rezeke etmek amacıyla Cheever'ın çift aşamalı tekniği olarak tanımlanan, bugün down fracture (aşağıya doğru kırılma) olarak bilinen prosedürün ilk kez uygulandığı vaka raporu olarak bildirilmiştir [95].

Maksiller cerrahinin ismini aldığı Fransız cerrah René Le Fort 1900'lü yıllarda kadavraların kafalarını yüksek binalardan atarak fasiyal kırıkları incelemiştir. Araştırmacı, yaptığı denemeler sonucu yüz kırıklarını tarif edebilmek için kullanılan ve Le Fort I, II, III olmak üzere 3 alt başlıklı kırık sınıflandırmasını bildirmiştir [96].



**Şekil 2.15** : Lefort I osteotomisinin şematize edilmesi[97]

Ortognatik cerrahide maksiller total osteotomi (Le Fort I osteotomisi) ilk defa Wassmund tarafından 1927’de uygulanmıştır. Bu operasyonda maksillanın vaskülarizasyonunun bozulacağından endişe duyulduğu için maksillanın tüm kemik bağlantısı ayrılamamış ve maksilla tamamıyla hareketli hale getirilememiştir. Bunun yerine postoperatif üst çeneye uygulanan elastik traksiyonlar yardımı ile oklüzyon tekrardan şekillendirilmeye çalışılmıştır [98].

1934 yılında Auxhausen, ilk defa üst çeneyi kafa tabanından ayırarak hareketli hale getirmiş ve maksiller kırığın rekonstrüksiyonunu sağlamıştır [99].

1949 yılında maksiller öne ilerletme vakaları için Moore ve Ward ise pterygoid kemiğin yatay düzlemde kesilmesi gerektiğini bildirmişlerdir [100].

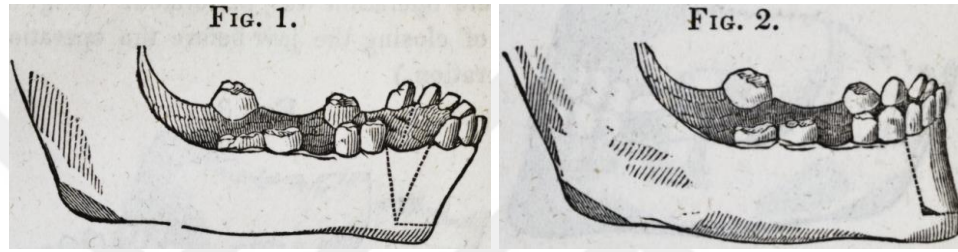
1965 yılında Obwegeser’in yaptığı çalışmada, gerilim kuvvetlerinin yok edilmesi ve daha kolay konumlandırılabilmesi için maksillanın total olarak hareketlendirilmesi gerektiği ve bunun sonucu daha az relaps ile karşılaşıldığı bildirilmiştir [101].

Le Fort I osteotomisi en sık kullanılan cerrahi girişimlerdenidir. Le Fort I osteotomisinin temel amacı, maksillanın alt kısmı ile üst kısmını birbirinden ayırıp alt maksillayı olması gereken konumda yeniden fikse etmektir. Bu osteotomi tekniğinin en sık yapılan osteotomi tekniği olmasının nedenlerinin başında tekniğin kolay oluşu, fonksiyonel ve estetik problemlere çözüm olabilmesi ve sonuçlarının kalıcı olması gelmektedir. Le Fort I osteotomisinin endikasyonları oldukça geniştir [102]. Le Fort I osteotomisi uygulanan vakalarda maksillaya yukarı, aşağı, öne, geri ya da transvers yönde bir veya birden çok segment halinde hareket kazandırılabilir.

Maksiller deformiteler haricinde, open bite (açık kapanış) gibi mandibula kaynaklı deformite ve malformasyonların tedavisinde, tedavinin kalıcılığını artırır.

### **Bilateral Sagittal Split Ramus Osteotomisi**

Bilinen ilk ortognatik cerrahi prosedür, 1849'da Amerikalı cerrah Simon P. Hüllihen tarafından uygulanmıştır. Bu teknik günümüzdeki anterior subapikal osteotomiye benzemektedir. Hüllihen'in, mandibular anterior bölgeden çift taraflı olacak şekilde, V şeklinde kamaya benzer bir bölümü, 'subapikal osteotomi' ile çıkardığı, mandibular anterior bölgeyi geri alıp arkaya doğru eğilendirerek yeni pozisyonuna aldığı ve tel ligatürlerle sabitlediği bildirilmiştir [103].



**Şekil 2.16 :** Hüllihen'in mandibular subapikal osteotomisi [103]

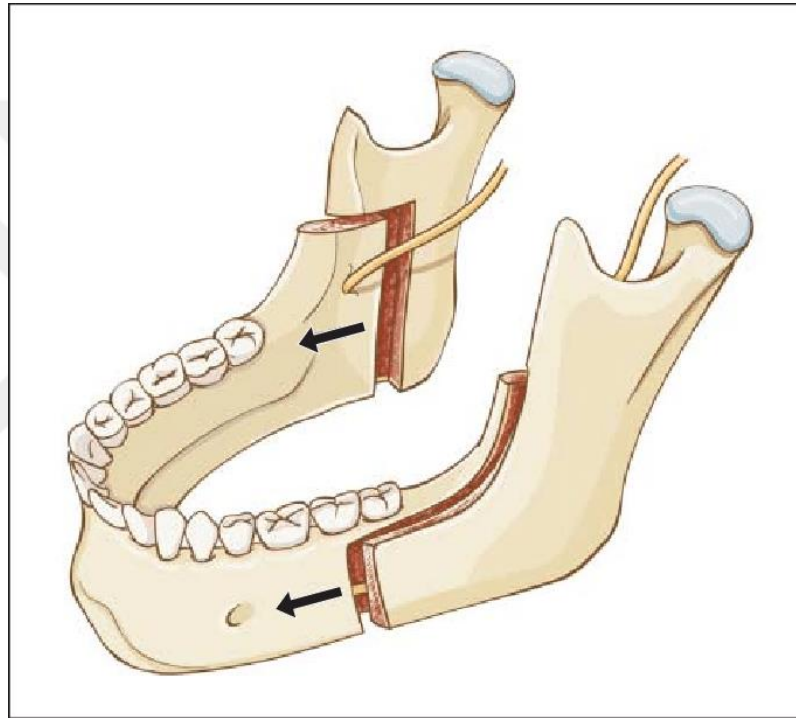
Blair'in 1897'de başladığı ancak 1906 yılında yayımlanan araştırmasında, ilk kez uygulanan 'mandibular body osteotomisi' yani çift taraflı olarak mandibular premolar bölgeden ağız dışı yaklaşımla, kesilen kemik bloklarının çıkarılması işlemi ilk kez bildirilmiştir [104].

Posterior oblik vertikal ramus osteotomisinin bir modifikasyonu olarak tariflenen 'ters L osteotomisi' ilk kez Wassmund tarafından 1927'de uygulanmıştır [105].

C osteotomisi nin 1968 yılında ilk kez Caldwell tarafından, ters L osteotomisine, mandibulanın alt kenarında horizontal bir kesi eklenerek modifiye edilmek suretiyle uygulandığı bildirilmiştir [106].

20.yüzyılın ilk yarısında prognatik mandibulayı düzeltme tekniklerinde kademeli bir şekilde ilerleme kaydedilmesine rağmen, 1957'de sagittal split ramus osteotomisinin tanıtılmasının, ortognatik cerrahide modern çağın başlangıcı olduğu bildirilmiştir. İlk 'sagittal split osteotomisi'nin 17 Şubat 1953 tarihinde Obwegeser ve Trauner tarafından yapılmış ve teknik 1957'de yayımlanmıştır. Tarif edilen teknikte, distal ve proksimal segmentler arası temas yüzeyi artarak iyileşmenin hızlı olması sağlandığı bildirilmiştir [107].

Proffit, sagittal split osteotomisinin diğer mandibular cerrahi tekniklere göre üstünlükleri olduğunu belirtmiştir. Mandibulanın öne veya arkaya hareket ettirilebilmesi veya mandibular düzlem açısının arttırılması ya da ön yüz yüksekliğinin arttırılması istendiğinde dişleri taşıyan distal segmentin öne ve aşağıya doğru döndürülebilmesinin mümkün olduğunu, rijit intraoral fiksasyon (RİF) kullanımı ile oldukça uyumlu olup, iyileşme sırasında çenelerin immobilizasyonuna ihtiyaç duyulmadığını, iyileşme ile ilgili problemlerin en aza indirgenmesi ve ameliyat sonrası stabilitenin iyi olmasında rol alan, osteotomi sonrasındaki kemik segmentlerinin temasının çok iyi olması şeklinde bildirmiştir [108].



**Şekil 2.17 :** Sagittal Split Ramus Osteotomisinin şematik görünümü [109]

Ses tellerinin yapısı, tonusu, boyutları, hacmi, larenks, nazal kavite ve ağız boşluğunun yapıları ve hacimleri gibi birçok değişkenin farklı etkileşimleriyle farklı karakterde sesler meydana gelmektedir. Ortognatik cerrahinin rezonans sistemini oluşturan orofasiyal yapılarda değişikliklere neden olduğu düşünüldüğünde, cerrahiye bağlı fonksiyonel değişikliklerin konuşmayı etkilemesi ve hastada ses ayarlamalarına ihtiyaç duyması beklenmektedir.

Ortodonti pratiğinde önemli yeri olan ortognatik cerrahinin sese olan etkisini ele alan çalışmalar sınırlı sayıdadır ve bu çalışmalarda örneklem sayıları oldukça düşüktür [110]. Bu nedenle, oldukça yaygın olarak uygulanan ortognatik cerrahi prosedürleri alanında standartlaştırılmış protokollere göre konuşma kayıtları ile homojen

maloklüzyonlara ve benzer temel özelliklere sahip daha büyük örneklerin araştırılması gerekmektedir.

Bu konuyla ilgili kısıtlı sayıda çalışma olmasının bir diğer sebebi de sesin teknik özelliklerinin değerlendirilmesi için ayrıntılı teorik bilgi gerekmesidir. Örneğin F0 olarak adlandırılan temel frekans, ses tellerinin ilk titreşirken meydana getirdiği frekans olup F1, F2, F3 değerleri ise larenks, ağız, burun boşluğundan yansıyan rezonans frekanslarıdır [19]. Ortognatik cerrahi ile maksillanın şekli, dil ve dişlerin konumu yani sese karakteristiğini veren sabit rezonans bölgelerinin konumları değişmektedir. Bu değişikliklere bağlı F1, F2 ve F3 frekans kombinasyonlarında değişiklikler beklenmektedir. Fakat literatürde bazı çalışmalarda daha çok F0 frekansı üzerine yoğunlaşmıştır, halbuki değişiklik beklenen frekans ses telinin titreşmesi, yani F0 değil; yansıyan frekansların yani F1, F2 ve F3 ile birlikte ses karakteristiğinin değişmesidir [15].

Bu bilgiler ışığına, çalışmamızı Sınıf III maloklüzyona sahip ortognatik cerrahi hastalarında yürütmeye karar verdik ve çalışmamızda sadece temel frekansın değil, F1 F2 ve F3 frekansları ve diğer ses parametrelerinin hem izole hem de kelime içinde geçen şekilleriyle değerlendirilmeyi planladık.

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmaya başlamadan önce Bezmialem Vakıf Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'na başvurulmuştur. Çalışma 16389 numaralı belge ve 54022451-050.05.04 karar numarası ile onaylanmış ve takip edilmiştir (Ek 1).

Örnek sayısını belirlemek amacıyla Matti Niemi'nin 2006 yılında yaptığı "Acoustic Comparison of Vowel Sounds Produced Before and After Orthognathic Surgery for Mandibular Advancement" isimli çalışmasında yer alan analizler referans alınarak çalışma grubunun hasta sayısı belirlenmiştir [110]. Çalışmamız ile ilgili G\*power 3.1 programı ile yapılan güç analiziyle  $p=0.05$  anlamlılık seviyesinde %95 güven düzeyinde, %80 güç elde etmek için örneklem büyüklüğü en az 20 birey olarak belirlenmiştir. Çalışmamıza 25 bireyin kayıtları dahil edilerek araştırmada gerekli minimum hasta sayısı karşılanmıştır. Kontrol grubu arşivden derlenen 19 birey ile oluşturulmuştur. Çalışma toplamda 44 birey üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Şubat 2018-Mayıs 2019 tarihleri arasında Bezmialem Vakıf Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Kliniği'nde Sınıf III maloklüzyonun düzeltimi amacıyla çift çene ortognatik cerrahi ameliyatı olan ve yaşları 18-34 arasında (ortalama 22) değişen 25 hastanın (18 kadın, 7 erkek) prosedür öncesi ve prosedürden 6 ay sonraki ses kayıtları alınmıştır. Araştırmaya dahil edilen hastaların tamamına ortodonti bölümümüz bünyesinde gerçekleştirilen vaka toplantıları kararıyla ortognatik cerrahi endikasyonu konulmuştur. Araştırma kapsamındaki hastaların tamamı aynı cerrahi ekip tarafından opere edilmiştir.

Hastaların dahil edilme kriterleri;

- a. Büyüme ve gelişimini tamamlamış olması (18 yaş ve üzeri)
- b. Sınıf III iskeletsel ve dental maloklüzyona sahip, ortognatik cerrahinin endike olması
- c. Dudak damak yarığı ya da kraniofasiyal anomaliye sahip olmaması
- d. Konuşma güçlüğü ya da duyma bozukluğu hikayesinin olmaması



- e. Konuşma eğitimi diksiyon kursu eğitimi almamış olması
- f. Kayıt esnasında nezle, grip gibi sesi etkileyecek üst solunum yolları rahatsızlığı olmaması

Hastaların dahil edilmeme kriterleri;

- a. Büyüme gelişimi tamamlanmamış hastalar
- b. Dudak damak yarığı, kraniyofasiyal sendromlar gibi konjenital bir anomali veya tümör gibi oluşumların olması
- c. Konuşma güçlüğü ya da duyma bozukluğu hikayesinin olması
- d. Konuşma eğitimi, diksiyon kursu, şan eğitimi vb. alınmış olması

Kontrol grubunun ortak özellikleri;

- a. Büyüme ve gelişimini tamamlamış olması (18 yaş ve üzeri)
- b. Hali hazırda ortodontik tedavi görmüyor olması
- c. Dudak damak yarığı ya da kraniyofasiyal anomaliye sahip olmaması
- d. Konuşma güçlüğü ya da duyma bozukluğu hikayesinin olmaması
- e. Konuşma eğitimi diksiyon kursu eğitimi almamış olması
- f. Kayıt esnasında nezle, grip gibi sesi etkileyecek üst solunum yolları rahatsızlığı olmaması

### **3.1 Ses Kayıt Prosedürü**

Çalışmamızda ses kayıtları aşağıdaki ekipmanlar kullanılarak gerçekleştirilmiştir:

-Apple Macbook Pro Retina Mid 2014 bilgisayar,

-Focusrite Scarlett 2i4 ses kartı, (Focusrite, High Wycombe, Birleşik Krallık)

-Telefunken Ar-51 tube condenser mikrofon (Telefunken Elektroakustik, South Windstor, CT, ABD)

-Se Electronics Pop filter (Se Electronics International, Şanghay, Çin Halk Cumhuriyeti)

-Neutrik uçlu mikrofon kabloları (Principality of Lieschtenstein Neutrik, Schaan, Lihtenştayn)

-Hercules mikrofon standları (KHS Musical Unstruments Co., Tayvan).



a)



b)

**Şekil 3.1 :** Çalışmamızda kullanılan ses kayıt ekipmanlarından bazıları: a) Focusrite Scarlett 2i4 ses kartı, b) Telefunken Ar-51 Tube Condenser mikrofon

Sabah erken saatlerde oluşabilecek kalın ses durumunun analizleri etkilemesini engellemek amacıyla, bütün ses kayıtları günün öğle saatinde, saat 12:00 ile 13:00 arasında Bezmialem Vakıf Üniversitesi Ortodonti Bölümü arşiv odasında alınmıştır.

Ses izolasyonunu maksimize etmek için mikrofonun arkasında bulunan duvarlar, ses izolasyon süngerleri ile kaplanmıştır. Böylece en yakın duvardan yansıyabilecek ilk rezonans frekanstan kaçılmaya çalışılmıştır.
















Ses kayıt programı olarak Logic Pro X (Logic Pro X Version 10.0.4, Apple Inc, ABD) kullanılmıştır. Ses kayıtları 44.1 kHz örnekleme hızında, 24 bit olarak kaydedilmiştir. Mikrofon Pop filterdan 15 cm uzakta, Pop filter da hastadan 15 cm uzakta ağız hizasında olacak şekilde konumlandırılmıştır.

Ses kayıtlarına başlamadan önce hastalara habitüel ses tanımı anlatılmış, tüm ses kayıt örneklerinin normal konuşma tonlarında alınması amaçlanmıştır. Ardından hastalara 1'den 10'a kadar saydırılmış, hemen ardından haftanın günleri söylenilmiş ve bu 2 kez tekrarlanmıştır.
















Hastalara tüm Türkçe sesli harfler (a, e, ı, i, o, ö, u, ü) izole olarak 5'er defa, en az 3'er saniye olacak şekilde söylenilmiştir. Sesli harflerin kelime başlarında, ortalarında ve

sonlarındaki ses parametreleri ayrı ayrı kaydedilmiştir; ilgili sesin kelime başında, ortasında ve sonunda konumlandığı 5 kelime olmak üzere her harf için 15'er kelime belirlenmiştir. Belirlenen kelimeler Şekil 3.2 ile Şekil 3.9 arasında belirtilmiştir. Türkçede ö harfi ile sonlanan kelime bulunmadığı için ö harfi için sadece 10 kelime belirlenmiştir. 8 sesli harf için toplam 115 kelime okutulmuştur.




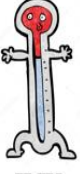










Adı Soyadı: \_\_\_\_\_ Doğum tarihi: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

H A R F	Başta	Ortada	Sonda
A	 <u>at</u>	 <u>karpuz</u>	 <u>yumurta</u>
	 <u>araba</u>	 <u>kiraz</u>	 <u>pasta</u>
	 <u>Atatürk</u>	 <u>kabak</u>	 <u>corba</u>
	 <u>adam</u>	 <u>tavşan</u>	 <u>olta</u>
	 <u>ayı</u>	 <u>tarak</u>	 <u>uçurtma</u>















Şekil 3.2 : A sesinin kelimelerin başında, ortasında ve sonunda konumlandığı kelimeler tablosu

H A R F	Başta	Ortada	Sonda
E	 <u>eşek</u>	 <u>atlet</u>	 <u>kalem</u>
	 <u>emzik</u>	 <u>keci</u>	 <u>dede</u>
	 <u>elbise</u>	 <u>bebek</u>	 <u>deve</u>
	 <u>erik</u>	 <u>ceviz</u>	 <u>çekirge</u>
	 <u>etek</u>	 <u>ceket</u>	 <u>süpürge</u>




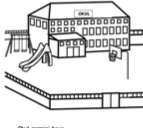

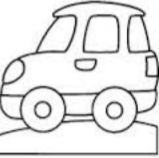









Şekil 3.3 : E sesinin kelimelerin başında, ortasında ve sonunda konumlandığı kelimeler tablosu

H A R F	Başta	Ortada	
		 <b>ışık</b>	 <b>kaşık</b>
	 <b>ILIK</b>	 <b>ILIK</b>	 <b>TAKI</b>
	 <b>IRAK</b>	 <b>YARIM</b>	 <b>YAKI</b>
	 <b>ISPANAK</b>	 <b>KARNİYARİK</b>	 <b>BATI</b>
	 <b>ILIMAN</b>	 <b>BATIN</b>	 <b>MANTI</b>

Şekil 3.4 : I sesinin kelimelerin başında, ortasında ve sonunda konumlandığı kelimeler tablosu

H A R F	Başta		Ortada	
	İ	 İP	 ÇİLEK	 TİLKİ
 İT		 KİBİR	 KİRPI	
 İTFAYE		 İPLİK	 BAKİ	
 İPLİK		 TİLKİ	 SANKİ	
 İSTANBUL		 KİRPI	 VADI	

Şekil 3.5 : İ sesinin kelimelerin başında, ortasında ve sonunda konumlandığı kelimeler tablosu






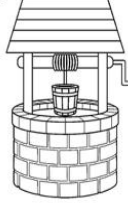








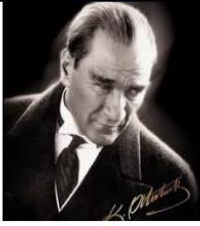
H A R F	Başta	Ortada	Sonda
O	 ot	 top	 mayo
	 okul	 balon	 oto
	 odun	 çorap	 daktilo
	 olta	 çocuk	 lavabo
	 ok	 toka	 banyo

Şekil 3.6 : O sesinin kelimelerin başında, ortasında ve sonunda konumlandığı kelimeler tablosu


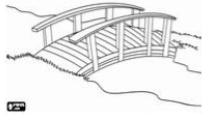
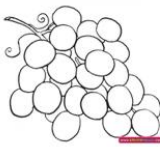
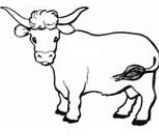

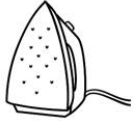


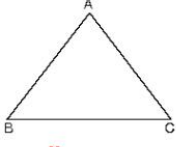

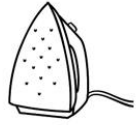

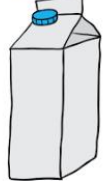

H A R F	Ö		
	Başta	Ortada	
	 <u>öküz</u>	 <u>böcek</u>	 <u>Gömlek</u>
	 <u>ördek</u>	 <u>köpek</u>	 <u>çömlek</u>
	 <u>örtü</u>	 <u>köçek</u>	 <u>çöp</u>
	 <u>önlük</u>	 <u>döşek</u>	 <u>köprü</u>

Şekil 3.7 : Ö sesinin kelimelerin başında, ortasında ve sonunda konumlandığı kelimeler tablosu



H A R F	Başta	Ortada	sonda
U	 <u>uçak</u>	 <u>mum</u>	 <u>kutu</u>
	 <u>urğan</u>	 <u>kuş</u>	 <u>kuyu</u>
	 <u>uçurtma</u>	 <u>yumurta</u>	 <u>uydu</u>
	 <u>ut</u>	 <u>bulut</u>	 <u>kuzu</u>
	 <u>uyku</u>	 <u>kuyu</u>	 <u>ulu</u>

Şekil 3.8 : U sesinin kelimelerin başında, ortasında ve sonunda konumlandığı kelimeler tablosu

H A R F	Başta	Ortada	sonda
Ü	3 <u>üç</u>	 Atatürk	 <u>köprü</u>
	 <u>üzüm</u>	 <u>öküz</u>	 <u>çöpçü</u>
	 <u>ütü</u>	 <u>gözlük</u>	 <u>üçlü</u>
	 <u>üçgen</u>	 <u>tüp</u>	 <u>ütü</u>
	 <u>ümit</u>	 <u>süt</u>	 <u>kötü</u>

Şekil 3.9 : Ü sesinin kelimelerin başında, ortasında ve sonunda konumlandığı kelimeler tablosu

Ses kayıtlarının gerçekleştirildiği 2 ayrı zaman dilimi aşağıdaki gibidir:

T0: Ameliyattan önce

T1: Ameliyattan 6 ay sonra

8 izole sesli harfin 3'er saniyelik kayıtları ve kelime içinde geçen ses ile ilgili 115 kelime yukarıda belirtilen 2 ayrı zamanda okutulmuş, her bir hasta için toplamda 230 ses örneği kaydedilmiştir.



Şekil 3.10 : Logic X programıyla oluşturulan ses kayıt dosyasının ekran görüntüsü

### 3.2 Uygulanılan Cerrahi Teknik

Hastalara benzer cerrahi uygulamalar aynı cerrahi ekip ve teknikle gerçekleştirilmiştir. Uygulanan teknik aşağıdaki gibidir;

- Vazokonstrüktör içeren bir lokal anestezi ajanı (%50 sulandırılmış articain), tüm bukkal sulkusa zerk edilir.
- Mukoperiosteal flep bilateral apertura piriformis, infraorbital foramen, zigomatik kemik ve pterygoid plaklar açığa çıkarılacak şekilde eleve edilir.
- Diş köklerinin apikalinin 5 mm üzerinde olacak şekilde Lefort-1 kesisi piezo ile serum irrigasyonu altında yapılır, pterygoid plaklar ayrılır.
- Maksilla hook ve spreader yardımı ile down fracture edilir.
- Üst çenenin serbest hareketinin sağlanmasının ardından, çeneyi yeni konumunda fikse etmeyi engelleyici kemik temasları ve kemik çıkıntıları kemik pensi ve frezler kullanılarak uzaklaştırıldıktan sonra operasyon splinti yardımıyla üst çeneyi getirmek istediğimiz pozisyon elde edilir. Kondillerin yerine oturmasını sağlamak amacıyla mandibula aşağıdan yukarıya doğru bastırılır ve çenenin yeni pozisyonunda plak ve vidalar yardımıyla fikse edilmesi safhasına geçilir.

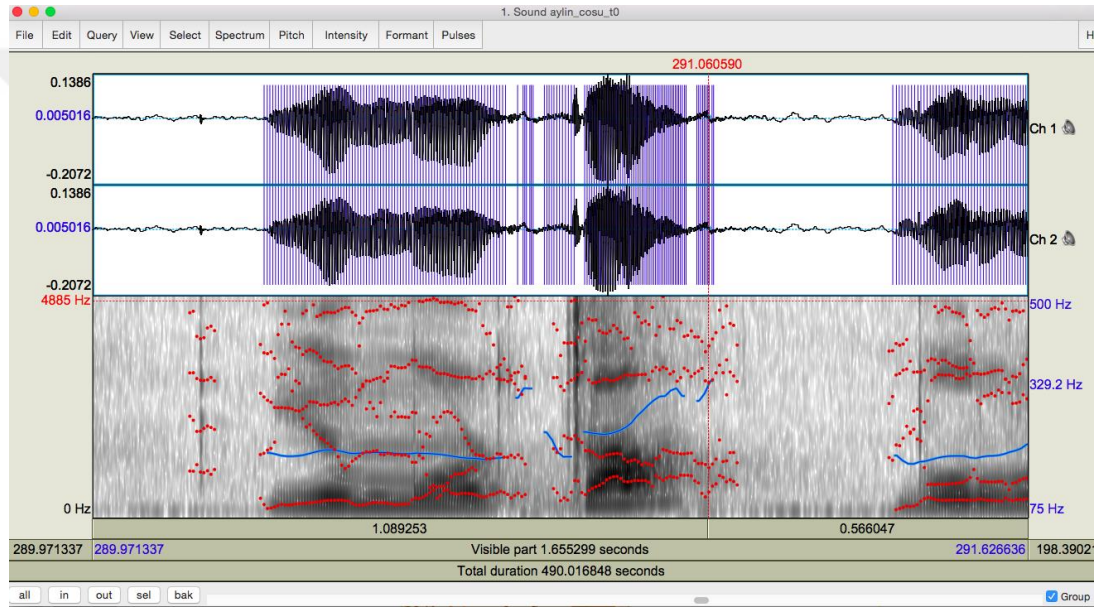
- Birinci splint kullanılarak maksilla mandibulaya chain ile splintlenir ve ortodontist tarafından planlanan hareketler yaptırılır. Fiksasyon için apertura bölgesinde 2 adet 4 delikli L plak, zigomatik butress bölgesinde 2 adet 4 delikli L plak kullanılır. Önce kas sonra mukoza suture edilip alt çeneye geçilir.
- Sağ ve sol mandibulaya vazokonstrüktör içeren bir lokal anestezi ajan (%50 sulandırılmış articain) ile mandibular blok ve bukkalden lokal infiltratif anesteziler yapılır.
- Ramusun lateral ve medial yüzeyleri angulus bölgesi açığa çıkartılacak şekilde mukoperiostal flep kaldırılır.
- Lingula üzerinden fissür frezle horizontal medial osteotomi kesisi yapılır. Bilateral olarak 7 nolu dişlerin mezial hizasından vertikal kemik kesisi yapılır.
- Sagittal split osteotomisi yapıldıktan sonra 2. Splint yardımı ile mandibula maksillaya splintlenir. Fiksasyon için her iki tarafta 2 adet düz plak kullanılır.
- Kas, submukoza ve mukoza suture edilerek ameliyat sona erdirilir.
- Ameliyat sonrası intermaksiller fiksasyon tercih edilmez, post-op 1. haftada gerekli intermaksiller lastikler kullanılarak okluzyonun stabil hale getirilmesi sağlanır.

Çalışmamıza dahil edilen 25 hastanın tamamı çift çene ortognatik cerrahi geçirmiştir. Bu hastaların ameliyat planlarında maksilla için ortalama 5,5 mm öne hareket, mandibula için ortalama 4 mm geriye hareket gerçekleştirilmesi planlanmıştır. Bu planlamalar hastaların ameliyata hazır oldukları düşünülen seansta alınan sefalometrik röntgen ve klinik değerlendirmeler sonucunda ortodontistler ve cerrahların konsültasyonu ile gerçekleştirilmiştir.

### 3.3 Ses Analizi Prosedürü

Hastalara 5'er defa, en az 3'er saniye olacak şekilde Türkçe sesli harfler söylenmiş, izole sesli harf olarak adlandırılan bu veriler, her sesli harf için A1, E1, I1, İ1, O1, Ö1, U1, Ü1 olarak kodlanmıştır. Sesli harflerin kelime başlarında, ortalarında ve sonlarındaki ses parametreleri de yukarıda anlatılan yöntemlerle ayrı ayrı elde edilmiştir. Kelime başı, kelime ortası ve kelime sonundaki sesler için ortalama değerler A2, E2, I2, İ2, O2, Ö2, U2 ve Ü2 olarak kodlanarak bulgular yorumlanmıştır.

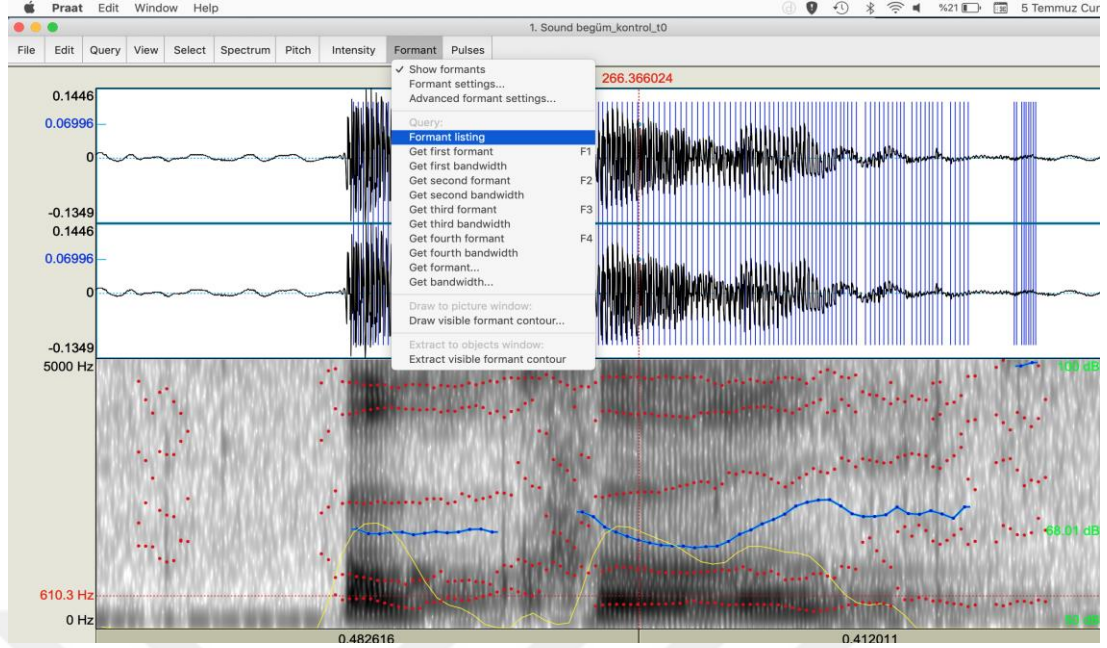
Ses kayıtları, Logic X programından analiz için Praat (Paul Boersma, Amsterdam Üniversitesi, Hollanda) programına aktarılmıştır. Praat programında Formant sesler (F0, F1, F2, F3, F4), Shimmer %, Jitter % ve Gürültü harmonik oranı (Noise to Harmonic Ratio (NHR) %) parametreleri her bir kayıt zamanı için değerlendirilmiştir. Şekil 3.11’de Yumurta sesinin Praat programı ile analiz ekran görüntüsü izlenmektedir. Şeklin alt kısmında yer alan spektrogram kısmındaki yatay konumlanmış kırmızı noktalar formant frekansları temsil etmektedir. En alttaki kırmızı nokta grupları temel formant frekansını (F0) belirtmektedir. Yukarıya doğru çıkıldıkça görülen diğer kırmızı nokta satırları ise diğer formant frekanslarını şematize etmektedir (F1, F2, F3...).



**Şekil 3.11 :** Praat programı ile “Yumurta” kelimesinin ses frekans analizinin ekran görüntüsü

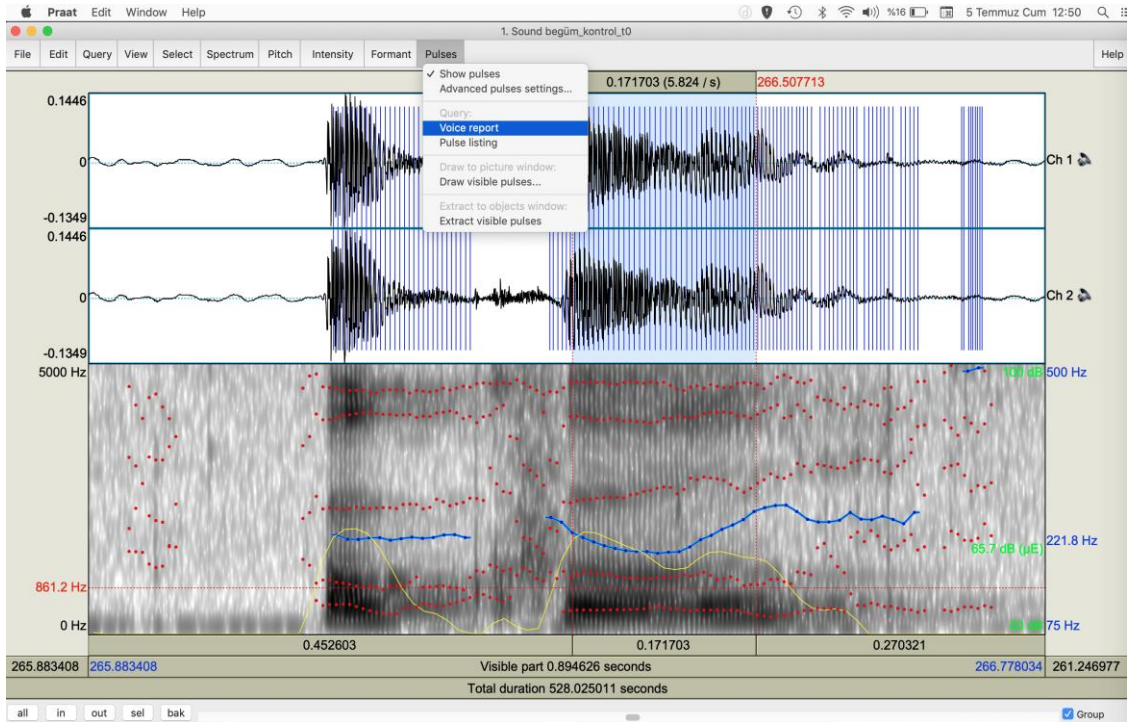
Formant frekansların analizi için Şekil 3.12’de görüldüğü gibi Praat programında ilgili sesin spektrogram grafiğindeki en yoğun görünüme sahip olduğu zaman noktasına yakınlaştırma yapılmış, kırmızı renkli dikey zaman imleci formant frekansları belirlenmek istenen anın üzerine getirilmiştir. Daha sonra Praat programının formant sekmesinden formant listesi seçeneği tıklanarak elde edilmiştir. F0, F1, F2 ve F3 değerleri bu yöntemle elde edilmiştir.





Şekil 3.12 : Praat programında formant frekansların analizi

Shimmer, jitter ve NHR değerlerinin belirlenmesi için formant frekanslardan farklı olarak zaman noktasına değil, zaman aralığına ihtiyaç vardır. Bu parametrelerin belirlenebilmesi için de Şekil 3.13’ de görüldüğü gibi Praat programında ilgili sesin spektrogram grafiğinde gözlemlendiği bölge seçilmiştir. Daha sonra Praat programının “Pulses” sekmesinden “Voice Report” seçeneği tıklanarak shimmer, Jitter ve NHR parametrelerinin sayısal değerleri elde edilmiştir.



Şekil 3.13 : Praat programında Voice Report sekmesi

### 3.4 Sefalometrik Analizler

Çalışmamıza dâhil edilen hastaların lateral sefalometrik filmleri fakültemiz Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı'nda bulunan röntgen cihazı (Planmeca Promax, Helsinki, Finlandiya) ile elde edilmiştir. Lateral sefalometrik radyografiler çekilirken, hastanın başı sefalostat (nazal ve kulak çubuğu) ile sabitleştirilmiştir. Hastaların midsagittal düzlemi ve merkezi ışın (target) arasındaki uzaklık 155 cm, midsagittal düzlem ile film kaseti arasındaki uzaklık ise 12.5 cm olarak ayarlanmıştır. Hastalardan yutkunduktan sonra dillerini ağız içinde normal konumda ve gerilimsiz tutmaları, radyografilerin çekimi sırasında bireylerin yutkunmamaları, baş pozisyonlarını bozmamaları, dillerini hareket ettirmemeleri ve dişlerinin sentrik oklüzyonda kalmaları istenmektedir.

Hastalardan ameliyattan hemen önce (T0) ve ameliyattan 6 ay sonra (T1) olmak üzere 2 ayrı zamanda röntgen kaydı alınmıştır. Çalışmaya dâhil edilen lateral sefalometrik filmler Planmeca Romexis (Planmeca Romexis Viewer®, Helsinki, Finlandiya) yazılım programı üzerinde kalibrasyonları yapılarak 1:1 ölçüde gerçek boyutlarında aydınlatıcı kağıdı üzerine basılmıştır. Ardından 0,3 mm uçlu kurşun kalem yardımı ile aşağıda belirtilen sefalometrik nokta ve düzlemler çizilerek ölçümler yapılmıştır.

Araştırmada kullanılan lateral sefalometrik noktalar ve tanımları aşağıda verilmiştir.

1. Sella (S): Sella tursica'nın geometrik orta noktasıdır.
2. Nasion (N): Orta oksal düzlemde, nazofrontal suturanın sagittal düzlemle kesiştiği en ileri ve o bölgedeki girintinin en derin noktasıdır.
3. A noktası: ANS noktası ile premaksillanın alveol kısmının en ön ve alt noktası arasında kalan iç bükeyliğinin en derin noktasıdır.
4. B noktası: Alveol kemiğinin en üst noktası ile Pogonion noktası arasında kalan konkavitenin en derin orta noktasıdır.
5. Porion (Po): Meatus acusticus externus'un üst kenarının orta noktasıdır.
6. Orbitale (Or): Orbita çukurunun en alt, en derin noktasıdır.
7. Gonion (Go): Mandibuler ve ramal düzlemlerden oluşan açının açılı ortayının mandibular kemiği kestiği noktadır.
8. Menton (Me): Mandibular simfizin alt kenarının en aşağı noktasıdır.

9. Hyoid (Hy): Hyoid kemik korpusunun en üst ve ön noktasıdır.

10. CV3ia noktası: 3.servikal vertebranın en alt ve ön noktasıdır.

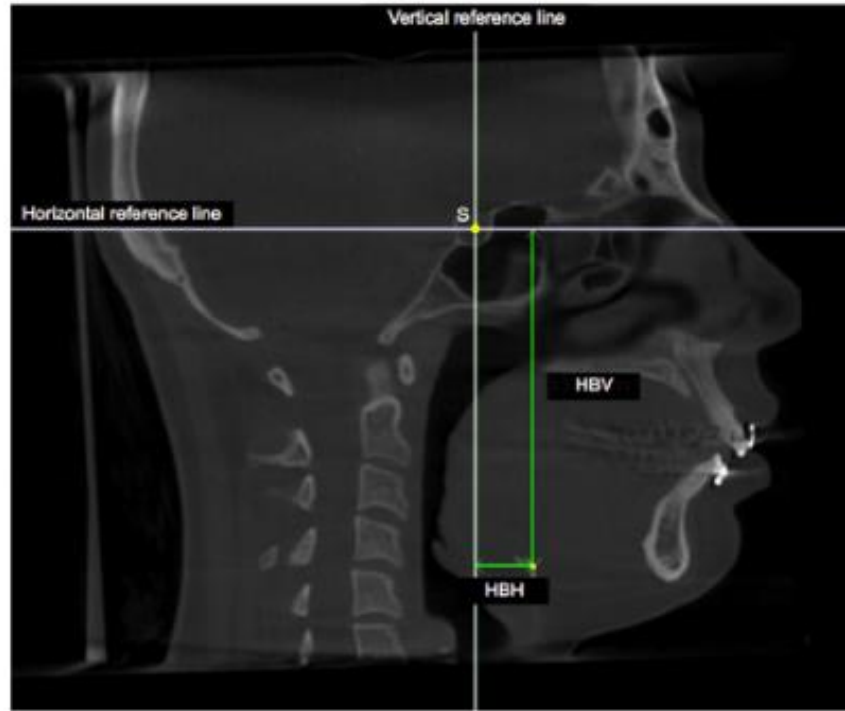
#### Çalışmada Kullanılan Lateral Sefalometrik Parametreler

1. SNA ( $^{\circ}$ ): S, N ve A noktaları arasında kalan açıdır.
2. SNB ( $^{\circ}$ ): S, N ve B noktaları arasında kalan açıdır.
3. ANB ( $^{\circ}$ ): A, N ve B noktaları arasında kalan açıdır.
4. Wits (mm): A ve B noktalarının oklüzyon düzlemi (OD) üzerindeki izdüşümleri arasındaki mesafedir.
5. S-N/Go-Me Açısı: S-N noktalarından geçen doğru ile Go-Me noktalarından geçen Mandibular düzlem arasında kalan açıdır. Olguların vertikal yön boyutları hakkında bilgi verir.
6. Frankfort Horizontale Düzlemi (FH): Orbitale ve Porion noktalarından geçen düzlemdir.

#### Çalışmada Kullanılan Hyoid Kemik ile İlgili Parametreler

1. H-S: S noktası ve Hy noktaları arasındaki uzaklıktır.
2. Hy-C3: Hyoid kemiğin en ön ve üst noktası ile üçüncü servikal vertebranın en ön ve alt noktası arasındaki mesafedir.
3. HBV: FH düzleme paralel selladan geçen doğrunun Hy ile arasındaki vertikal mesafe.
4. HBH: FH düzleme paralel selladan dik geçen doğrudan Sella'dan inen dikme ile Hy arasındaki horizontal mesafe.





Şekil 3.14 : HBV ve HBH değerlerinin şematize edilmiş şekli [111]

### 3.5 Verilerin İstatistiksel Analizi

Veriler bilgisayarda SPSS 25.0 (Statistical Packages of Social Sciences) programı kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirilmiştir. Açıklayıcı istatistikler ortalama  $\pm$  standart sapma, medyan, minimum ve maksimum değer şeklinde gösterilmiştir. Normal dağılıma uyan ölçümlerin zaman içi değişimlerinin karşılaştırılmasında bağımlı örneklem t testi, normal dağılıma uymayan ölçümlerin zaman içi değişimlerinin karşılaştırılmasında ise Wilcoxon testi ve Mann-Whitney u testi kullanılmıştır. Değişkenler arası ilişki Pearson korelasyon katsayısı ile değerlendirilmiştir.  $P < 0,05$  istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

## 4. BULGULAR

### 4.1 Çalışmaya Dahil Edilen Bireylerin Demografik Verileri

Çalışmadaki gruplarının yaşların karşılaştırması ve gruplar içi cinsiyet-yaş dağılımı değerlendirmesi Mann Whitney u testi ile gerçekleştirilmiştir (Tablo 4.1, Tablo 4.2). Deney ve kontrol grupları arası cinsiyet dağılımının kıyaslanması için ise Ki-kare testi uygulanmıştır (Tablo 4.3).

**Tablo 4.1 :** Deney ve kontrol gruplarının yaş dağılımı

Grup	Grup	n	X	s.s.	p
Yaş	Deney	25	21,8	2,90	0,22
	Kontrol	19	24,47	2,40	

\*Mann-Whitney u testi,  $p < 0,05$  istatistiksel olarak anlamlı

Çalışmada deney ve kontrol gruplarının yaşlarının istatistiksel olarak farklı düzeylerde olmadığı tespit edilmiştir ( $p=0,22$ ). Deney grubu ve kontrol grubu hastalarının yaşlarının homojen olduğu söylenebilir.

**Tablo 4.2 :** Deney ve kontrol gruplarının yaşlarının cinsiyet parametresine göre karşılaştırılması

Grup	Cinsiyet	n	X	s.s.	p
Deney	Erkek	7	21,37	2,06	0,719
	Kadın	18	22,23	3,94	
Kontrol	Erkek	11	24,62	2,80	0,63
	Kadın	8	24,29	2,05	

\*Mann-Whitney u testi, \*  $p < 0,05$  istatistiksel olarak anlamlı.

Çalışmada deney grubunda kadın ve erkek hastalarının yaşlarının istatistiksel olarak farklı olmadığı tespit edilmiştir ( $p=0,719$ ). Deney grubundaki kadın ve erkek hastalarının yaşlarının homojen olduğu söylenebilir. Çalışmada kontrol grubunda kadın ve erkek hastalarının yaşlarında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ( $p=0,63$ ). Deney grubundaki kadın ve erkek hastalarının yaşlarının homojen olduğu söylenebilir (Tablo 4.2).

**Tablo 4.3 : Deney ve kontrol gruplarının cinsiyet dağılımı**

Grup		Cinsiyet		p
		Erkek	Kadın	
Deney	n	7	18	0,08
	%	28%	72%	
Kontrol	n	11	8	
	%	57,89%	42,11%	
Total	n	18	26	
	%	40,9%	59,1%	

\*Ki-kare testi, \*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı.

Çalışmada deney ve kontrol gruplarının kadın ve erkek dağılımının farklı olmadığı, deney grubunun %28'inin erkek, %72'sinin kadın hastalardan oluştuğu tespit edilmiştir. Kontrol grubunun ise %53'nün erkek ve %42'sinin kadın hastalardan oluştuğu ve grupların cinsiyet dağılımının benzer düzeylerde olduğu tespit edilmiştir (p= 0,08) (Tablo 4.3).

Araştırmacı tutarlılığının hesaplanabilmesi için rastgele seçilen 10 hastanın cerrahi öncesi ve sonrası sefalometrik ölçümleri ve akustik analizi aynı araştırmacı tarafından 3 hafta sonra tekrarlanmıştır. Yöntem hatasını hesaplamak için Dahlberg formülü ( $\sqrt{\Sigma d^2/2n}$ ) kullanılmıştır.

d= Birinci ve ikinci ölçüm arasındaki fark

n= Tekrar ölçüm yapılan denek sayısı

Yöntem hatasının değerlendirilmesi için uygulanan Dahlberg formülü sonucunda elde edilen 0,01 ile 1,23 arasında değişen sonuçların istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir.

#### **4.2 Ortognatik Cerrahi Grubuna Ait Akustik Bulgular**

İzole olarak kaydedilen a[a] sesinin (A1) F0, F1, F2, F3, Shimmer, Jitter ve NHR parametrelerine dair bulguları Tablo 4.4'de belirtilmiştir. İzole a[a] sesi için ölçülen tüm parametrelerin zaman içindeki değişiminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (p>0,05).

**Tablo 4.4 :** İzole a[a] sesi (A1) için cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması

<b>A1</b>	N	Ortalama	St. Sapma	Medyan	Minimum	Maksimum	P değeri
F0_T0	25	793.96	94.587	805.00	558	966	0,101 <sup>a</sup>
F0_T1	25	772.40	91.187	757.00	627	983	
F1_T0	25	1248.20	106.534	1269.00	1066	1399	0,475 <sup>a</sup>
F1_T1	25	1231.44	133.184	1221.00	975	1460	
F2_T0	25	3068.52	300.938	3107.00	2547	3704	0,275 <sup>a</sup>
F2_T1	25	2984.52	355.933	3001.00	1789	3518	
F3_T0	25	3951.56	322.371	3989.00	3408	4413	0,637 <sup>a</sup>
F3_T1	25	3923.24	350.645	3952.00	3364	4413	
Shimmer_T0	25	4.48468	2.079524	4.01600	1.697	10.837	0,476 <sup>b</sup>
Shimmer_T1	25	4.35848	2.214321	3.57300	2.656	13.284	
Shimmer_apq_T0	25	2.05124	1.093387	1.88400	.666	5.370	0,819 <sup>b</sup>
Shimmer_apq_T1	25	2.01000	1.062568	1.59300	1.027	6.235	
Jitter_T0	25	.35548	.154996	.32300	.157	.761	0,951 <sup>a</sup>
Jitter_T1	25	.35368	.151149	.31800	.135	.700	
Jitter_rap_T0	25	.17588	.086017	.14900	.071	.392	0,590 <sup>b</sup>
Jitter_rap_T1	25	.19156	.096086	.16300	.066	.408	
MHR_T0	25	.02156	.016256	.01567	.003	.067	0,600 <sup>b</sup>
MHR_T1	25	.02140	.018507	.01797	.003	.080	

<sup>a</sup>Bağımlı örneklem t testi, <sup>b</sup>Wilcoxon testi, \*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı

İzole olarak kaydedilen e [ε] sesinin (E1) F0, F1, F2, F3, Shimmer, Jitter ve NHR parametrelerine dair bulguları Tablo 4.5'te belirtilmiştir. İzole e [ε] sesi için sadece F1 parametresinin zaman içindeki değişiminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur (p=0,026). İzole e [ε] sesinin F1 parametresinin ameliyat sonrasında düşüş gösterdiği tespit edilmiştir.

**Tablo 4.5 :** İzole e [ε] sesi (E1) için cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması

<b>E1</b>	N	Ortalama	St. Sapma	Medyan	Minimum	Maksimum	P değeri
F0_T0	25	579.40	72.163	585.00	429	722	0,847 <sup>a</sup>
F0_T1	25	577.08	80.834	575.00	401	749	
F1_T0	25	2058.04	325.420	2060.00	1222	2658	<b>0,026<sup>a*</sup></b>
F1_T1	25	2142.36	277.929	2087.00	1280	2612	
F2_T0	25	2806.96	418.647	2841.00	2246	3677	0,714 <sup>a</sup>
F2_T1	25	2834.76	367.572	2811.00	2215	3665	
F3_T0	25	3826.76	506.237	3807.00	3129	4830	0,644 <sup>a</sup>
F3_T1	25	3774.88	456.965	3859.00	2891	4434	
Shimmer_T0	25	4.62208	2.703473	4.05900	1.891	15.777	0,581 <sup>b</sup>
Shimmer_T1	25	4.57092	2.027593	3.77700	2.290	10.757	
Jitter_T0	25	.48412	.684272	.30000	.203	3.712	0,819 <sup>b</sup>
Jitter_T1	25	.35488	.182027	.33700	.139	.970	
NHR_T0	25	.02386	.023446	.01586	.005	.102	0,581 <sup>b</sup>
NHR_T1	25	.02232	.015848	.01787	.004	.068	

<sup>a</sup>Bağımlı örneklem t testi, <sup>b</sup>Wilcoxon testi, \* p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı.

İzole olarak kaydedilen ı[w] sesinin (I1) F0, F1, F2, F3, Shimmer, Jitter ve NHR parametrelerine dair bulguları Tablo 4.6'da belirtilmiştir. İzole olarak kaydedilen ı[w]

sesi için sadece F2 (p=0,029) ve Shimmer (p=0,028) parametrelerinin zaman içindeki değişiminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. İzole ı[u] sesinin F2 parametresinin ameliyat sonrasında düşüş gösterdiği tespit edilmiştir. İzole ı[u] sesinin Shimmer parametresi ise ameliyat sonrasında artmıştır.

**Tablo 4.6 :** İzole ı[u] sesi (İ1) için cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması

İ1	N	Ortalama	St. Sapma	Medyan	Minimum	Maksimum	P değeri
F0_T0	25	476.20	83.353	460.00	357	723	0,946 <sup>a</sup>
F0_T1	25	471.96	73.187	453.00	372	685	
F1_T0	25	1643.12	270.968	1621.00	1321	2695	0,226 <sup>b</sup>
F1_T1	25	1601.60	269.163	1560.00	1233	2512	
F2_T0	25	2961.64	294.969	2955.00	2359	3478	<b>0,029**</b>
F2_T1	25	2816.68	275.438	2791.00	2165	3397	
F3_T0	25	3924.20	480.505	3804.00	3186	4999	0,619 <sup>a</sup>
F3_T1	25	3873.20	461.682	3881.00	3071	5045	
Shimmer_T0	25	3.86848	1.678653	3.64000	1.576	8.026	<b>0,028**</b>
Shimmer_T1	25	5.03580	2.456171	4.57000	1.749	11.943	
Jitter_T0	25	.28360	.093586	.26500	.145	.479	0,949 <sup>a</sup>
Jitter_T1	25	.28220	.109257	.25900	.122	.549	
NHR_T0	25	.01069	.009401	.00632	.001	.034	0,716 <sup>b</sup>
NHR_T1	25	.01163	.011003	.00779	.001	.040	

<sup>a</sup>Bağımlı örneklem t testi, <sup>b</sup>Wilcoxon testi, \*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı.

İzole olarak kaydedilen i[i] sesinin(İ1) F0, F1, F2, F3, Shimmer, Jitter ve NHR parametrelerine dair bulguları Tablo 4.7’de belirtilmiştir. İzole i[i] sesi için ölçülen tüm parametrelerin zaman içindeki değişiminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (p>0,05).

**Tablo 4.7 :** İzole i[i] sesi (İ1) için cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması

İ1	N	Ortalama	St. Sapma	Medyan	Minimum	Maksimum	P değeri
F0_T0	25	387.20	54.799	407.00	244	460	0,451 <sup>b</sup>
F0_T1	25	383.96	57.636	398.00	268	478	
F1_T0	25	2380.96	345.290	2472.00	1401	2917	0,253 <sup>b</sup>
F1_T1	25	2418.80	520.353	2549.00	243	3024	
F2_T0	25	3171.52	317.996	3238.00	2623	3578	0,390 <sup>a</sup>
F2_T1	25	3124.40	290.774	3132.00	2526	3608	
F3_T0	25	3998.36	450.848	3891.00	3249	5354	0,861 <sup>b</sup>
F3_T1	25	4022.28	368.358	4044.00	3374	4730	
Shimmer_T0	25	4.20184	1.481714	4.05900	1.317	7.682	0,264 <sup>a</sup>
Shimmer_T1	25	4.79556	2.028730	4.08600	1.928	9.891	
Shimmer_apq_T0	25	1.72888	.802651	1.69800	.498	3.712	0,180 <sup>a</sup>
Shimmer_apq_T1	25	2.07244	.997110	1.74900	.846	5.040	
Jitter_T0	25	.31052	.114379	.27900	.160	.593	0,677 <sup>b</sup>
Jitter_T1	25	.34892	.204558	.26500	.184	1.185	
Jitter_rap_T0	25	.15028	.066383	.14600	.074	.346	0,313 <sup>b</sup>
Jitter_rap_T1	25	.18320	.118926	.13400	.070	.617	
MHR_T0	25	.01199	.008443	.01057	.002	.035	0,819 <sup>a</sup>
MHR_T1	25	.01621	.017797	.01012	.003	.075	

<sup>a</sup>Bağımlı örneklem t testi, <sup>b</sup>Wilcoxon testi, \*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı.

İzole olarak kaydedilen o[ɔ] sesinin (O1) F0, F1, F2, F3, Shimmer, Jitter ve NHR

parametrelerine dair bulguları Tablo 4.8’de belirtilmiştir. İzole o[ɔ] sesi için ölçülen tüm parametrelerin zaman içindeki değişiminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

**Tablo 4.8 :** İzole o[ɔ] sesi (O1) için cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması

O1	N	Ortalama	St. Sapma	Medyan	Minimum	Maksimum	P değeri
F0_T0	25	538.16	67.253	529.00	415	658	0,734 <sup>a</sup>
F0_T1	25	542.96	74.432	513.00	431	711	
F1_T0	25	988.72	121.314	1005.00	783	1191	0,053 <sup>a</sup>
F1_T1	25	960.80	105.836	968.00	746	1214	
F2_T0	25	2946.44	272.272	2981.00	2394	3383	0,099 <sup>a</sup>
F2_T1	25	3020.28	271.934	3059.00	2448	3484	
F3_T0	25	3735.56	299.780	3744.00	3317	4398	0,112 <sup>a</sup>
F3_T1	25	3818.32	279.180	3907.00	3197	4197	
Shimmer_T0	25	4.05192	1.735484	3.98600	1.283	7.230	0,600 <sup>b</sup>
Shimmer_T1	25	4.38972	1.681475	3.99800	2.519	9.726	
Jitter_T0	25	.30696	.140519	.27500	.149	.690	0,853 <sup>a</sup>
Jitter_T1	25	.30140	.121847	.29400	.132	.563	
MHR_T0	25	.00991	.006719	.00800	.003	.025	0,213 <sup>b</sup>
MHR_T1	25	.01353	.011416	.00915	.002	.045	

<sup>a</sup>Bağımlı örneklem t testi, <sup>b</sup>Wilcoxon testi, \* $p<0,05$  istatistiksel olarak anlamlı.

İzole olarak kaydedilen ö[œ] sesinin (Ö1) F0, F1, F2, F3, Shimmer, Jitter ve NHR parametrelerine dair bulguları Tablo 4.9’da belirtilmiştir. İzole ö[œ] sesi için sadece F1 ( $p=0,004$ ) ve F2 ( $p=0,000$ ) parametrelerinin zaman içindeki değişiminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. İzole ö[œ] sesinin F1 ve F2 parametrelerinin ameliyat sonrasında düşüş gösterdiği tespit edilmiştir.

**Tablo 4.9 :** İzole ö[œ] sesi (Ö1) için cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması

Ö1	N	Ortalama	St. Sapma	Medyan	Minimum	Maksimum	P değeri
F0_T0	25	549.20	70.571	543.00	430	697	0,180 <sup>a</sup>
F0_T1	25	536.80	74.147	517.00	435	684	
F1_T0	25	1611.88	185.232	1563.00	1303	1970	<b>0,004<sup>a*</sup></b>
F1_T1	25	1538.04	164.859	1537.00	1281	1825	
F2_T0	25	2785.64	263.868	2789.00	2186	3275	<b>0,000<sup>a*</sup></b>
F2_T1	25	2692.40	255.500	2694.00	2302	3163	
F3_T0	25	3901.52	289.317	3935.00	3394	4339	0,186 <sup>a</sup>
F3_T1	25	3837.92	265.984	3873.00	3324	4232	
Shimmer_T0	25	3.62968	1.736671	2.92200	1.461	8.266	0,201 <sup>b</sup>
Shimmer_T1	25	4.37640	2.838886	3.57900	1.630	15.939	
Jitter_T0	25	.26352	.128104	.21700	.119	.636	0,420 <sup>b</sup>
Jitter_T1	25	.27816	.129361	.25000	.094	.621	
MHR_T0	25	.01127	.011575	.00600	.002	.044	0,382 <sup>b</sup>
MHR_T1	25	.01422	.014913	.00871	.001	.065	

<sup>a</sup>Bağımlı örneklem t testi, <sup>b</sup>Wilcoxon testi, \* $p<0,05$  istatistiksel olarak anlamlı.

İzole olarak kaydedilen u[u] sesinin (U1) F0, F1, F2, F3, Shimmer, Jitter ve NHR parametrelerine dair bulguları Tablo 4.10’de belirtilmiştir. İzole u[u] sesi için sadece F3 (p=0,000) parametresinin zaman içindeki değişiminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. İzole u[u] sesinin F3 parametresinin ameliyat sonrasında artış gösterdiği tespit edilmiştir.

**Tablo 4.10 :** İzole u[u] sesi (U1) için cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması

U1	N	Ortalama	St. Sapma	Medyan	Minimum	Maksimum	P değeri
F0_T0	25	419.92	45.986	417.00	313	543	0,525 <sup>a</sup>
F0_T1	25	413.08	64.387	407.00	295	581	
F1_T0	25	942.60	195.690	873.00	743	1715	0,536 <sup>a</sup>
F1_T1	25	902.64	87.328	898.00	699	1084	
F2_T0	25	2836.76	331.414	2828.00	1997	3482	0,553 <sup>a</sup>
F2_T1	25	2875.72	226.784	2876.00	2251	3275	
F3_T0	25	3741.48	333.846	3654.00	3150	4379	<b>0,000**</b>
F3_T1	25	3885.32	300.817	3855.00	3370	4417	
Shimmer_T0	25	3.44872	1.528400	3.01200	1.381	8.309	0,288 <sup>b</sup>
Shimmer_T1	25	4.25636	2.703967	3.57200	1.510	13.839	
Jitter_T0	25	.31284	.134631	.29500	.151	.672	0,840 <sup>b</sup>
Jitter_T1	25	.32552	.182558	.28100	.138	.937	
MHR_T0	25	.00662	.006157	.00400	.002	.022	0,270 <sup>b</sup>
MHR_T1	25	.00970	.013717	.00469	.001	.056	

<sup>a</sup>Bağımlı örneklem t testi , <sup>b</sup>Wilcoxon testi , \*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı.

İzole olarak kaydedilen ü[y] sesinin (Ü1) F0, F1, F2, F3, Shimmer, Jitter ve NHR parametrelerine dair bulguları Tablo 4.11’de belirtilmiştir. İzole ü[y] sesi için sadece F1 (p=0,018) parametresinin zaman içindeki değişiminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. İzole ü[y] sesinin F1 parametresinin ameliyat sonrasında artış gösterdiği tespit edilmiştir.

**Tablo 4.11 :** İzole ü[y] sesi (Ü1) için cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması

Ü1	N	Ortalama	St. Sapma	Medyan	Minimum	Maksimum	P değeri
F0_T0	25	397.08	48.904	397.00	308	494	0,783 <sup>a</sup>
F0_T1	25	394.88	58.910	395.00	297	485	
F1_T0	25	1820.32	194.362	1807.00	1472	2298	<b>0,018**</b>
F1_T1	25	1746.48	193.069	1716.00	1361	2290	
F2_T0	25	2654.52	274.276	2678.00	2081	3353	0,076 <sup>a</sup>
F2_T1	25	2580.08	223.492	2549.00	2146	3078	
F3_T0	25	3701.72	306.213	3632.00	3165	4310	0,100 <sup>a</sup>
F3_T1	25	3800.32	278.775	3779.00	3319	4321	
Shimmer_T0	25	3.67984	1.574401	3.46900	1.228	7.186	0,069 <sup>b</sup>
Shimmer_T1	25	5.02860	3.565731	4.10900	1.965	18.839	
Jitter_T0	25	.30812	.118676	.29700	.148	.566	0,767 <sup>b</sup>
Jitter_T1	25	.33308	.173424	.27100	.156	.898	
MHR_T0	25	.00810	.009375	.00568	.001	.047	0,265 <sup>b</sup>
MHR_T1	25	.01380	.022223	.00597	.001	.107	

<sup>a</sup>Bağımlı örneklem t testi <sup>b</sup>Wilcoxon testi \*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı

Kelime içinde geçen a[a] sesinin (A2) F0, F1, F2, F3, Shimmer, Jitter ve NHR parametrelerine dair bulgular Tablo 4.12’de belirtilmiştir. Kelime içinde geçen a[a] sesi için parametrelerin zaman içindeki değişiminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

**Tablo 4.12 :** Kelime içinde geçen a[a] sesi (A2) için cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması

A2	N	Ortalama	St. Sapma	Medyan	Minimum	Maksimum	P değeri
F0_T0	25	741.93	98.451	745.00	582	953	0,463 <sup>a</sup>
F0_T1	25	750.49	107.789	756.00	576	1052	
F1_T0	25	1281.16	110.001	1295.00	1081	1482	0,200 <sup>a</sup>
F1_T1	25	1299.99	113.207	1302.00	1101	1481	
F2_T0	25	2723.67	329.178	2764.00	1931	3223	0,186 <sup>a</sup>
F2_T1	25	2800.43	278.697	2805.00	2311	3336	
F3_T0	25	3778.52	324.073	3717.00	3123	4284	0,292 <sup>a</sup>
F3_T1	25	3875.56	326.177	3831.00	3336	4957	
Shimmer_T0	25	8.08060	2.402390	7.88000	3.382	13.577	0,362 <sup>a</sup>
Shimmer_T1	25	8.67274	3.417636	8.04300	4.288	17.680	
Jitter_T0	25	.72744	.310946	.61860	.356	1.439	0,499 <sup>a</sup>
Jitter_T1	25	.68794	.323558	.71266	.278	1.569	
NHR_T0	25	.08736	.059800	.07445	.009	.230	0,989 <sup>b</sup>
NHR_T1	25	.08844	.059075	.07760	.017	.256	

<sup>a</sup>Bağımlı örneklem t testi , <sup>b</sup>Wilcoxon testi , \* $p<0,05$  istatistiksel olarak anlamlı.

Kelime içinde geçen e [ε] sesinin (E2) F0, F1, F2, F3, Shimmer, Jitter ve NHR parametrelerine dair bulguları Tablo 4.13’te belirtilmiştir. Kelime içinde geçen e [ε] sesi için parametrelerin zaman içindeki değişiminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

**Tablo 4.13 :** Kelime içinde geçen e [ε] sesi (E2) için cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması

E2	N	Ortalama	St. Sapma	Medyan	Minimum	Maksimum	P değeri
F0_T0	25	523.68	54.421	529.00	419	656	0,559 <sup>a</sup>
F0_T1	25	520.28	58.726	504.00	428	641	
F1_T0	25	1999.15	237.130	1985.00	1284	2444	0,443 <sup>a</sup>
F1_T1	25	2030.03	191.275	2057.00	1670	2336	
F2_T0	25	2753.89	217.219	2731.00	2374	3168	0,289 <sup>a</sup>
F2_T1	25	2698.59	197.724	2704.00	2326	3085	
F3_T0	25	3738.67	389.526	3727.00	2984	4419	0,655 <sup>a</sup>
F3_T1	25	3781.97	343.723	3825.00	3031	4442	
Shimmer_T0	25	7.15720	1.735536	7.10700	4.161	11.162	0,581 <sup>b</sup>
Shimmer_T1	25	7.65096	3.092262	6.64700	4.499	15.339	
Jitter_T0	25	.61883	.229329	.54900	.385	1.370	0,638 <sup>b</sup>
Jitter_T1	25	.58895	.191325	.56300	.283	.966	
NHR_T0	25	.04467	.021862	.04260	.017	.107	0,339 <sup>b</sup>
NHR_T1	25	.05657	.035531	.04292	.015	.133	

<sup>a</sup>Bağımlı örneklem t testi, <sup>b</sup>Wilcoxon testi, \* $p<0,05$  istatistiksel olarak anlamlı.

Kelime içinde geçen ı[u] sesinin (I2) F0, F1, F2, F3, Shimmer, Jitter ve NHR parametrelerine dair bulguları Tablo 4.14’te belirtilmiştir. Kelime içinde geçen ı[u]



sesi için sadece F1(p=0,009) ve F2(p=0,015) parametrelerinin zaman içindeki değişiminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Kelime içinde geçen [u] sesinin F1 ve F2 parametrelerinin ameliyat sonrasında azaldığı tespit edilmiştir.

**Tablo 4.14 :** Kelime içinde geçen [u] sesi (İ2) için cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması

İ2	N	Ortalama	St. Sapma	Medyan	Minimum	Maksimum	P değeri
F0_T0	25	496.75	82.007	482.67	389	762	0,724 <sup>a</sup>
F0_T1	25	499.24	67.795	486.00	398	680	
F1_T0	25	1570.95	132.744	1588.00	1340	1818	<b>0,009<sup>a*</sup></b>
F1_T1	25	1538.19	140.363	1525.67	1280	1815	
F2_T0	25	2798.45	215.224	2803.00	2353	3164	<b>0,015<sup>a*</sup></b>
F2_T1	25	2700.99	292.715	2757.00	1877	3149	
F3_T0	25	3822.83	299.044	3796.67	3267	4290	0,742 <sup>a</sup>
F3_T1	25	3840.72	317.175	3833.00	3289	4460	
Shimmer_T0	25	7.15136	1.816456	7.12200	4.262	11.200	0,861 <sup>b</sup>
Shimmer_T1	25	7.78744	3.410404	7.03300	1.471	17.032	
Jitter_T0	25	.79826	.309936	.63800	.416	1.415	0,904 <sup>b</sup>
Jitter_T1	25	.81167	.299228	.77933	.407	1.819	
NHR_T0	25	.04825	.023484	.04070	.016	.096	0,397 <sup>b</sup>
NHR_T1	25	.05393	.033014	.04286	.017	.135	

<sup>a</sup>Bağımlı örneklem t testi, <sup>b</sup>Wilcoxon testi, \*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı.

Kelime içinde geçen [i] sesinin (İ2) F0, F1, F2, F3, Shimmer, Jitter ve NHR parametrelerine dair bulguları Tablo 4.15'te belirtilmiştir. Kelime içinde geçen [i] sesi için sadece F2 (p=0,016) parametresinin zaman içindeki değişiminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Kelime içinde geçen [i] sesinin F2 parametresinin ameliyat sonrasında azaldığı tespit edilmiştir.

**Tablo 4.15 :** Kelime içinde geçen [i] sesi (İ2) için cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması

İ2	N	Ortalama	St. Sapma	Medyan	Minimum	Maksimum	P değeri
F0_T0	25	397.97	39.973	397.00	331	500	0,300 <sup>a</sup>
F0_T1	25	391.83	49.231	385.00	312	511	
F1_T0	25	2238.00	294.972	2286.00	1457	2715	0,645 <sup>a</sup>
F1_T1	25	2214.45	236.553	2218.00	1717	2554	
F2_T0	25	3013.21	262.196	2978.00	2628	3427	<b>0,016<sup>a*</sup></b>
F2_T1	25	2928.40	234.177	2937.00	2555	3398	
F3_T0	25	3938.57	347.463	3958.00	3277	4488	0,137 <sup>a</sup>
F3_T1	25	3846.51	350.444	3877.67	3244	4649	
Shimmer_T0	25	7.28208	1.861189	7.01500	4.022	11.081	0,882 <sup>b</sup>
Shimmer_T1	25	7.43564	3.162780	6.48400	3.906	14.938	
Jitter_T0	25	.80421	.345703	.76800	.338	1.923	0,288 <sup>b</sup>
Jitter_T1	25	.71002	.285586	.67800	.334	1.802	
NHR_T0	25	.04830	.033350	.03855	.008	.145	0,458 <sup>b</sup>
NHR_T1	25	.04093	.027819	.03155	.009	.136	

<sup>a</sup>Bağımlı örneklem t testi, <sup>b</sup>Wilcoxon testi, \*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı.

Kelime içinde geçen o[ɔ] sesinin (O2) F0, F1, F2, F3, Shimmer, Jitter ve NHR parametrelerine dair bulguları Tablo 4.16'da belirtilmiştir. Kelime içinde geçen o[ɔ] sesi için sadece F2 (p=0,029) parametresinin zaman içindeki değişiminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Kelime içinde geçen o[ɔ] sesinin F2 parametresinin ameliyat sonrasında artış gösterdiği tespit edilmiştir.

**Tablo 4.16 :** Kelime içinde geçen o[ɔ] sesi (O2) için cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması

O2	N	Ortalama	St. Sapma	Medyan	Minimum	Maksimum	P değeri
F0_T0	25	551.43	58.713	561.00	452	642	0,524 <sup>a</sup>
F0_T1	25	546.43	63.390	536.00	448	649	
F1_T0	25	1071.91	97.038	1080.00	915	1241	0,280 <sup>a</sup>
F1_T1	25	1048.08	127.993	1051.00	886	1387	
F2_T0	25	2732.12	252.116	2735.00	2228	3232	<b>0,029<sup>a*</sup></b>
F2_T1	25	2801.65	228.642	2786.00	2366	3231	
F3_T0	25	3719.97	243.931	3748.00	3297	4066	0,146 <sup>a</sup>
F3_T1	25	3780.55	230.439	3777.00	3358	4168	
Shimmer_T0	25	8.30520	2.479606	8.22300	4.911	13.731	0,840 <sup>b</sup>
Shimmer_T1	25	8.77068	3.707322	7.92400	4.298	16.741	
Jitter_T0	25	.73597	.252069	.70560	.373	1.178	0,583 <sup>a</sup>
Jitter_T1	25	.76655	.286414	.74030	.337	1.430	
NHR_T0	25	.04635	.025677	.03597	.014	.106	0,288 <sup>b</sup>
NHR_T1	25	.05290	.034010	.04170	.013	.128	

<sup>a</sup>Bağımlı örneklem t testi, <sup>b</sup>Wilcoxon testi, \*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı.

Kelime içinde geçen ö[œ] sesinin (Ö2) F0, F1, F2, F3, Shimmer, Jitter ve NHR parametrelerine dair bulguları Tablo 4.17'de belirtilmiştir. Kelime içinde geçen ö[œ] sesi için sadece F3 (p=0,039) parametresinin zaman içindeki değişiminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Kelime içinde geçen ö[œ] sesinin F3 parametresinin ameliyat sonrasında artış gösterdiği tespit edilmiştir.

**Tablo 4.17 :** Kelime içinde geçen ö[œ] sesi (Ö2) için cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması

Ö2	N	Ortalama	St. Sapma	Medyan	Minimum	Maksimum	P değeri
F0_T0	25	576.70	68.417	579.00	462	675	0,363 <sup>a</sup>
F0_T1	25	569.20	65.682	576.00	462	716	
F1_T0	25	1485.44	161.557	1451.00	1318	1967	0,108 <sup>a</sup>
F1_T1	25	1462.66	149.012	1408.00	1258	1831	
F2_T0	25	2616.20	240.433	2555.00	2193	2963	0,890 <sup>a</sup>
F2_T1	25	2621.52	310.813	2658.00	1882	3140	
F3_T0	25	3699.26	226.511	3713.00	3373	4132	<b>0,039<sup>a*</sup></b>
F3_T1	25	3798.96	264.574	3790.00	3216	4268	
Shimmer_T0	25	6.98060	1.350429	6.76700	4.712	9.229	0,638 <sup>b</sup>
Shimmer_T1	25	7.77594	3.170262	6.83700	4.069	17.738	
Jitter_T0	25	.57262	.135678	.59200	.332	.813	0,957 <sup>b</sup>
Jitter_T1	25	.69278	.394090	.57000	.327	1.954	
NHR_T0	25	.03423	.011206	.03402	.014	.053	0,367 <sup>b</sup>
NHR_T1	25	.05865	.059142	.03842	.008	.208	

<sup>a</sup>Bağımlı örneklem t testi, <sup>b</sup>Wilcoxon testi, \*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı.

Kelime içinde geçen u[u] sesinin (U2) F0, F1, F2, F3, Shimmer, Jitter ve NHR parametrelerine dair bulguları Tablo 4.18’de belirtilmiştir. Kelime içinde geçen u[u] sesi için sadece F3 (p=0,000) parametresinin zaman içindeki değişiminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Kelime içinde geçen u[u] sesinin F3 parametresinin ameliyat sonrasında artış gösterdiği tespit edilmiştir.

**Tablo 4.18 :** Kelime içinde geçen u[u] sesi (U2) için cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması

U2	N	Ortalama	St. Sapma	Medyan	Minimum	Maksimum	P değeri
F0_T0	25	427.28	54.668	422.00	318	522	0,744 <sup>a</sup>
F0_T1	25	429.60	38.844	428.00	360	502	
F1_T0	25	1094.97	86.049	1111.00	939	1271	0,170 <sup>a</sup>
F1_T1	25	1140.15	151.733	1118.00	883	1529	
F2_T0	25	2737.00	256.576	2749.00	1987	3202	0,218 <sup>a</sup>
F2_T1	25	2784.91	243.761	2754.00	2343	3256	
F3_T0	25	3648.79	360.688	3731.00	2425	4141	<b>0,000**</b>
F3_T1	25	3921.95	334.265	3874.00	3341	4514	
Shimmer_T0	25	7.55868	2.243643	7.17700	4.853	13.612	0,554 <sup>b</sup>
Shimmer_T1	25	8.25100	3.773543	7.14200	3.344	19.087	
Jitter_T0	25	.84219	.419608	.73830	.343	2.245	0,757 <sup>b</sup>
Jitter_T1	25	.84649	.317312	.77560	.391	1.701	
NHR_T0	25	.03559	.030594	.02594	.009	.147	0,088 <sup>b</sup>
NHR_T1	25	.04205	.026503	.03274	.009	.116	

<sup>a</sup>Bağımlı örneklem t testi, <sup>b</sup>Wilcoxon testi, \*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı.

Kelime içinde geçen ü[y] sesinin(Ü2) F0, F1, F2, F3, Shimmer, Jitter ve NHR parametrelerine dair bulguları Tablo 4.19’da belirtilmiştir. Kelime içinde geçen ü[y] sesi için sadece F3 (p=0,000) parametresinin zaman içindeki değişiminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Kelime içinde geçen ü[y] sesinin F3 parametresinin ameliyat sonrasında artış gösterdiği tespit edilmiştir.

**Tablo 4.19 :** Kelime içinde geçen ü[y] sesi (Ü2) için cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması

Ü2	N	Ortalama	St. Sapma	Medyan	Minimum	Maksimum	P değeri
F0_T0	25	411.63	50.873	415.00	309	531	0,087 <sup>a</sup>
F0_T1	25	398.72	52.101	397.00	306	497	
F1_T0	25	1785.60	145.709	1800.00	1585	2089	0,988 <sup>a</sup>
F1_T1	25	1785.83	113.787	1780.00	1591	2010	
F2_T0	25	2577.48	240.368	2601.00	2195	3001	0,323 <sup>a</sup>
F2_T1	25	2612.81	202.323	2642.00	2260	3059	
F3_T0	25	3577.65	246.568	3575.00	3030	4243	<b>0,000**</b>
F3_T1	25	3730.63	227.234	3728.00	3395	4365	
Shimmer_T0	25	6.95936	2.406455	6.61500	3.720	13.751	0,412 <sup>b</sup>
Shimmer_T1	25	7.57540	3.513501	6.43800	3.397	15.671	
Jitter_T0	25	.94771	.556832	.90400	.273	2.965	0,925 <sup>b</sup>
Jitter_T1	25	.92461	.524555	.77230	.277	2.579	
NHR_T0	25	.03938	.027025	.03444	.005	.114	0,510 <sup>b</sup>
NHR_T1	25	.05030	.044050	.03220	.007	.164	

<sup>a</sup>Bağımlı örneklem t testi, <sup>b</sup>Wilcoxon testi, \*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı.

### 4.3 Ortognatik Cerrahi Grubuna Ait Sefalometrik Bulgular

Sefalometrik parametrelerin ortognatik cerrahi öncesi ve sonrası ölçümlerinin karşılaştırılmasına dair veriler Tablo 4.20’de sunulmuştur. Sefalometrik ölçümlerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilks testi ile değerlendirilmiştir. Buna göre tüm ölçümlerin normal dağılıma uygun belirlenmiştir ( $p>0,05$ ). HBV, HBH ve H-C3 ölçümleri dışında diğer tüm parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur( $p<0,05$ ). SNA, SNB ve Witts parametrelerinin ameliyat sonrasında artış gösterdiği tespit edilmiştir. SNB, SN-GoMe, H-S parametreleri ise ameliyattan sonra azalmıştır.

**Tablo 4.20 :** Sefalometrik parametrelerin cerrahi öncesi (T0) ve 6 ay sonrası (T1) ölçümlerinin karşılaştırılması

	Ortalama	N	St. Sapma	St. Hata	P değeri
SNA T0	75.08	25	4.786	.957	<b>0,000*</b>
SNA T1	79.96	25	4.817	.963	
SNB T0	79.56	25	5.276	1.055	<b>0,001*</b>
SNB T1	77.80	25	4.368	.874	
ANB T0	-4.40	25	3.082	.616	<b>0,000*</b>
ANB T1	2.12	25	2.333	.467	
Witts T0	-11.7040	25	3.53099	.70620	<b>0,000*</b>
Witts T1	-2.6200	25	2.68778	.53756	
SN-GoMe T0	43.00	25	6.532	1.306	<b>0,019*</b>
SN-GoMe T1	41.64	25	6.751	1.350	
HBV T0	6.9140	25	.71597	.14319	0,054
HBV T1	6.8120	25	.61547	.12309	
HBH T0	.9604	25	.59267	.11853	0,762
HBH T1	.9384	25	.48351	.09670	
H-S T0	6.9860	25	.70467	.14093	<b>0,045*</b>
H-S T1	6.8860	25	.62642	.12528	
H-C3 T0	2.4868	25	.32303	.06461	0,181
H-C3-T1	2.4312	25	.31145	.06229	

Bağımlı örneklem t testi, \* $p<0,05$  istatistiksel olarak anlamlı.

### 4.4 Ortognatik cerrahi grubunda seste meydana gelen anlamlı değişiklikler ile yapısal değişiklikler arasındaki korelasyonun değerlendirilmesi

Ortognatik cerrahi grubunda izole ve kelime içinde geçen ses parametrelerinde tespit edilen anlamlı farklılıklar ile ortognatik cerrahiye bağlı meydana gelen yapısal değişiklikler arasındaki korelasyonun değerlendirilmesi Tablo 4.21 ve Tablo 4.22’de sunulmuştur.

**Tablo 4.21 : Cerrahi sonrası anlamlı değişiklik gösteren izole sesler ile yapısal değişiklikler arasındaki korelasyon**

	İzole [e] sesinin ΔF1 değeri		İzole [u] sesinin ΔF2 değeri		İzole [u] sesinin ΔShimmer değeri		İzole [œ] sesinin ΔF1 değeri		İzole [œ] sesinin ΔF2 değeri		İzole [u] sesinin ΔF3 değeri		İzole [y] sesinin ΔF1 değeri	
	Pearson Korelasyon	P değeri	Pearson Korelasyon	P değeri	Pearson Korelasyon	P değeri	Pearson Korelasyon	P değeri	Pearson Korelasyon	P değeri	Pearson Korelasyon	P değeri	Pearson Korelasyon	P değeri
ΔSNA	-,369	,070	-,403	<b>,046*</b>	-,100	,633	,307	,135	-,489	<b>,013*</b>	-,057	,788	,003	,989
ΔSNB	-,131	,532	,022	,916	,161	,443	,087	,679	-,233	,263	-,230	,268	,133	,526
ΔANB	-,199	,339	-,341	,095	-,227	,276	,149	,478	-,114	,588	,149	,478	-,109	,604
ΔWitts	-,104	,622	-,256	,216	-,154	,461	,309	,133	-,326	,112	,241	,246	-,332	,104
ΔHBV	,020	,923	,025	,907	-,041	,847	-,012	,953	,395	,051	-,003	,987	,451	<b>,024*</b>
ΔHBH	-,046	,826	-,181	,387	-,108	,608	-,355	,081	-,144	,494	,180	,391	,073	,728
ΔH-S	,068	,748	,115	,585	-,048	,819	-,174	,405	,349	,087	-,004	,983	,426	<b>,034*</b>
ΔH-C3	,041	,844	-,047	,822	-,135	,519	,336	,101	,048	,820	,032	,878	-,066	,752

\*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı

İzole olarak kaydedilen e [ε] sesinin F1 değişimi ile sefalometrik ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır (p>0,05).

İzole olarak kaydedilen ı[u] sesinin F2 değişimi ile SNA değişim ölçümü arasında istatistiksel olarak anlamlı zayıf düzeyde negatif doğrusal ilişki vardır (r=-0,403, p=0,046).

İzole olarak kaydedilen ı[u] sesinin Shimmer değişimi ile sefalometrik ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır (p>0,05).

İzole olarak kaydedilen ö[œ] F1 değişimi ile sefalometrik ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur (p>0,05).

İzole olarak kaydedilen ö[œ] sesinin F2 değişimi ile SNA değişim ölçümü arasında istatistiksel olarak anlamlı zayıf düzeyde negatif doğrusal ilişki vardır (r=-0,489, p=0,013).

İzole olarak kaydedilen u[u] sesinin F3 değişimi ile sefalometrik ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur (p>0,05).

İzole olarak kaydedilen ü[y] sesinin F1 değişimi ile sırasıyla HBV değişim ölçümü (r=0,451 p=0,024) ve HS değişim ölçümü (r=0,426, p=0,034) arasında istatistiksel olarak anlamlı zayıf düzeyde pozitif doğrusal ilişki vardır.

**Tablo 4.22 :** Cerrahi sonrası anlamlı değişiklik gösteren kelime içindeki yapısal değişiklikler arasındaki korelasyon

	Kelime içinde geçen [u] sesinin AF1 değeri		Kelime içinde geçen [u] sesinin AF2 değeri		Kelime içinde geçen [i] sesinin AF2 değeri		Kelime içinde geçen [i] sesinin AF3 değeri		Kelime içinde geçen [ɔ] sesi ile AF2		Kelime içinde geçen [æ] sesi ile AF3		Kelime içinde geçen [u] sesi ile AF3		Kelime içinde geçen [y] sesi ile AF3	
	Pearson Korelasyon	P değeri	Pearson Korelasyon	P değeri	Pearson Korelasyon	P değeri	Pearson Korelasyon	P değeri	Pearson Korelasyon	P değeri	Pearson Korelasyon	P değeri	Pearson Korelasyon	P değeri	Pearson Korelasyon	P değeri
ASNA	-,077	,716	,024	,908	-,403	<b>,046*</b>	-,181	,387	,325	,113	,100	,635	,063	,764	,317	,122
ASNB	-,204	,328	,072	,733	-,233	,263	-,119	,572	,244	,239	,040	,850	-,141	,502	-,239	,249
AANB	,112	,594	-,040	,850	-,093	,658	,011	,959	,014	,948	,034	,873	,133	,526	,450	<b>,024*</b>
AWitts	,179	,392	,061	,771	-,133	,525	-,005	,982	,153	,466	,041	,846	,107	,610	,550	<b>,004*</b>
AHBV	,156	,456	,183	,382	,069	,744	,160	,445	-,188	,368	-,039	,854	,088	,676	-,307	,136
AHBH	-,044	,833	,123	,559	-,143	,494	-,302	,143	-,026	,903	,073	,729	,164	,435	-,221	,289
AH-S	,117	,576	,094	,655	,074	,725	,098	,640	-,236	,257	-,022	,919	,166	,428	-,398	<b>,049*</b>
AH-C3	,303	,140	-,092	,661	-,135	,519	-,050	,811	,391	,053	-,024	,911	-,064	,760	,371	,068

\*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı

Kelime içinde geçen ı[u] sesinin F1 ve F2 değişimi ile sefalometrik ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur ( $p>0,05$ ).

Kelime içinde geçen i[i] sesinin F2 değişimi ile SNA değişim ölçümü arasında istatistiksel olarak anlamlı zayıf düzeyde negatif doğrusal ilişki vardır ( $r=-0,403$ ,  $p=0,046$ ). Kelime içinde geçen i[i] sesinin F3 değişimi ile sefalometrik ölçümler arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur ( $p>0,05$ ).

Kelime içinde geçen o[ɔ] sesinin F2 değişimi ile sefalometrik ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur ( $p>0,05$ ).

Kelime içinde geçen ö[æ] sesinin sesinde F3 değişimi ile sefalometrik ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur ( $p>0,05$ ).

Kelime içinde geçen u[u] sesinin F3 değişimi ile sefalometrik ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur ( $p>0,05$ ).

Kelime içinde geçen ü[y] sesinin F3 değişimi ile sırasıyla ANB değişim ölçümü arasında ( $r=0,450$   $p=0,024$ ) zayıf düzeyde ve Witts değişim ölçümü arasında orta düzeyde ( $r=0,550$   $p=0,004$ ) istatistiksel olarak anlamlı pozitif doğrusal ilişki vardır. F3 değişimi ile H-S değişim ölçümü arasında ( $r=-0,398$   $p=0,049$ ) zayıf düzeyde istatistiksel olarak anlamlı negatif doğrusal ilişki vardır.

#### 4.5 İzole Seslerdeki Değişim Miktarının Kontrol Grubu Verileriyle Karşılaştırılması

İzole seslerde tedavi öncesi (T0) ve tedavi sonrası (T1) kaydedilen parametrelerdeki değişimler fark değerleri ile ifade edilmiş (Örn:  $\Delta F0$ ), kontrol ve deney gruplarının ortalama ve standart sapmasının yanı sıra grupların karşılaştırılması ile elde edilen p değerleri Tablo 4-23'de belirtilmiştir. Kontrol ve deney gruplarının izole a[a], e[ε], ı[ɯ], i[i], o[ɔ], ö[œ] u[u] ve ü[y] seslerinin  $\Delta F0$  parametresine dair bulguları karşılaştırıldığında hiçbir seste kaydedilen değişiklik miktarı istatistiksel olarak anlamlı fark göstermemiştir.

Kontrol ve deney gruplarının izole a[a], e[ε], ı[ɯ], i[i], o[ɔ], ö[œ], u[u] ve ü[y] seslerinin  $\Delta F1$  parametresine dair bulguları karşılaştırıldığında sadece ö[œ] (p=0,016) ve ü[y] (p=0,035) seslerinde anlamlı değişiklik bulunmuştur. Kontrol grubunda değişim ortalamasının deney grubuna göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Kontrol ve deney gruplarının izole a[a], e[ε], ı[ɯ], i[i], o[ɔ], ö[œ], u[u] ve ü[y] seslerinin  $\Delta F2$  parametresine dair bulguları karşılaştırıldığında hiçbir seste kaydedilen değişiklik miktarı istatistiksel olarak anlamlı düzeye ulaşmamıştır.

Kontrol ve deney gruplarının izole a[a], e[ε], ı[ɯ], i[i], o[ɔ], ö[œ], u[u] ve ü[y] seslerinin  $\Delta F3$  parametresine dair bulguları karşılaştırıldığında sadece o[ɔ] (p=0,028) ve u[u] (p=0,015) seslerinde anlamlı değişiklik bulunmuştur. Kontrol grubunda değişim ortalamasının deney grubuna göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Kontrol ve tedavi gruplarının izole a[a], e[ε], ı[ɯ], i[i], o[ɔ], ö[œ], u[u] ve ü[y] seslerinin Shimmer parametresine dair bulguları karşılaştırıldığında e[ε] (p=0,036), ı[ɯ] (p=0,022), i[i] (p=0,031), o[ɔ] (p=0,032), u[u] (p=0,040) ve ü[y] (p=0,034) seslerinde anlamlı değişiklik bulunmuştur. ü[y] ve ı[ɯ] sesleri için kontrol grubunda değişim ortalamasının deney grubuna göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir, diğer parametrelerde ise değişim ortalaması kontrol grubunda daha fazladır.

Kontrol ve deney gruplarının izole a[a], e[ε], ı[ɯ], i[i], o[ɔ], ö[œ] u[u] ve ü[y] seslerinin Jitter parametresine dair bulguları karşılaştırıldığında hiçbir seste kaydedilen değişiklik miktarı istatistiksel olarak anlamlı fark göstermemiştir.

Kontrol ve deney gruplarının izole a[a], e[ε], ı[ɯ], i[i], o[ɔ], ö[œ], u[u] ve ü[y] seslerinin NHR parametresine dair bulguları karşılaştırıldığında sadece o[ɔ] (p=0,031) sesinde anlamlı değişiklik bulunmuştur. Kontrol grubunda değişim ortalamasının deney grubuna göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 4.23 :** Deneysel ve kontrol gruplarının izole A, E, I, İ, O, Ö, U ve Ü seslerinin  $\Delta F0$ ,  $\Delta F1$ ,  $\Delta F2$ ,  $\Delta F3$ ,  $\Delta$ Shimmer,  $\Delta$ NHR değerlerinin karşılaştırılması

		$\Delta F0$		$\Delta F1$		$\Delta F2$		$\Delta F3$		$\Delta$ Shimmer		$\Delta$ Jitter		$\Delta$ NHR	
		X $\pm$ SD	p	X $\pm$ SD	p	X $\pm$ SD	p	X $\pm$ SD	p	X $\pm$ SD	p	X $\pm$ SD	p	X $\pm$ SD	p
[a]	D	21,56 $\pm$ 63,29	0.241	16,76 $\pm$ 115,41	0.441	84 $\pm$ 376	0.772	28 $\pm$ 296	0,678	0,126 $\pm$ 2,40	0,578	0,018 $\pm$ 0,145	0,337	0,024 $\pm$ 0,016	0,653
	K	-1,94 $\pm$ 56,41		-9,05 $\pm$ 103,49		-47,05 $\pm$ 699		69 $\pm$ 359		0,57 $\pm$ 1,97		0,024 $\pm$ 0,193		0,002 $\pm$ 0,201	
[e]	D	2,32 $\pm$ 59,45	0.499	-84,32 $\pm$ 177	0.250	-27,80 $\pm$ 375	0.729	51,88 $\pm$ 553	0,982	0,512 $\pm$ 3,17	<b>0.036*</b>	0,1292 $\pm$ 0,17	0.132	0,015 $\pm$ 0,2	0.180
	K	16,05 $\pm$ 75,06		60,94 $\pm$ 423		9,73 $\pm$ 324,2		55,89 $\pm$ 616		1,29 $\pm$ 1,82		0,1109 $\pm$ 0,66		0,025 $\pm$ 0,006	
[u]	D	4,24 $\pm$ 71,25	0.420	41,52 $\pm$ 319,98	0.362	144,96 $\pm$ 311	0.813	51 $\pm$ 505	0.713	-1,167 $\pm$ 2,49	<b>0.022*</b>	0,0014 $\pm$ 0,108	0.528	-0,0009 $\pm$ 0,011	0.455
	K	8,26 $\pm$ 29,79		-29,21 $\pm$ 109,61		120,68 $\pm$ 687		-85,84 $\pm$ 434		0,43 $\pm$ 1,79		-0,0303 $\pm$ 0,194		0,0005 $\pm$ 0,031	
[i]	D	3,24 $\pm$ 29,91	0.696	-37,84 $\pm$ 564,82	0.620	47,12 $\pm$ 268,8	0.492	-23,92 $\pm$ 467	0.546	-0,597 $\pm$ 2,32	<b>0.031*</b>	-0,038 $\pm$ 0,19	0.934	-0,004 $\pm$ 0,018	0.107
	K	4,47 $\pm$ 32,2		42,52 $\pm$ 474,8		83,73 $\pm$ 164,2		-17,10 $\pm$ 346		1,09 $\pm$ 2,32		0,023 $\pm$ 0,19		0,003 $\pm$ 0,006	
[ɔ]	D	-4,8 $\pm$ 69	0.464	27,92 $\pm$ 68,6	0.507	-73,8 $\pm$ 215	0.197	-82,76 $\pm$ 250	<b>0.028*</b>	-0,337 $\pm$ 2,20	<b>0.032*</b>	-0,056 $\pm$ 0,14	0.242	-0,003 $\pm$ 0,011	<b>0.031*</b>
	K	11,63 $\pm$ 77,09		-63,36 $\pm$ 348,4		-40,8 $\pm$ 373		51,9 $\pm$ 491		1,32 $\pm$ 1,83		0,059 $\pm$ 0,15		0,003 $\pm$ 0,007	
[œ]	D	12,4 $\pm$ 44,88	0.281	73,84 $\pm$ 166,3	<b>0.003*</b>	93,24 $\pm$ 107,9	0.488	63,6 $\pm$ 233	0.672	-0,74 $\pm$ 2,81	0.197	-0,014 $\pm$ 0,14	0.379	-0,003 $\pm$ 0,013	0.514
	K	-3,63 $\pm$ 52,3		-17,4 $\pm$ 87,1		64,26 $\pm$ 166		90 $\pm$ 172		0,31 $\pm$ 1,75		0,02 $\pm$ 0,123		-0,0005 $\pm$ 0,005	
[u]	D	6,84 $\pm$ 53	0.091	39,96 $\pm$ 170	0.075	-38,96 $\pm$ 323	0.818	-143,8 $\pm$ 158	<b>0.015*</b>	-0,807 $\pm$ 2,8	<b>0.040*</b>	-0,0127 $\pm$ 0,12	0.347	-0,0031 $\pm$ 0,012	0.151
	D	-20 $\pm$ 47,96		-98,7 $\pm$ 204,2		-17 $\pm$ 293,1		35 $\pm$ 229		-0,89 $\pm$ 1,8		-0,058 $\pm$ 0,13		-0,0003 $\pm$ 0,004	
[y]	D	2,20 $\pm$ 39	0.972	73,84 $\pm$ 144,69	<b>0.035*</b>	74,4 $\pm$ 200	0.162	-98 $\pm$ 288	0.981	-1,34 $\pm$ 3,63	<b>0.034*</b>	-0,025 $\pm$ 0,161	0.586	-0,0057 $\pm$ 0,021	0.173
	D	2,57 $\pm$ 24,83		-59,73 $\pm$ 235,4		-79,7 $\pm$ 299		116 $\pm$ 812		0,426 $\pm$ 1,67		-0,051 $\pm$ 0,49		0,0004 $\pm$ 0,003	

İki bağımsız örneklem t testi, Mann-Whitney U test. \*p<0.05 istatistiksel olarak anlamlı



#### 4.6 Kelime İçinde Geçen Seslerdeki Değişim Miktarının Kontrol Grubu Verileriyle Karşılaştırılması

Kelime içinde geçen seslerde tedavi öncesi (T0) ve tedavi sonrası (T1) kaydedilen parametrelerdeki değişimler fark değerleri ile ifade edilmiş (Örn:  $\Delta F0$ ), kontrol ve deney gruplarının ortalama ve standart sapmasının yanı sıra grupların karşılaştırılması ile elde edilen p değerleri Tablo 4-24'de belirtilmiştir.

Kontrol ve deney gruplarının kelime içinde geçen a[a], e[ε], ı[w], i[i], o[ɔ], ö[œ], u[u] ve ü[y] seslerinin  $\Delta F0$ ,  $\Delta$ Shimmer,  $\Delta$ Jitter,  $\Delta$ NHR parametrelerine dair bulguları karşılaştırıldığında hiçbir seste kaydedilen değişiklik miktarı istatistiksel olarak anlamlı fark göstermemiştir.

Kontrol ve deney gruplarının kelime içinde geçen a[a], e[ε], ı[w], i[i], o[ɔ], ö[œ], u[u] ve ü[y] seslerinin  $\Delta F1$  parametresine dair bulguları karşılaştırıldığında sadece ö[œ] (p=0,015) sesinde anlamlı değişiklik bulunmuştur. Kontrol grubunda değişim ortalamasının deney grubuna göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Kontrol ve deney gruplarının kelime içinde geçen a[a], e[ε], ı[w], i[i], o[ɔ], ö[œ], u[u] ve ü[y] seslerinin  $\Delta F2$  parametresine dair bulguları karşılaştırıldığında sadece o[ɔ] (p=0,005) ve ü[y] (p=0,048) seslerinde anlamlı değişiklik bulunmuştur. Kontrol grubunda değişim ortalamasının deney grubuna göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Kontrol ve deney gruplarının kelime içinde geçen a[a], e[ε], ı[w], i[i], o[ɔ], ö[œ], u[u] ve ü[y] seslerinin  $\Delta F3$  parametresine dair bulguları karşılaştırıldığında sadece u[u] (p=0,000) ve ü[y] (p=0,000) seslerinde anlamlı değişiklik bulunmuştur. Kontrol grubunda değişim ortalamasının deney grubuna göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 4.24 :** Deney ve kontrol gruplarının izole A2, E2, I2, İ2, O2, Ö2, U2 ve Ü2 seslerinin  $\Delta F0$ ,  $\Delta F1$ ,  $\Delta F2$ ,  $\Delta F3$ ,  $\Delta$ Shimmer,  $\Delta$ NHR değerlerinin karşılaştırılması

		$\Delta F0$		$\Delta F1$		$\Delta F2$		$\Delta F3$		$\Delta$ Shimmer		$\Delta$ Jitter		$\Delta$ NHR	
		X $\pm$ SD	p	X $\pm$ SD	p	X $\pm$ SD	p	X $\pm$ SD	p	X $\pm$ SD	p	X $\pm$ SD	p	X $\pm$ SD	p
[a]	D	-8,56 $\pm$ 57,41	0.308	-18,82 $\pm$ 71,44	0.859	-76,76 $\pm$ 281	0.054	-97,04 $\pm$ 450	0.594	-,592 $\pm$ 3,18	0.919	,039 $\pm$ ,287	0.855	-,0011 $\pm$ ,055	0.475
	K	9,01 $\pm$ 54,09		-21,92 $\pm$ 55,52		80,66 $\pm$ 230		28,52 $\pm$ 275		-,504 $\pm$ 2,25		,068 $\pm$ ,713		-,0153 $\pm$ ,075	
[e]	D	3,40 $\pm$ 28,71	0.839	-30,88 $\pm$ 198	0.192	55,30 $\pm$ 255,24	0.541	-43,30 $\pm$ 478	0.594	2,25 $\pm$ 1,12	0.610	,0299 $\pm$ ,17	0.866	-,0119 $\pm$ ,033	0.078
	K	1,73 $\pm$ 23,83		22,47 $\pm$ 303		97,78 $\pm$ 181		118,78 $\pm$ 281		,391 $\pm$ 1,70		,0455 $\pm$ ,413		,0136 $\pm$ ,054	
[w]	D	-2,49 $\pm$ 34,84	0.959	32,76 $\pm$ 57,26	0.013	97,46 $\pm$ 186,37	0.338	-17,89 $\pm$ 269	0.507	-,636 $\pm$ 4,28	0.495	-,013 $\pm$ ,306	0.203	-,0057 $\pm$ ,036	0.887
	K	-2,94 $\pm$ 19,08		-23,80 $\pm$ 87,92		23,05 $\pm$ 144		36,05 $\pm$ 259		,110 $\pm$ 2,24		,112 $\pm$ ,334		-,0071 $\pm$ ,024	
[i]	D	6,14 $\pm$ 28,98	0.156	23,54 $\pm$ 252	0.325	84,81 $\pm$ 164	0.672	92,06 $\pm$ 299	0.962	-,153 $\pm$ 3,17	0.181	,0942 $\pm$ ,383	0.142	,0074 $\pm$ ,037	0.095
	K	-8,64 $\pm$ 39,05		128,3 $\pm$ 286		107,03 $\pm$ 179		35,96 $\pm$ 352		,773 $\pm$ 1,67		,2752 $\pm$ ,415		,0204 $\pm$ ,034	
[ɔ]	D	5 $\pm$ 38,68	0.310	23,82 $\pm$ 107,7	0.185	-69,53 $\pm$ 150	0.005*	-60,57 $\pm$ 201	0.129	-,465 $\pm$ 3,16	0.271	-,030 $\pm$ ,274	0.539	-,006 $\pm$ ,025	0.362
	K	17,38 $\pm$ 40,87		2,21 $\pm$ 77,46		71,89 $\pm$ 168		30 $\pm$ 178		,987 $\pm$ ,92		,0453 $\pm$ ,525		,0265 $\pm$ ,155	
[œ]	D	7,5 $\pm$ 40,44	0.953	22,78 $\pm$ 68	0.015*	-5,32 $\pm$ 190	0.271	-99,7 $\pm$ 228	0.132	-,795 $\pm$ 3,01	0.214	-,1202 $\pm$ ,414	0.546	-,0244 $\pm$ ,055	0.644
	K	12,71 $\pm$ 39,59		-26,42 $\pm$ 56		32,36 $\pm$ 149		,386 $\pm$ 181		,438 $\pm$ 2,09		-,088 $\pm$ ,334		-,0014 $\pm$ ,023	
[u]	D	-2,32 $\pm$ 35	0.274	-45,17 $\pm$ 159	0.934	-47,9 $\pm$ 189	0.523	-273,1 $\pm$ 307	0.000*	-,692 $\pm$ 3,68	0.090	-,004 $\pm$ ,389	0.834	-,0065 $\pm$ ,030	0.021
	K	-16,22 $\pm$ 48		-8,17 $\pm$ 288		-8,17 $\pm$ 218		60,89 $\pm$ 146		,812 $\pm$ 1,82		,0216 $\pm$ ,264		,0089 $\pm$ ,023	
[y]	D	12,9 $\pm$ 36	0.290	-,226 $\pm$ 73	0.890	-35,3 $\pm$ 175	0.048*	-152,9 $\pm$ 158	0.000*	-,616 $\pm$ 2,73	0.822	,0231 $\pm$ ,462	0.788	-,0109 $\pm$ ,039	0.387
	K	3,17 $\pm$ 18,37		-3,26 $\pm$ 69		56,8 $\pm$ 105		26,96 $\pm$ 110		-,240 $\pm$ 2,33		-,0188 $\pm$ ,563		,0039 $\pm$ ,026	

İki bağımsız örneklem t testi, Mann-Whitney U testi, \*p<0.05 istatistiksel olarak anlamlı.

## 5. TARTIŞMA

### 5.1 Gereç ve Yöntemin Tartışılması

Bu çalışmada büyüme gelişimini tamamlamış, ortognatik cerrahi ile düzeltim ihtiyacı belirlenmiş Sınıf III maloklüzyona sahip 25 hasta dahil edilmiştir. Hastaların ortognatik cerrahiye ihtiyacı olup olmadığına Bezmialem Vakıf Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi Ortodonti Bölümü vaka toplantılarında karar verilmiştir. Bu kurul 5 öğretim üyesi ve bölümün lisansüstü öğrenim gören diş hekimlerinden oluşmaktadır. Ses kayıtları ve sefalometrik röntgenler hastalardan ameliyattan hemen önce ve ameliyattan 6 ay sonra alınmıştır.

Literatürde ortognatik cerrahi sonrası gelişen ses değişikliklerini konu alan çalışmalarda bazı metodolojik zayıflıklar belirlenmiştir. Bu metodolojik kısıtlamalar arasında; küçük örneklem boyutu, tedavi gruplarındaki homojenite eksikliği, cerrahi teknikteki varyasyonlar, postoperatif değerlendirmenin zamanlaması sayılabilir [13, 112, 113]. Sınıf II cerrahi hastalarında mandibulanın ilerlemesi, dilin hareketini engellemez, ses yolunu uzatır ve artikülasyonda geçici değişikliklere neden olabilir [114]. Buna karşılık Sınıf III maloklüzyonlu hastalarda mandibulanın geriye doğru hareketi, vokal yolun uzunluğunu azaltır ve aynı zamanda dilin hareketini kısıtlayabilir [114]. Bu nedenlerden dolayı, mandibula ilerletme ve geriletme ameliyatlarının sonuçları klinik yönden anatomik yapılarda meydana gelecek konumsal farklılıklardan dolayı farklı sonuçlar yaratabilir. Çalışmamızda bu sorunları elimine etmek için; aynı maloklüzyona sahip, sayıca yeterli hasta grubuna, aynı cerrahi operasyon, aynı ekip tarafından gerçekleştirilmiştir. Bütün bireylerin ortodontik ortognatik cerrahi hazırlıkları, planlamaları ve operasyonlarının aynı ekip tarafından gerçekleştirilmiş olması metodun standardizasyonu açısından önemlidir.

Chen ve ark., labial ve lingual sabit apareyler, palatal genişleticiler ve ortodontik yer tutucular gibi çeşitli ortodontik apareylerin konuşma güçlüklerine yol açabildiğini rapor etmiştir [115]. Bu çalışmada lingual apareylerin neden olduğu konuşma güçlüklerinin, labiyal aygıtara göre daha baskın olduğunu bulunmuştur. Bu aygıtların

varlığıyla en çok etkilenen ünlü sesin /i/ ve ünsüzlerden /s/, /t/ ve /d/ olduğu tespit edilmiştir [115]. Çalışmamızda bu bilgi ışığında ses kayıtlarının alındığı süreçte hastalarda transpalatal ark ya da lingual ark gibi dilin hareketlerini sınırlandıracak ve ses oluşumunda etkili olabilecek bir aygıtın olmamasına dikkat edilmiştir.

Le Fort I osteotomisi maksiller deformitelerin onarımında en sık kullanılan cerrahi yöntemdir. Uygulama tekniğini kolay olması, pek çok fonksiyonel ve estetik uyumsuzluğa çözüm olması ve sonuçların kalıcı olması en sık tercih edilen teknik olmasının temel nedenleridir [116]. Çalışmamıza dahil edilen tüm bireylerde üst çene ilerletme operasyonlarında Le Fort I osteotomisi uygulanmıştır.

Bisagittal split osteotominin en sık tercih edilen teknik olmasının nedeni; intraoral yaklaşım olması, farklı tiplerdeki deformitelerde kullanılabilir olması, anatomik ve fizyolojik uyumunun diğer cerrahi tekniklere göre üstün olması ve rijit fiksasyona olanak tanınmasıdır [107]. Çalışmamıza dahil edilen bireylerin hepsinde uygulanan mandibular cerrahi bisagittal split ramus osteotomisidir.

Kraniyomaksiller osteotomiler sonucunda seste meydana gelen değişiklikleri konu alan bir derlemede ses materyali alma zamanlaması da incelenmiştir [112]. Çalışmaların bazılarında (%10,2) ses değerlendirmesinin ameliyattan hemen sonra, %24,4'ünde 3 ay içinde, %39'unda 6 ay civarında, %31,7'sinde ise 1. yılda ve diğer %24,4'ünde ise ameliyat sonrası 1 yıldan fazla zaman sonrasında gerçekleştirildiği rapor edilmiştir. Bu derlemede bahsi geçen zamanlamalar gözden geçirildiğinde en sık seçilen ses kayıt zamanlamasının ameliyattan 6 ay sonrası olduğu, ve bunu 1 yıllık sürecin izlediği görülmüştür [112]. Ortognatik cerrahi gibi girişimsel operasyonların yumuşak dokuda ödeme neden oluşu, nöromusküler adaptasyonların zaman aldığı ve anatomik yapıların yeni konumlarına adaptasyonlarının uzun sürebildiği bilinmektedir [117, 118]. Ameliyattan hemen sonra alınan kayıtların bu durumdan etkilenebilmesi doğaldır. Bu nedenle ses kayıtlarının takip ve iyileşme dönemi sonrasına ertelenmesinin uygun olacağı düşünülmüştür.

Day ve ark., iskeletsel Sınıf III maloklüzyonu olan 10 hastada ortognatik cerrahiyle meydana gelen fasiyal yumuşak dokulardaki değişiklikleri değerlendirmişlerdir [117]. Yazarlar ilk 4 ay boyunca yumuşak dokularda hacimsel değişiklikler gözlendiğini bildirmiş, dokuların adaptasyonu ve remodelingi için en az 6 ay gibi bir süreye ihtiyaç

olduğunu vurgulamışlardır [117]. Çalışmamızda yumuşak dokuların adaptasyonu ve dilin anatomik yapıların yeni konumuna müsküler adaptasyon geliştirmesini beklemek amacıyla ses kayıtlarını ve sefalometrik röntgenleri postoperatif 6. ayda (T1) almayı tercih ettik.

Evans ve ark. gün içerisinde vücutta değişiklik gösteren hormon düzeylerinin sesi etkilediğini ve seste farklılıklar meydana getirdiğini tespit etmişlerdir [119]. Hastalardan saat 9:00, 12:00 ve öğleden sonra 15:00'te aldıkları ses kayıtları ile birlikte saliva örnekleri alınmıştır ve bunların testesteronla olan ilişkisi incelenmiştir. Testesteron miktarı ile F0 frekansı arasında negatif korelasyon bulunmuştur, yani sabah 9:00'da alınan kayıtlarda testesteron hormonu fazla seste fundamental frekansın daha düşük olduğunu, öğlen 12:00 ve öğleden sonra 15:00'de aldığı kayıtlarda ise testesteronun giderek düştüğünü ve seste fundamental frekansın giderek arttığını rapor etmişlerdir [119]. Bu çalışmanın verileri ışığında gün içerisinde testesteron miktarı ve ses frekansının değişebileceği düşünülerek çalışmamızda bütün hastaların kayıtları öğlen 12:00'de alınmıştır. Böylece hormonal etkinin minimize edilmesi hedeflenmiştir.

Ses tellerinin uzunluğu yaşla birlikte artar. Erkeklerde yaşamın ilk 20 yılında 0.7 mm/yıl, kızlarda 0.4 mm/yıl uzar. Kızlarda ses mutasyonu 12-14 yaş arasında, erkeklerde 13- 15 yaş arasında gelişimini tamamlar. Özellikle erkek çocuklarda testosteron ve büyüme hormonu, vokal kordlarda ve larinkste hızlı büyümeye neden olur ve larenks özellikle anteroposterior yönde gelişir [120]. Ergenlik döneminde sesin çok kısa sürede hormonların etkisiyle ve boy artışıyla beraber ses yolunun uzunluğundaki farklılıklar kaynaklı seste değişiklikler meydana geldiği ile ilgili çalışmalar literatürde mevcuttur [121, 122]. Hollien ve ark., çalışmalarında ergenlik sürecinde olan erkek çocuklarının ses değişikliklerinin, ergenliğin hangi aşamasında olduklarından çok kronolojik yaş işe bağlantılı olduğunu savunmuşlardır [123]. Fakat daha sonra yapılan bir çalışmada sesteki değişikliklerin yaştan daha çok boy, ses yolu uzunluğu değişikliği ve testesteron hormonu ile korelasyonlarının yaş korelasyonundan daha yüksek olduğu bildirilmiştir [121]. Çalışmamıza dahil edilen tüm bireyler 18 yaşından büyük, yetişkin bireylerdir, böylece hormonal ve büyüme kaynaklı meydana gelebilecek ses değişikliklerinin ekarte edilmesi hedeflenmiştir.

Puberfoni, puberte döneminde ortaya çıkan, ses perdesinin anormal derecede ince olması ve ses kırılmasıyla karakterize bir ses perde bozukluğudur [120]. Puberte

döneminin sonunda hormonal olgunlaşma tamamlanmış olmasına rağmen seste olgunlaşma sağlanmamıştır. Puberte ile birlikte ortaya çıkan kalın sesi hasta kabullenemez ve çocukluktan kalma eski ince sesine benzer bir tonda konuşmaya çalışır. Erkek çocuklarda puberte ile ses perdesindeki değişim fazla olduğu için erkek çocukların sorunu olarak görülmektedir [124]. Çalışma grubumuz oluşturulurken puberfoni gibi ses hastalıkları anamnezde sorgulanmış ve mevcut ise çalışma dışı bırakılmıştır.

Yurttadur ve ark.'nın mikrofonların cinslerinin ve kullanım biçimlerinin ses analizine etkilerinin araştırıldığı çalışmalarında ses kayıtları dinamik mikrofon (Shure Sm58) ile yapılmıştır [125]. Profesyonel ve normal kullanıcılar için olan farklı kalitedeki mikrofonlar farklı mesafe ve farklı açılarda kullanılarak karşılaştırılmıştır. Mikrofonların açıları 0°, 45° ve 90° olacak şekilde ayarlanmış, 4cm, 30cm ve 1cm uzaklıklarda farklı ses kayıtları alınmıştır. Sonuç olarak kondenser mikrofonların dinamik mikrofonlara kıyasla daha tutarlı sonuçlar sağladığı rapor edilmiştir. Araştırmacılar, pertübasyon değerlerinin en çok mikrofon hassasiyetinden ve ağız-mikrofon arası mesafeden etkilendiğini, açının kısa mesafelerde etkisinin daha az olduğunu, mikrofonta olan uzaklığın artmasıyla açının etkisinin büyüdüğünü rapor etmişlerdir [126]. Çalışmamızda profesyonel kullanım için üretilen, yüksek hassasiyetli, tüplü kondenser tipi bir mikrofon (Telefunken Ar-51) kullanılmıştır.

Ortognatik cerrahinin birincil amacı kişiyi normal oklüzyona ve daha estetik görünüme getirmek olsa da çiğneme ve telaffuzdaki fonksiyonel gelişmeler de elde edilen önemli sonuçlardır. Ortognatik cerrahinin yaygınlaşması ve yeni tekniklerin geliştirilmesiyle birlikte 1970'li yıllardan itibaren ortognatik cerrahinin ses ve konuşma üzerine olan etkileri araştırılmaya başlanmıştır [127]. Önceleri daha çok subjektif olarak algısal (perseptüel) yöntemler ile gerçekleştirilen çalışmalar literatürde yer almıştır [10, 12, 118].

Ruscello ve ark., çeşitli iskeletsel deformitelerin düzeltilmesi için ortognatik cerrahi uygulanan 20 hastanın konuşma kayıtlarını cerrahi öncesi ve postoperatif dönemde periyodik aralıklarla incelemiştir [10]. Hastalar ortognatik cerrahi sonrası görünümlerine ve oral fonksiyonlarına odaklanan anketleri doldurmuştur. Hastaların yaklaşık %60'ı ameliyat öncesi artikülasyon hatalarına sahiptir ve bu hatalar anlaşılabilir özellikleriyle çatışmadıkları için hafif olarak sınıflandırmışlardır. Periyodik kayıtlar, ameliyat öncesi hataları sergileyenlerin çoğu için artikülasyonda

pozitif değişiklikler olduğunu göstermiştir. Deneklerin hiçbirinin artikülasyonunda postoperatif bozulma yaşanmamıştır. Deneklerin operasyon sonuçlarına ilişkin bireysel algılarında değerlendirilen tüm parametreler olumlu gelişim göstermiştir [10]. Valling, ortognatik cerrahi öncesi ve 3, 6, 9 ve 12 ay sonrası, 34 hastanın artikülasyon, ses, rezonans, işitme hassasiyeti ve orta kulak fonksiyonu parametrelerini incelemiştir [12]. 34 hastanın 30'unda ameliyattan önce artikülasyon hataları olduğu rapor edilmiştir. Bu hataların ünsüzlerde en sık /s/ ve /z/ seslerinde meydana geldiği, bunları /j, zh, ch/ ve /sh/'nin takip ettiği gözlenmiştir. Ameliyattan sonra, konuşma terapisi gibi bir müdahale olmaksızın bireylerin çoğunda artikülasyonun kendiliğinden düzeldiği görülmüştür. Preoperatif artikülasyon hatalarının çoğu postoperatif 3. ayda ortadan kalkmıştır. Kalan artikülasyon hatalarının özellikle açık kapanışa sahip bireylerde 6. aydan sonra anlamlı iyileşme gösterdiği ve /s/ ve /z/ seslerindeki hataların 12 ay süresince düzelme yönünde değişiklik gösterdiği kaydedilmiştir. Ses, rezonans, velofaringeal port alanı ve işitme hassasiyetinin ameliyata bağlı bir değişiklik göstermediği rapor edilmiştir. Bu çalışma verilerinden yola çıkılarak cerrahi düzeltme gerektiren ciddi iskelet maloklüzyonların ünsüz seslerin artikülasyonu üzerinde etkili olduğu ve cerrahi düzeltimin bu hataların çoğunun düzeltilmesine yol açtığını göstermektedir [12]. Ayrıca bu çalışmada konuşma özelliklerini değerlendirmek için cerrahi sonrası en az 3 aylık takip dönemi önerilmektedir.

Akustik parametrelerin subjektif değerlendirme yöntemlerinin kişisel algılara bağlı olması, standardize edilememesi, değerlendiren kişinin dönemsel, kişisel özelliklerine bağlı olması gibi kısıtlamaları mevcuttur. Teknolojinin ilerlemesi ile birlikte akustik analiz gibi objektif değerlendirmeler ön plana çıkmıştır ve spektrogramlardan yararlanılmaya başlanmıştır. Algısal değerlendirmeye karşılaştırıldığında, akustik analiz nesnel ve güvenilir bir ölçüm yöntemi sunar ve algısal araştırmayı tamamlayabilir niteliktedir. Perseptüel değerlendirme ve akustik analizlerin aynı hastalara grubuna uygulandığında, perseptüel değerlendirme sonucu değişiklik olmadığı bildirilen vakaların akustik analizinde sesli harfler üzerinde frekans değerlerinde anlamlı değişiklikler bildirilmiştir [113]. Bu bulgu, ölçüm yöntemlerinin nesnelliliğinin önemini vurgular niteliktedir.

Akustik ölçümler dinleyicinin algılayamayacağı artikülasyondaki ince değişikliklerin araştırılmasına izin vermektedir [128]. Çalışmamızda artikülatörler yapılarıdaki

cerrahiye bağılı değişiklikler ve bunun sese olan etkilerinin daha iyi anlaşılmasını sağlamak amacıyla akustik analiz yöntemi kullanılmıştır. Bununla birlikte, akustik değişkenler, algısal yargı ve artikülatörlerin hareketi arasındaki ilişki karmaşık yapıda olmaya devam etmektedir. Örneğin, akustik ölçümlerdeki değişikliklerin klinik veya algısal olarak ne düzeyde önemli farklılıklara yol açtığı konusunda norm değerler üzerinde gerçekleştirilmiş bir çalışma literatürde henüz mevcut değildir.

Çalışmamızda akustik analizi gerçekleştirmek için Praat isimli program tercih edilmiştir. Praat özellikle fonetik incelemelere yönelik geliştirilmiş ücretsiz bir programdır. Praat bununla beraber, güvenilir sonuçlar sağlamaktadır [129]. Oğuz ve ark., üç farklı ses analiz programı kullanarak (Praat, MDVP ve Dr. Speech) ortam gürültüsün pertürbasyon analizi üzerindeki etkisini araştırmış, Praat'ın MDVP ve Dr. Speech programlarına göre ortam gürültüsünden daha az etkilendiğini sonucunu bulmuşlardır [130]. MDVP programıyla ölçülebilen parametrelere benzer olarak Praat programıyla ayrıca perde, Jitter, Shimmer, NHR gibi parametreler de ölçülebilmektedir.

Dr. Speech ve Praat programı sonuçları arasındaki korelasyonu değerlendiren bir çalışmada dar bant spektrogramı (narrow-band spectrogram) ve akustik ses parametrelerinden Jitter, Shimmer, NHR oranı ve F0 değerleri arasındaki farka bakılmış ve her iki programda da patolojik seslerin akustik analizinde benzer sonuçlara ulaşıldığı görülmüştür [131].

MDVP ve Praat programlarının pertürbasyon ölçümlerinin karşılaştırıldığı bir diğer çalışmada MDVP programının Praat'a göre tutarlı bir şekilde daha yüksek ölçüm değerleri verdiği, her iki program arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark olduğu görülmüştür [132]. MDVP ve Praat arasındaki bir diğer fark da Praat programı'nın internet üzerinden ücretsiz bir şekilde edinilebilmesi ve yazılımcılar tarafından programın orijinalinde var olmayan ancak bazı ses özelliklerini değerlendirebilmek için yazılan matematiksel formülleri "özelleşmiş script" olarak program içine yükleyerek analiz yapılmasının mümkün olmasıdır.

Lateral sefalometrik röntgenler; bireylerin dişsel, iskeletsel yapılar ve yumuşak doku morfolojisinin incelenmesi, büyüme paternlerinin değerlendirilmesi, tedavi planlaması, iskeletsel anomalilerinin belirlenmesi, bireylerdeki ya da toplumlardaki



yüz ve baş bölgesi parametrelerinin değerlendirilmesi, ileriki dönemlerdeki büyüme tahmininin yapılabilmesi amacıyla ortodonti pratiğinde çoğu zaman kullanılmaktadır. Çalışmamızda lateral sefalometrik radyografinin tercih edilme sebebi; tüm bu avantajlarının yanı sıra yaygın kullanımı, daha kolay karşılaştırma imkanı sunması ve hastaya verilen radyasyonun daha düşük olmasıdır. Çalışmamızda 2 boyutlu görüntüler olan lateral sefalometrik radyografiler kullanılarak hyoid ile ilgili ölçümler yapılmıştır. Çalışmanın retrospektif olması dolayısıyla her bireyin ameliyat öncesi ve sonrası KIBT görüntüleri bulunmamaktadır. Ancak, incelemelerin 2 boyutlu olması nedeniyle oluşan magnifikasyon, görüntü distorsiyonu ve anatomik yapıların birbiri üzerine süperpoze olması gibi görüntüyü olumsuz etkileyen durumlardan dolayı ilerleyen çalışmalarda 3 boyutlu yöntemlerle anatomik yapıların uzayın üç yönündeki konum değişimleri değerlendirilebilir. Bununla birlikte çalışmamızda kullandığımız sefalometrik röntgenlerin 3 boyutlu detayları görüntüleyememeleri dezavantajları olarak gösterilse de; sefalometrik röntgenler, BT dâhil olmak üzere diğer tüm görüntüleme tekniklerinden daha yüksek görüntü çözünürlüğü sunmaktadırlar ve sagittal değişiklikleri saptamada oldukça güvenilirlerdir [133].

Cerrahi sonrası sert dokuların anatomik yapıların yeni konumlarına adaptasyonlarının uzun sürdüğü bilindiği için hastalarda meydana gelen değişikliklerin sefalometrik değerlendirmesi için 6 ay beklenmiştir. Model cerrahisinde planlanan hareketlerin ameliyatta tam olarak uygulanmamış olma ve ameliyat sonrası relaps meydana gelme ihtimaline karşı cerrahi sonrası sert dokuda meydana değişim miktarları hasta dosyasında yazan ameliyat planlamasına göre değil sefalometride ölçülen değerlere göre yorumlanmıştır.

## **5.2 Bulguların Tartışılması**

Literatürde ortognatik cerrahinin seste meydana getirdiği değişiklikleri araştıran az sayıda çalışma mevcuttur [15, 110, 114]. Ahn ve ark., bisagital split ramus osteotomisi (BSSO) yapılan 8 mandibular prognatili hastanın, ameliyat öncesi ve sonrası artikülasyon konumlarını formant grafikleri ile, ünlü harflerin formant frekanslarını ise akustik analizle karşılaştırmışlardır [114]. Tüm hastalardan ünlü harfleri seslendirmeleri istenmiş ve ameliyattan önce, ameliyattan 6 hafta, 3 ay ve 6 ay sonra olmak üzere dört farklı seansta kayıtlar tekrarlanmıştır. Veriler Praat (ver. 5.1.31) ve Plot Formant (ver.1.0) kullanılarak analiz edilmiş ve sekiz sesli harfin F1, F2 formant

frekansları analiz edilmiştir. Sonuç olarak e[e], ö[æ], ve a[a] ünlülerin F1 ve F2 değerlerinin BSSO sonrasında azaldığı ve hastaların artikülasyon konumlarının cerrahiden sonra postero-superior yöne kaydığı tespit edilmiştir. a[a] sesinin hem F1 hem de F2 frekansında büyük düşüşlerin olmasını, BSSO sonrası mandibulanın anterioposterior uzunluğundaki azalma nedeniyle, temporomandibular eklemden oluşan rotasyonun yarıçapının kısılmasına bağlı ünlü seslerin artikülasyonunda en alt konuma sahip olan [a] harfinin aynı açıklıkta (maksiller ve mandibula kesici dişler arası) en büyük posteriora doğru hareketi göstermesiyle açıklamışlardır. Ek olarak, sesli harflerin artikülasyon alanı BSSO'dan sonra önemli ölçüde azalmıştır, ancak zamanla yavaşça artmıştır [114]. Çalışmamızda [e] sesinin F1 frekansı cerrahiden sonra anlamlı olarak azalmıştır ve bu bulgu Ahn ve ark. larının sonuçları ile uyumludur.

Bowers ve ark., 3'ü Sınıf II, 2'si Sınıf III maloklüzyona sahip 5 ortognatik cerrahi hastasının ses kayıtlarını hem perseptüel yöntemle hem de akustik analizle değerlendirmişlerdir [113]. Ortodontik tedavi öncesi, ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası olmak üzere 3 ayrı dönemde alınan ses kayıtları incelenmiştir. Perseptüel değerlendirme ile 3 kayıt arasında anlamlı değişiklik tespit edilmezken, akustik analizde 5 hastada da değerlendirmeye alınan '/e/' sesinin F2 değerinde anlamlı değişiklik olduğunu, '/a/' ve '/u/' seslerinde ise minör değişiklikler olduğu saptanmıştır. Formant frekanslarda /i/ sesinin F2 değerinin BSSO'dan hemen sonra azaldığını, ancak sonradan tedavi öncesi seviyeye döndüğü öne sürülmüştür. Bu bulgu çalışmamızda kelime içinde geçen /i/ sesinin F2 ölçümünün anlamlı derecede daha düşük olmasıyla uyum göstermektedir ancak çalışmamızda 6 aylık dönem sonunda alınan kayıtlar değerlendirilmiştir. Bowers ve ark.'nın çalışmasında ise son kayıt olarak belirtilen "braketlerin sökümü sonrası" kayıt zamanlaması hakkında detaylı bilgi verilmemiştir. Ayrıca, BSSO'dan sonra /a/ ve /u/ seslerinin F2 değerinde daha az değişiklik olduğunu bildirmişlerdir [113]. Bowers ve ark.'nın çalışmasının düşük örneklem sayısı ve heterojen hasta grubu içermesi göz önünde bulundurulmalıdır.

Tatlı ve ark., bimaxiller ortognatik cerrahiye başvuran iskeletsel Sınıf II ve III deformiteleri olan 33 hastada sesin akustik parametrelerindeki postoperatif değişiklikleri değerlendirmek, ve ortognatik cerrahi sonrası ses değişiklikleri ile yapısal değişiklikler (PAS hacmi, min CSA, hyoid kemik pozisyonu) arasındaki olası

ilişkiyi araştırmayı amaçlamışlardır [13]. Ortognatik cerrahinin iskeletsel Sınıf II ve III maloklüzyona sahip hastalarda ses özelliklerini önemli ölçüde değiştiğini göstererek tüm ses parametrelerinde anlamlı düşüslere neden olduğunu göstermişlerdir. Çalışmamızda /e/, /ı/, /ö/, /u/ ve /ü/ seslerinin çoğu parametresinde anlamlı düşüşler (F1, F2, F3, Shimmer) bulunmuştur ve bu bulgular Tatlı ve ark.'nın çalışması ile uyumludur. Ayrıca Sınıf II iskeletsel deformitesi olan hastalarda temel ses frekanslarının hava yolu parametreleri ve hyoid kemik pozisyonu ile anlamlı şekilde ilişkili olduğu gözlenmiş bununla birlikte, Sınıf III iskeletsel deformitesi olan hastalarda değerlendirilen parametrelerin hiçbiri arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Bu tespitin aksine çalışmamızda Sınıf III hastalarda izole ü[y] sesinde F1 değişimi ile HBV ve HS arasında anlamlı zayıf düzeyde pozitif doğrusal ilişki ve kelime içinde geçen ü[y] sesi ile HS arasında zayıf düzeyde istatistiksel olarak anlamlı negatif doğrusal ilişki bulunmuştur. Tatlı ve ark., Sınıf II iskeletsel deformitesi olan hastalarda artan hava yolu parametreleri, hyoid kemiğin superiora hareketi ve maksillanın anterior hareketi, azalmış ses parametrelerinin bazıları ile önemli ölçüde ilişkili bulmuşlardır. Sınıf III iskelet deformitesi olan hastalarda ise artmış OP, azalmış HP, artmış TV, azalmış min CSA, mandibulanın posterior hareketi ve yaş, azalmış ses parametrelerinin bir kısmı ile anlamlı olarak ilişkilendirilmiştir [13]. Çalışmamızdan farklı olarak akustik analizde sadece /a/ sesi Tatlı ve ark. tarafından ölçülmüştür. Tatlı ve ark. çalışmasında kontrol grubunun olmaması ve çalışma grubunun Sınıf II ve Sınıf III hastalardan oluşması çalışmanın kısıtlamaları olarak değerlendirilebilir.

Mishima ve ark., Sınıf III maloklüzyonlu ve bisagital split ramus osteotomisi (BSSO) yapılan 16 hastalık (8 erkek ve 8 kadın) deney grubu oluşturmuştur. Kontrol grubu olarak 50 sağlıklı yetişkin (25 erkek ve 25 kadın) hasta çalışmaya dahil edilmiştir [134]. Japonca'daki her sesli harf için birinci ve ikinci formant (F1, F2) ve temel frekans (F0) değerlendirilmiştir. F0'da BSSO'dan sonra anlamlı değişiklik bulunmamıştır. Erkeklerde BSSO'dan sonra /i/ ve /u/ sesleri için F2 frekansı anlamlı ölçüde azalırken, kadınlarda anlamlı değişiklik bulunmamıştır [134]. Çalışmamızda da hiçbir sesin F0 frekansında anlamlı değişiklik bulunmamıştır ve /i/ sesinin F2 frekansı benzer şekilde ameliyat sonrası azalmıştır, bu bulgular Mishima ve ark.'nın sonuçları ile uyumludur.

Ünlü harfler arasındaki formant frekans farklılıkları dilin yüksekliği, pozisyonu ve çenelerin açılmasındaki varyasyonlar ile oluşur. /e/ ve /a/ ünlüleri oral kavitenin anterior bölgesinde oluşmasına rağmen /e/ harfinin karakteristik formant frekansı küçük çene açıklığı ve maksillaya doğru yüksek dil pozisyonuyla oluşmaktadır. /a/ harfi seslendirilirken ise geniş çene açıklığı ve alçak dil pozisyonu gözlemlenir [113]. Çalışmamızda /a/ sesinde anlamlı değişiklik bulunmazken /e/ sesinin F1 frekansı cerrahi sonrası azalmıştır. /a/ sesinde cerrahi sonrası dönemde değişiklik meydana gelmemesini, ağız açıklığının arttırılarak ya da dilin daha aşağıda konumlandırılarak adaptasyon gösterilmesiyle açıklayabiliriz. /e/ sesinde tespit edilen farklılığın ise, bu sesin daha küçük ağız açıklığında oluşturulmasından dolayı cerrahi sonrası değişen dil ve damak konumlarının etkilenmesiyle geliştiğini düşünmekteyiz.

Ses tellerinde oluşturulan titreşim, sesin temel frekansını (F0) ifade etmektedir ve ortognatik cerrahi ile bu seviyede değişim beklenmediğinden sesin temel frekansında değişiklik olmayacağı düşünülmektedir. Bu bilgi ile tutarlı olarak incelediğimiz izole ve kelime içinde geçen hiçbir ünlü sesin temel frekansında değişiklik saptanmamıştır.

Stanek tarafından tarif edilen ünlü üçgeninde dilin ön ve arka bölümleriyle birlikte çene açıklığını belirleyen temel ünlüler /i/ , /u/ ve /a/ sesleri olarak tanımlanmıştır [135]. Çalışmamızda bu seslerin izole hallerinin temel frekansında değişiklik olmamasının yanı sıra F1 ve F2 formantlarında da cerrahi sonrası anlamlı fark tespit edilmemiştir. Bu durum, dilin yüksekliğinin adaptif olarak ağız açıklığıyla ve kas kontrolü ile sağlanabilmesiyle açıklanabilir. Bu bulgu, cerrahi hastalarının 6 aylık post operatif dönemde meydana gelen yapısal farklılıklara rağmen, ses üretiminin şematizasyonunda belirtilen temel sınırları tekrar oluşturduklarına işaret etmektedir. Bunun yanı sıra üçgenin orta alanında kalan ünlü seslerin F1 ve F2 değerlerinde gözlemlenen birtakım değişiklikler, bu seslerin anatomik yapıların konumsal değişikliklerden etkilendiği yönünde yorumlanabilir.

İzole ünlüler arasında, sadece /u/ sesinin F3 frekansında tespit edilen fark, bu sesin diğer seslerden farklı olarak en düşük F1 ve F2 değerleriyle üretilmesiyle açıklanabilir [52]. Ayrıca bu sesin üretiminde çene açıklığı minimaldir ve dil posteriorde en yukarıda konumlanmıştır. Kafa sesi-şarkısı sesi olarak adlandırılan F3 formantının nazal kavite ve maksiller sinüsler gibi rezonans alanlarından etkilenmesi düşünüldüğünde, oral

kaviteden çok bu farklılıkta üst hava yolunun alt sınırındaki değişikliklerin etkin olduğu kanısına varılabilir.

Kelime içinde geçen seslerle ilgili ağız açıklığının en fazla olduğu a sesinde izole seslere benzer şekilde herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir. Orta ağız açıklığıyla oluşturulan /e/ sesinin kelime içinde geçen şeklinde farklılık tespit edilmemiştir. Buna karşın diğer seslerin F2 ve F3 parametrelerinde bazı farklılıklar tespit edilmiştir. İzole seslerde gözlenmeyen bu anlamlı farklılıklar, konuşma esnasında artikülasyonun dinamik bir süreç olarak gerçekleşmesi ve hava akışında gerçekleşebilecek değişimlerle açıklanabilir.

Niemi ve ark. Sınıf II maloklüzyonu olan beş hastada BSSO'dan 6 ve 30 hafta sonra F0'ın anlamlı düzeyde değişmediğini bildirmişlerdir [110]. Tersine, Jorge ve ark. iskeletsel Sınıf III yapıya sahip bir hastada F0 frekansının BSSO ve Le Fort I osteotomisinden hemen sonra arttığını, ancak ameliyat sonrası 1. yılda azaldığını, ve ameliyat öncesi seviyelere geri döndüğünü bildirmişlerdir [15]. Bu değişikliklerin larinksle yakından bağlantılı olan hyoid kemiğin ameliyat sonrası pozisyonundaki değişikliklerine atfedilebileceğini öne sürmüşlerdir.

Hyoid kemiğin larinks ile yakından bağlantılı olduğu düşünüldüğünde, hyoid elevasyonun ses yolunu kısaltması ve vokal kıvrımlarda dokuların sertleşmesine neden olabileceği düşünülebilir. Böylece ses tellerinin titreşim modeli değişir ve temel frekans artar. Tersine, laringeal bölgenin daha aşağıda konumlanması ses yolunun uzamasına yol açar, ses rezonansını ve formantların frekansını etkiler, alçak tiz seslerin daha iyi amplifikasyonuna izin verir [136]. Yumuşak damak, dil, hyoid kemik ve bağlantılı dokuları, direkt veya indirekt olarak maksilla veya mandibulaya bağlanmaktadır; bu yüzden çenelerdeki hareket bu dokuları etkileyerek faringeal havayolunda değişikliklere sebebiyet verebilmektedir [137]. Mandibular set-back cerrahisi faringeal havayolu hacmini azaltabilir ve hyoid kemikle dilin pozisyonunu değiştirebilir [138]. Literatürde BSSO'dan hemen sonra hyoid kemiğin konumunun değiştiği ve postoperatif takipte uzun vadede orijinal konumuna geri döndüğü bildirilmiştir [139, 140]. Bu nedenle çalışmamızda BSSO'dan 6 ay sonra F0'ın değişmemesi hyoid kemiğin orijinal konumuna geri dönmesine bağlanabilir. Bu geri dönüş dentofasiyal yapıların ameliyat sonrası fizyolojik bir adaptasyonunu temsil edebilir.

Hyoid kemikte görülen konum değişikliğini konu alan Güven ve ark.'larının çalışmasında; BSSO planlanan 15 hastadan cerrahi öncesi ve sonrası alınan lateral sefalogramlara ek olarak en az 1 yıl sonra çekilen radyografiler üzerinde değerlendirilmeler yapılmıştır [141]. Hyoid kemiğin erken postoperatif dönemde başlangıç pozisyonuna göre daha geri ve aşağı olarak konumlandığını, ancak operasyon sonrası uzun dönem takipte eski konumuna dönmeye yönelik yukarı ve öne hareketinin izlendiğini bildirmişlerdir [141].

Jitter ve Shimmer sesin temel frekansında meydana gelen değişikliklerden etkilenen parametrelerdir. Jitter değerleri ses tellerinin fonksiyonuna bağlı temel frekans pertürbasyonuna sebep olmasıyla tarif edilebilir. Bir başka deyişle Jitter ses telleri üzerindeki vibrasyon hakimiyeti ile ilişkilidir. Shimmer aynı pertürbasyonun ortaya çıkardığı ses dalgasının büyüklüğü olarak tanımlanabilir. Shimmer ses tellerinin emisyonuna bağlıdır ve glotik dirençten, ses tellerinde oluşabilecek bir lezyona bağlı gelişen gürültüden ve solunumdan etkilenmektedir. Bu nedenle sesin temelinin olduğu vibratör kısım ile yakın ilişkide olan Jitter, Shimmer ve NHR parametreleri birlikte değerlendirilebilir [142]. Çalışmamızda hastaların habitüel seslerinin kaydının alınabilmesi için prosedür öncesinde 1'den 10'a kadar saydırılmış daha sonra haftanın günleri söylenmiştir. Hastalar kendilerini rahat hissedip normal konuşma tonlarına ulaştıklarında kayıt başlatılmıştır. Gün içindeki hormonal değişikliğini minimize etmek için tüm kayıtlar öğlen saat 12:00'de alınmıştır. Fakat hastaların kayıt günü kaçta uyandıkları, hastaneye gelene kadar seslerini ne kadar kullandıkları sorgulanmamıştır. Kontrol grubunda tedavi grubuna göre E1 ve İ2 seslerinin Jitter, İ1 ve O1 seslerinin Shimmer ve İ2 sesinin NHR parametrelerinde değişiklik miktarının anlamlı düzeyde fazla olmasının bu durumdan kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz.

Pubertal atılım sürecinde özellikle erkek bireylerin sesi üzerinde cinsiyet hormonlarından testosteronun oldukça etkili olduğu literatürde yer almaktadır [143]. Testosteronun haricinde, cinsiyet hormonlarının yetişkin kadınların sesleri üzerinde menstürel sıklusa bağlı etkileri olduğu bilinmektedir [143, 144]. Premenstrüel vokal sendromu olarak bilinen durum, yetişkin ve üreme kabiliyetine sahip kadınların yaklaşık %33'ünü etkilemektedir. Regl döneminde ve 4-5 gün öncesinde başlayan seste yorgunluk, azalmış ses aralığı, ses gücü kaybı, ses yollarında ödem ve bazı

harmoniklerin kaybı görülmektedir. Benzer şekilde progesteron hormonu östrojen hormonu ile sinerjik çalışmakta ve ses tellerinin hidrasyonu üzerinde etkili olmaktadır [145]. Doğum kontrol haplarının kullanımı hormonal değişikliklere sebep olduğundan yine kadın sesi üzerinde etkili olmaktadır [146]. Çalışmamıza dahil olan bireylerin tümü yetişkindir ve çoğunluğu (%60) kadındır. Tedavi gören ve kontrol grubunu oluşturan bireylerde menstüral siklusun dönemi kayıt altına alınmamıştır, fizyolojik hormonal değişiklikler monitorize edilmemiştir. Bunun yanı sıra doğum kontrol hapi kullanımı da sorgulanmamıştır. Bu durum çalışmamızın kısıtlamaları arasında değerlendirilebilir.

Sigaranın, alkol bağımlılığının, profesyonel ses kullanımının ve gastroözofageal reflü hastalığının vokal parametrelerde etkileri literatürde bildirilmiştir [147]. Özellikle sigara kullananlarda NHR, Jitter, Shimmer gibi parametrelerin daha yüksek olduğu bilinmektedir. Çalışmamızdaki katılımcıların hiçbirinin profesyonel ses kullanımı anamnezi yoktur ve deney ve kontrol grupları oluşturulurken bu kriter dikkate alınmıştır. Ancak diğer etkenlerin sorgulanmamış olması çalışmamızın bir diğer limitasyonu olarak değerlendirilebilir.

Ses patolojilerini objektif olarak tespit etmek için bilgisayar destekli akustik analizin kullanılabileceği öne sürülmüştür [148]. Jitter ve Shimmer parametrelerinin ölçümleri, ses sinyalinde yer alan perde ve amplitüddeki irregülariteyle ilişkili olan pürüzlü ses kalitesini yansıtması açısından önemlidir. Artmış F0, Jitter, Shimmer ve NHR değerlerinin patolojik seslerle ilişkili olduğu bildirilmiştir [149]. Harrington ve ark., patolojik seslerde jitter ve shimmer değerlerinde yükselme olduğunu saptamıştır [150]. Çalışmamızda izole olarak kaydedilen ı[u] sesinin Shimmer parametresi cerrahi sonrası artmıştır, bu anlamlı artış operasyonun ı[u] sesinin kalitesi üzerinde olumsuz etkisi olduğu söylenebilir.

Ameliyat öncesi ve sonrası alınan sefalometrik röntgen üzerinden gerçekleştirilen ölçümlerde, SNA, SNB, ANB, SN-GOME, Witts, H-S ölçümlerinde anlamlı değişiklikler tespit edilmiştir. Bu parametreler ile tespit edilen anlamlı ses değişiklikleri arasındaki potansiyel korelasyon araştırılmıştır. İzole ı[u], izole ö[œ] ve kelime içinde geçen i[i] seslerinin F2 değişimi ile SNA değişimi arasında istatistiksel olarak anlamlı zayıf düzeyde negatif doğrusal ilişki tespit edilmiştir. Bu iki sesin maksillanın öne gelmesiyle F2 değerinin azalması oral kavitenin üst sınırını oluşturan

maksilanın pozisyonel değişikliği ve buna bağlı dilin konumunun değişmesiyle açıklanabilir. İzole ü[y] sesinin F1 parametresi HBV ve HS değişimiyle zayıf düzeyde pozitif doğrusal ilişki göstermiştir. Bu durum F1 formant frekansının değişen farengal kavite sınırları ile ilişkili olmasıyla tutarlıdır. Kelime içinde geçen ü[y] sesinin F3 değişimi ANB ve Witts değişiklikleriyle pozitif doğrusal ilişki gösterirken, HS değişimiyle negatif doğrusal ilişki göstermiştir. Kelime içinde geçen ve izole ü[y] sesinde tespit edilen korelasyonlar birlikte değerlendirildiğinde, iskeletsel parametrelerden en fazla etkilenen sesin ü[y] sesi olduğu söylenebilir.

Ses değişikliklerini incelemek adına ilerde gerçekleştirilebilecek çalışmalarda dinamik manyetik rezonans gibi ileri teknoloji araçlarından, ya da yumuşak dokuların üç boyutlu video görüntülerinin çakıştırılması gibi güncel yöntemlerden yardım alınması planlanabilir. Bunun yanı sıra, farklı maloklüzyon tiplerinde karşılaştırmalı çalışmalar gerçekleştirilebilir. Irksal farklılıklar, cinsiyet ayrımı, hormonal takip ve yumuşak doku kalınlıklarının da göz önünde bulundurulması düşünülebilir.



## 6. SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında Sınıf III maloklüzyona sahip 25 ortognatik cerrahi hastasından ve kontrol grubunu oluşturan 19 bireyden izole ve kelime içinde geçen a[a], e[ε], ı[u], i[i], o[ɔ], ö[œ] u[u] ve ü[y] seslerinin F0, F1, F2, F3, Shimmer Jitter ve NHR parametreleri üzerine etkilerini araştırmak için 6 ay arayla ses kaydı alınarak akustik analizler yapılmış ve ses değişiklikleri ile yapısal değişiklikler arasında korelasyon aranmıştır.

Çalışmamızın verileri ışığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılabılır:

1. İzole e [ε] sesinin F1 değerinde ameliyat sonrası azalma, ı[u] sesinin F2 değerinde azalma, Shimmer parametresinde artış, ö[œ] sesinin F1 ve F2 değerlerinde azalma, u[u] sesinin F3 değerinde artış, ü[y] sesinin F1 değerinde azalma tespit edilmiştir.
2. Kelime içinde geçen ı[u] sesinin F1 ve F2 değerlerinde ameliyat sonrası azalma, i[i] sesinin F2 değerinde azalma, o[ɔ] sesinin F2 değerinde artış, ö[œ] sesinin F3 değerinde artış, u[u] sesinin F3 değerinde artış, ü[y] sesinin F3 değerinde ameliyat sonrası artış saptanmıştır.
3. Ameliyat sonrası SNA, SNB, ANB, SN-GOME, Witts, H-S ölçümleri anlamlı olarak değişmiştir.
4. İzole ı[u] sesi için F2 değişimi ile SNA değişim ölçümü arasında istatistiksel olarak anlamlı zayıf düzeyde negatif doğrusal ilişki, ö[œ] sesi için F2 değişimi ile SNA değişim ölçümü arasında istatistiksel olarak anlamlı zayıf düzeyde negatif doğrusal ilişki, ü[y] sesinin F1 değişimi ile sırasıyla HBV değişim ölçümü ve HS değişim ölçümü arasında istatistiksel olarak anlamlı zayıf düzeyde pozitif doğrusal ilişki bulunmuştur.
5. Kelime içinde geçen i[i] sesinin F2 değişimi ile SNA değişim ölçümü arasında istatistiksel olarak anlamlı zayıf düzeyde negatif doğrusal ilişki, ü[y] sesinin F3 değişimi ile sırasıyla ANB değişim ölçümü arasında zayıf düzeyde ve Witts değişim ölçümü arasında orta düzeyde istatistiksel olarak anlamlı pozitif

doğrusal ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca F3 değişimi ile HS değişim ölçümü arasında zayıf düzeyde istatistiksel olarak anlamlı negatif doğrusal ilişki bulunmuştur.



## KAYNAKLAR

- [1] **Worms, F.W., R.J. Isaacson, And T. Michael Speidel** (1976). *Surgical orthodontic treatment planning: profile analysis and mandibular surgery*. The Angle Orthodontist, **46**(1): p. 1-25.
- [2] **Kara, M.** (2010). *Çocuklarda adenoidektominin ses ve yumuşak damak fonksiyonları üzerine etkinliğinin objektif ses analizi ve nazometre ile değerlendirilmesi*, Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi.
- [3] **Isshiki, N.** (1961). *Voice and subglottic pressure*. Studia Phonol: p. 86-94.
- [4] **Ball, M.J. and J. Rahilly** (2000). *Phonetics—the science of speech*, Acoustical Society of America.
- [5] **Janulewicz, J., et al.** (2004). *The effects of Le Fort I osteotomies on velopharyngeal and speech functions in cleft patients*. Journal of oral and maxillofacial surgery, **62**(3): p. 308-314.
- [6] **Glass, L., J. Knapp, and H. Bloomer** (1977). *Speech and lingual behavior before and after mandibular osteotomy*. Journal of oral surgery (American Dental Association: 1965), **35**(2): p. 104-109.
- [7] **Turvey, T.A., V. Journot, and B.N. Epker** (1976). *Correction of anterior open bite deformity: a study of tongue function, speech changes, and stability*. Journal of maxillofacial surgery, **4**: p. 93-101.
- [8] **Weimer, K. and P. Astrand** (1977). *Effect on speech of mandibular prognathism before and after surgical treatment*. Swedish dental journal, **1**(5): p. 173.
- [9] **Witzel, M.A., R.B. Ross, and I.R. Munro** (1980). *Articulation before and after facial osteotomy*. Journal of maxillofacial surgery, **8**: p. 195-202.
- [10] **Ruscello, D.M., et al.** (1986). *The effects of orthognathic surgery on speech production*. American journal of orthodontics, **89**(3): p. 237-241.
- [11] **Strife, J.L., et al.** (1989). *The effects of Le Fort I osteotomy with maxillary movement on articulation, resonance, and velopharyngeal function*. Cleft Palate Journal, **26**(3).
- [12] **Valling, L.D.** (1990). *Speech, velopharyngeal function, and hearing before and after orthognathic surgery*. Journal of oral and maxillofacial surgery, **48**(12): p. 1274-1281.
- [13] **Tatli, U., et al.** (2020). *Effects of Orthognathic Surgery on Voice Characteristics*. J Oral Maxillofac Surg.
- [14] **Hassan, T., F.B. Naini, and D.S. Gill** (2007). *The effects of orthognathic surgery on speech: a review*. Journal of oral and maxillofacial surgery, **65**(12): p. 2536-2543.
- [15] **Jorge, T.M., et al.** (2009). *Influence of orthognathic surgery on voice fundamental frequency*. Journal of Craniofacial Surgery, **20**(1): p. 161-164.
- [16] **Öğüt F, K.T., Uluöz Ü, Bilgen C.** (1997). *Ses analizinde son gelişmeler*. 24. Ulusal Türk Otorinolarenjoloji ve Baş Boyun Cerrahisi Kongre Kitabı, p. 681-5.
- [17] **S, O.** (2001). *Ses laboratuvarı*, in Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Bogaz Hastalıkları Anabilim Dalı Seminerleri, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayınları. p. 27-38.

- [18] **Zhang, Z.** (2016). *Mechanics of human voice production and control*. The journal of the acoustical society of america, **140**(4): p. 2614-2635.
- [19] **Sataloff, R.T.** (1992). *The human voice*. Scientific American, **267**(6): p. 108-115.
- [20] **Saraç, E.** (2010). *Türkçe fonemlerin ünlü-ünsüz kombinasyonlarında nazalite değerlendirilmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- [21] **Kiliç, M.A.** (2002). *Larenksin fonksiyonel anatomisi ve ses fizyolojisi*. Türkiye Klinikleri KBB Dergisi, **2**(3): p. 1-8.
- [22] **Seikel Ja, D.D.** (2015). *King DW Anatomy & physiology for speech, language, and hearing*. 5 ed. Boston: Cengage Learning.
- [23] **Bibby, R.** (1984). *The hyoid bone position in mouth breathers and tongue-thrusters*. American journal of orthodontics, **85**(5): p. 431-433.
- [24] **F, G.** (2003). *Sistematik Anatomi*, İzmir: Güven Kitabevi.
- [25] **Moore KL DA,** *Clinically Oriented Anatomy*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- [26] **Britannica, E.** *human hyoid bone*. [Image] 18 Nisan 2021]; Available from: <https://www.britannica.com/science/hyoid-bone#/media/1/279422/138377>.
- [27] **Tallgren, A. and B. Solow** (1987). *Hyoid bone position, facial morphology and head posture in adults*. The European Journal of Orthodontics, **9**(1): p. 1-8.
- [28] **Graber, L.** (1978). *Hyoid changes following orthopedic treatment of mandibular prognathism*. The Angle Orthodontist, **48**(1): p. 33.
- [29] **Üstündağ, E. and A. Oğuz** (1996). *Fonksiyonel ses bozuklukları*. Oğuz A, Demireller A, editörler. Ses ve ses hastalıkları. İstanbul: Ekin Tıbbi Yayıncılık: p. 73-84.
- [30] **Wadie, M., S.I. Adam, and C.T. Sasaki** (2013). *Development, anatomy, and physiology of the larynx*, in *Principles of Deglutition*, Springer. p. 175-197.
- [31] **Remacle, M. and H.E. Eckel** (2010). *Surgery of larynx and trachea*.: Springer.
- [32] **Hirano, M.** (1974). *Morphological structure of the vocal cord as a vibrator and its variations*. Folia Phoniatria et Logopaedica, **26**(2): p. 89-94.
- [33] **Aronson AE, B.D.** (2009). *Clinical Voice Disorders*, United States of America: Thieme Medical Publishers.
- [34] **KŞ, U.U.** (2015). *Odyolojide temel kavramlar ve yaklaşımlar*, İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri.
- [35] **Jiang, J., E. Lin, and D.G.** (2000). *Hanson, Vocal fold physiology*. Otolaryngol Clin North Am, **33**(4): p. 699-718.
- [36] **Ghadiali MT, B.G.** (2010). *Laryngeal Evaluation: Indirect Laryngoscopy to High Speed Digital Imaging*, ed. L.R. Kendall KA.: Thieme Medical Publishers Inc.
- [37] **Kinnunen, T.** (2003). *Spectral features for automatic text-independent speaker recognition*. Licentiate's thesis.
- [38] **Gerçeker, M., İ. Yorulmaz, and A. Ural** (2000). *Ses ve konuşma*. KBB ve Baş Boyun Cerrahisi Dergisi, **8**(1): p. 71-78.
- [39] **Devge, C., Oğuz, A.** (1996). *Ses ve Ses Bozuklukları*, Ankara: Etkin Tıbbi Yayıncılık.
- [40] **Okten, İ.** (1980). *Ultras dalgalarının elektrolitlerde elektriksel iletkenliğe etkisi*, Ege University.

- [41] **Öğüt, F., Kalaycı, T., Uluöz, B.** (1997). *Ses Analizinde Son Gelişmeler*, in 24. Ulusal Türk Otorinolarenoloji ve Bas-Boyun Cerrahisi Kongre Kitabı, p. 681-5.
- [42] **Kara, O.K.** (2011). *Adli Amaçlı Ses Analizinde Otomatik Konuşmacı Tanıma Yazılımı Kullanılarak Kardeşler Arası Ses Benzerliklerinin ve Farklılıklarının Belirlenmesi*, İstanbul Üniversitesi.
- [43] **S., Ç.** (1999). *Koro Yönetimi ve Eğitimi Teknikleri*. Vol. 2, Ankara: Yurt Renkleri Yayınevi.
- [44] **Kent, R.D., R.A. Kent, and C. Read** (2002). *The acoustic analysis of speech.*: Singular.
- [45] **McLean, C.C., S.W. Kelly, and M.C.G. Manley** (1997). *An instrument for the non-invasive objective assessment of velar function during speech*. Medical engineering & physics, **19**(1): p. 7-14.
- [46] **Kara, M., K. Öztürk, and B. Özer** (2013). *An evaluation of the effects of adenoidectomy on voice and speech function in children*. Kulak Burun Bogaz Ihtis Derg, **23**(4): p. 225-31.
- [47] **Dursun, G., A. Karamürsel, and O.I. Sati** (2003). *Ses Kısıklığının Ses Spektrografisi İle Objektif Değerlendirilmesi*. Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi Dergisi, **11**: p. 92-98.
- [48] **Koyama, T., M. Kawasaki, and J.H. Ogura** (1969). *Mechanics of voice production. I. regulation of vocal intensity*. The Laryngoscope, **79**(3): p. 337-354.
- [49] **Türk O., Ş.Ö., Özsoy S., Arslan L.** (2004). *Türkçe'de Ünlülerin Formant Analizi in 18.Ulusal Dilbilim Kurultayı*: Ankara Üniversitesi.
- [50] **Encyclopedia, W.T.F.** *Sesbirim*. 18.04.2021]; Available from: <https://tr.wikipedia.org/wiki/Sesbirim>.
- [51] **Association, I.P. and I.P.A. Staff** (1999). *Handbook of the International Phonetic Association: A guide to the use of the International Phonetic Alphabet*: Cambridge University Press.
- [52] **Kiliç, M.A. and I. Giriç** (2003). *Türkiye Türkçesi'ndeki ünlülerin sesbilgisel özellikleri*.
- [53] **Dejonckere, P.H.** (2000). *Perceptual and laboratory assessment of dysphonia*. Otolaryngol Clin North Am, **33**(4): p. 731-50.
- [54] **Morris, R.J. and W. Brown Jr.** (1996). *Comparison of various automatic means for measuring mean fundamental frequency*. Journal of Voice, **10**(2): p. 159-165.
- [55] **Kılıç, M.** (2010). *Ses problemi olan hastanın objektif ve subjektif yöntemlerle değerlendirilmesi*. Curr PracrORL, **6**(2): p. 257-265.
- [56] **Yilmazer, R.** (2009). *Vokal Kord Nodüllerinde Konvansiyonel Tedavi Yöntemlerine Ek Olarak Ses Terapisinin Etkisinin Araştırılması*, in İstanbul Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı, İstanbul Üniversitesi.
- [57] **Hillenbrand, J.M.** (2011). *Acoustic analysis of voice: a tutorial*. Perspectives on Speech Science and Orofacial Disorders, **21**(2): p. 31-43.
- [58] **Ferrand, C.T.** (2001). *Speech science: An integrated approach to theory and clinical practice*. Ear and Hearing, **22**(6): p. 549.
- [59] **Öğüt, F.** (2002). *Ses analiz yöntemleri*. Türkiye Klinikleri KBB Dergisi, **2**(3).
- [60] **Angle, E.H.** (1899). *Classification of malocclusion*. Dent. Cosmos, **41**: p. 350-375.

- [61] **Hofrath, H.** (1931). *Die bedeutung der röntgenfern-und abstandsaufnahme für die diagnostik der kieferanomalien*. Fortschritte der Orthodontik in Theorie und Praxis, **1**(2): p. 232-258.
- [62] **Broadbent, B.H.**, (1937). *The face of the normal child*. The Angle Orthodontist, **7**(4): p. 183-208.
- [63] **Salzmann, J.**, (1966). *Practice of orthodontics*. Philadelphia, J. B. Lippincott Co. **1**: p. 403-408.
- [64] **Ngan, P. and W. Moon** (2015). *Evolution of Class III treatment in orthodontics*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, **148**(1): p. 22-36.
- [65] **Hardy, D.K., Y.P. Cubas, and M.F. Orellana** (2012). *Prevalence of angle class III malocclusion: A systematic review and meta-analysis*.
- [66] **Graber, T., R. Vanarsdall, and K. Vig** (2005). *Current principles and techniques*, Elsevier Mosby, St Louis.
- [67] **Sarı, Z., et al.**, (2003). *Ortodontik maloklüzyonlar ve tedavi seçeneklerinin değerlendirilmesi: Epidemiyolojik çalışma*. Türk Ortodonti Dergisi, **16**(2): p. 119-26.
- [68] **Sayin, M. and H.** (2004). *Türkkahraman, Malocclusion and crowding in an orthodontically referred Turkish population*. The Angle Orthodontist, **74**(5): p. 635-639.
- [69] **Kawala, B., J. Antoszevska, and A. Necka** (2007). *Genetics or environment? A twin-method study of malocclusions*. World journal of orthodontics, **8**(4).
- [70] **Jena, A., et al.** (2005). *Class-III malocclusion: genetics or environment? A twins study*. Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry, **23**(1): p. 27.
- [71] **Nakasima, A., et al.** (1982). *Hereditary factors in the craniofacial morphology of Angle's Class II and Class III malocclusions*. American journal of orthodontics, **82**(2): p. 150-156.
- [72] **Chudley, A.E.** (1998). *Genetic landmarks through philately--the Habsburg jaw*. Clinical genetics, **54**(4): p. 283-284.
- [73] **Graber, T. and T. Rakosi** (1997). *Dentofacial orthopedics with functional appliances..*
- [74] **Randall, I.** [20.04.2021]; Available from: <https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-7739531/Centuries-inbreeding-European-royals-caused-deformity-known-Habsburg-jaw.html>.
- [75] **Rakosi, T. and W. Schilli** (1981). *Class III anomalies: a coordinated approach to skeletal, dental, and soft tissue problems*. Journal of Oral Surgery (American Dental Association: 1965), **39**(11): p. 860-870.
- [76] **Graber, T.M.** (1963). *The "three M's": Muscles, malformation, and malocclusion*. American Journal of Orthodontics, **49**(6): p. 418-450.
- [77] **Ngan, P., et al.**, (1997). *Cephalometric comparisons of Chinese and Caucasian surgical Class III patients*. The International journal of adult orthodontics and orthognathic surgery, **12**(3): p. 177-188.
- [78] **Guyer, E.C., et al.** (1986). *Components of Class III malocclusion in juveniles and adolescents*. The Angle Orthodontist, **56**(1): p. 7-30.
- [79] **Rabie, A.-B.M., R.W. Wong, and G. Min** (2008). *Treatment in borderline Class III malocclusion: orthodontic camouflage (extraction) versus orthognathic surgery*. The open dentistry journal, **2**: p. 38.
- [80] **Rabie, A. and Y. Gu** (1999). *Management of pseudo Class III malocclusion in southern Chinese children*. British dental journal, **186**(4): p. 183-187.

- [81] **Wiedel, A.-P. and L. Bondemark** (2015). *Stability of anterior crossbite correction: a randomized controlled trial with a 2-year follow-up*. The Angle Orthodontist, **85**(2): p. 189-195.
- [82] **Üner, O., S. Yüksel, and N. Üçüncü** (1995). *Long-term evaluation after chincap treatment*. European journal of orthodontics, **17**(2): p. 135-141.
- [83] **Barrett, A.A., T. Baccetti, and J.A. McNamara Jr** (2010). *Treatment effects of the light-force chincup*. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics, **138**(4): p. 468-476.
- [84] **Sugawara, J.** (2012). *Clinical practice guidelines for developing Class III malocclusion*. Esthetics and Biomechanics in Orthodontics-E-Book, p. 294.
- [85] **Abdelnaby, Y.L. and E.A. Nassar** (2010). *Chin cup effects using two different force magnitudes in the management of Class III malocclusions*. The Angle Orthodontist, **80**(5): p. 957-962.
- [86] **Gökalp, H. and G. Kurt** (2005). *Magnetic resonance imaging of the condylar growth pattern and disk position after chin cup therapy: a preliminary study*. The Angle Orthodontist, **75**(4): p. 568-575.
- [87] **Watkinson, S., et al.** (2013). *Orthodontic treatment for prominent lower front teeth (Class III malocclusion) in children*. Cochrane Database of Systematic Reviews, (9).
- [88] **Zere, E., et al.** (2018). *Developing Class III malocclusions: challenges and solutions*. Clinical, cosmetic and investigational dentistry, **10**: p. 99.
- [89] **De Clerck, H., L. Cevidanes, and T. Baccetti** (2010). *Dentofacial effects of bone-anchored maxillary protraction: a controlled study of consecutively treated Class III patients*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, **138**(5): p. 577-581.
- [90] **Park, J.H., J. Yu, and R. Bullen** (2017). *Camouflage treatment of skeletal Class III malocclusion with conventional orthodontic therapy*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, **151**(4): p. 804-811.
- [91] **Graber, L.W., et al.** (2016). *Orthodontics-e-book: current principles and techniques*. Elsevier Health Sciences.
- [92] **Ellis III, E. and J.A. McNamara Jr** (1984). *Components of adult Class III malocclusion*. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, **42**(5): p. 295-305.
- [93] **Jakobsone, G., A. Stenvik, and L. Espeland** (2011). *The effect of maxillary advancement and impaction on the upper airway after bimaxillary surgery to correct Class III malocclusion*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, **139**(4): p. e369-e376.
- [94] **Kitahara, T., et al.** (2009). *Hard and soft tissue stability of orthognathic surgery: sagittal split ramus osteotomy and intraoral vertical ramus osteotomy*. The Angle Orthodontist, **79**(1): p. 158-165.
- [95] **Halvorson, E.G. and J.B. Mulliken** (2008). *Cheever's double operation: the first Le Fort I osteotomy*. Plastic and reconstructive surgery, **121**(4): p. 1375-1381.
- [96] **Tessier, P.** (1972). *The classic reprint. Experimental study of fractures of the upper jaw. I and II. René Le Fort, MD*. Plastic and reconstructive surgery, **50**(5): p. 497-506 contd.
- [97] **Carl-Peter Cornelius, N.G., Søren Hillerup, Kenji Kusumoto, Warren Schubert.** (2009). *Open reduction internal fixation*. Available from: <https://surgeryreference.aofoundation.org/cmft/trauma/midface/le-fort-i-linear-fracture/open-reduction-internal-fixation>.

- [98] **Wassmund, M.** (1935). *Lehrbuch der praktischen Chirurgie des Mundes und der Kiefer*. Vol. 1. H. Meusser.
- [99] **Axhausen, G.** (1934). *Zur Behandlung veralteter disloziert verheilte Oberkieferbrüche*. Dtsch Zahn Mund Kieferheilk, **1**: p. 334.
- [100] **Moore, F. and T. Ward** (1949). *Complications and sequelae of untreated fractures of the facial bones and their treatment*. Plastic and Reconstructive Surgery, **4**(6): p. 570.
- [101] **Obwegeser, H.** (1965). *Surgery of the maxilla for the correction of prognathism*. Schweizerische Monatsschrift für Zahnheilkunde= Revue mensuelle suisse d'odonto-stomatologie, **75**: p. 365-374.
- [102] **Proffit, W.R., T.A. Turvey, and C. Phillips** (2007). *The hierarchy of stability and predictability in orthognathic surgery with rigid fixation: an update and extension*. Head & face medicine, **3**(1): p. 1-11.
- [103] **Hullihen, S.P.** (1849). *Case of elongation of the under jaw and distortion of the face and neck, caused by a burn, successfully treated*. The American journal of dental science, **9**(2): p. 157.
- [104] **Blair, V.P.** (1906). *Report of a case of double resection for the correction of protrusion of the mandible*. Dent Cosmos, **48**: p. 817.
- [105] **Wassmund, M.** (1927). *Frakturen und Luxationen des Gesichtsschädels: unter besonderer Berücksichtigung der Komplikationen des Hirnschädels; ihre Klinik und Therapie; praktisches Lehrbuch*. Meusser.
- [106] **Caldwell, J., J. Hayward, and R. Lister** (1968). *Correction of mandibular retrognathia by vertical L osteotomy: a new technic*. Journal of oral surgery (American Dental Association: 1965), **26**(4): p. 259-264.
- [107] **Trauner, R. and H. Obwegeser** (1957). *The surgical correction of mandibular prognathism and retrognathia with consideration of genioplasty: Part I. Surgical procedures to correct mandibular prognathism and reshaping of the chin*. Oral surgery, oral medicine, oral pathology, **10**(7): p. 677-689.
- [108] **Proffit, W.R., H.W. Fields Jr, and D.M. Sarver** (2006). *Contemporary orthodontics*. Elsevier Health Sciences.
- [109] **Saman, M., J.M. Abramowitz, and D. Buchbinder** (2013). *Mandibular osteotomies and distraction osteogenesis: evolution and current advances*. JAMA facial plastic surgery, **15**(3): p. 167-173.
- [110] **Niemi, M., et al.** (2006). *Acoustic comparison of vowel sounds produced before and after orthognathic surgery for mandibular advancement*. Journal of oral and maxillofacial surgery, **64**(6): p. 910-916.
- [111] **Yamashita, A.L., et al.** (2017). *Three-dimensional analysis of the pharyngeal airway space and hyoid bone position after orthognathic surgery*. Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery, **45**(9): p. 1408-1414.
- [112] **Chanchareonsook, N., N. Samman, and T.L. Whitehill** (2006). *The effect of cranio-maxillofacial osteotomies and distraction osteogenesis on speech and velopharyngeal status: a critical review*. The Cleft palate-craniofacial journal, **43**(4): p. 477-487.
- [113] **Bowers, J., E.A. Tobey, and R. Shaye** (1985). *An acoustic-speech study of patients who received orthognathic surgery*. American journal of orthodontics, **88**(5): p. 373-379.
- [114] **Ahn, J., et al.** (2015). *Acoustic analysis of vowel sounds before and after orthognathic surgery*. Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery, **43**(1): p. 11-16.



- [115] **Chen, J., J. Wan, and L. You** (2018). *Speech and orthodontic appliances: a systematic literature review*. European journal of orthodontics, **40**(1): p. 29-36.
- [116] **Turvey, T. and D. Scharadt-Sacco** (2000). *Le Fort I osteotomy*. Fonseca RJ, Betts NJ, Turvey TA: Oral and maxillofacial surgery, **2**.
- [117] **Day, C.J. and R.T. Lee** (2006). *Three-dimensional assessment of the facial soft tissue changes that occur postoperatively in orthognathic patients*. World journal of orthodontics, **7**(1).
- [118] **Dalston, R.M. and P.S. Vig** (1984). *Effects of orthognathic surgery on speech: a prospective study*. American journal of orthodontics, **86**(4): p. 291-298.
- [119] **Evans, S., et al.** (2008). *The relationship between testosterone and vocal frequencies in human males*. Physiology & Behavior, **93**(4-5): p. 783-788.
- [120] **Sağiroğlu, S.G.** (2017). *Puberfoni ve Tedavisi*. Çağdaş Tıp Dergisi, **7**(2): p. 198-202.
- [121] **Harries, M., et al.** (1998). *Changes in the male voice at puberty: vocal fold length and its relationship to the fundamental frequency of the voice*. The Journal of Laryngology & Otology, **112**(5): p. 451-454.
- [122] **Markova, D., et al.** (2016). *Age-and sex-related variations in vocal-tract morphology and voice acoustics during adolescence*. Hormones and behavior, **81**: p. 84-96.
- [123] **Hollien, H. and E. Malcik** (1967). *Evaluation of gross-sectional studies of adolescent voice change in males*. Communications Monographs, **34**(1): p. 80-84.
- [124] **MA, K.** (2000). *Puberfoni ve tedavisi*. Kulak Burun Boğaz İhtis Derg, **7**(145): p. 8.
- [125] **Yurtadur, G., F.A.** (2017). Basciftci, and K. Ozturk, *The effects of rapid maxillary expansion on voice function*. Angle Orthod, **87**(1): p. 49-55.
- [126] **Titze, I.R. and W.S. Winholtz** (1993). *Effect of microphone type and placement on voice perturbation measurements*. Journal of Speech, Language, and Hearing Research, **36**(6): p. 1177-1190.
- [127] **Goodstein, D.B., D. Cooper, and L. Wallace** (1974). *The effect on speech of surgery for correction of mandibular prognathism: A preliminary report*. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, **37**(6): p. 846-849.
- [128] **Woodson G, C.M.** (1998). *Voice analysis.*, in *Otolaryngology Head And Neck Surgery*, Mosbyyear book Inc: Missouri. p. 1876-90.
- [129] **Boersma, P. and V. Van Heuven** (2001). *Speak and unSpeak with PRAAT*. Glot International, **5**(9/10): p. 341-347.
- [130] **Oğuz, H., M.A. Kiliç, and M.A. Şafak** (2011). *Comparison of results in two acoustic analysis programs: Praat and MDVP*. Turkish Journal of Medical Sciences, **41**(5): p. 835-841.
- [131] **Batalla, F.N., et al.** (2014). *Acoustic voice analysis using the praat programme: comparative study with the Dr. Speech Programme*. Acta Otorrinolaringologica (English Edition), **65**(3): p. 170-176.
- [132] **Maryn, Y., et al.** (2009). *Acoustic measurement of overall voice quality: A meta-analysis*. The Journal of the Acoustical Society of America, **126**(5): p. 2619-2634.
- [133] **Moyers, R.E. and F.L. Bookstein** (1979). *The inappropriateness of conventional cephalometrics*. American journal of orthodontics, **75**(6): p. 599-617.

- [134] **Mishima, K., et al.** (2013). *Voice characteristics before versus after mandibular setback surgery in patients with mandibular prognathism using nonlinear dynamics and conventional acoustic analyses*. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, **41**(8): p. 706-709.
- [135] **Stanek, M. and M. Sigmund.** *Speaker dependent changes in formants based on normalization of vowel triangle*. in *2013 23rd International Conference Radioelektronika (RADIOELEKTRONIKA)*. 2013. IEEE.
- [136] **Casper, J.K. and R. Leonard** (2006). *Understanding voice problems: A physiological perspective for diagnosis and treatment*. Lippincott Williams & Wilkins.
- [137] **Aydemir, H., U. Memikoğlu, and H. Karasu** (2012). *Pharyngeal airway space, hyoid bone position and head posture after orthognathic surgery in Class III patients*. *The Angle orthodontist*, **82**(6): p. 993-1000.
- [138] **Achilleos, S., O. Krogstad, and T. Lyberg** (2000). *Surgical mandibular setback and changes in uvuloglossopharyngeal morphology and head posture: a short-and long-term cephalometric study in males*. *The European Journal of Orthodontics*, **22**(4): p. 383-394.
- [139] **Enacar, A., et al.** (1994). *Changes in hypopharyngeal airway space and in tongue and hyoid bone positions following the surgical correction of mandibular prognathism*. *The International journal of adult orthodontics and orthognathic surgery*, **9**(4): p. 285-290.
- [140] **Marşan, G., et al.** (2010). *Changes in head posture and hyoid bone position in Turkish Class III patients after mandibular setback surgery*. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, **38**(2): p. 113-121.
- [141] **Güven, O. and U. Saraçoğlu** (2005). *Changes in pharyngeal airway space and hyoid bone positions after body ostectomies and sagittal split ramus osteotomies*. *Journal of Craniofacial Surgery*, **16**(1): p. 23-30.
- [142] **Wertzner, H.F., S. Schreiber, and L. Amaro** (2005). *Analysis of fundamental frequency, jitter, shimmer and vocal intensity in children with phonological disorders*. *Brazilian journal of otorhinolaryngology*, **71**(5): p. 582-588.
- [143] **Kadakia, S., D. Carlson, and R.T. Sataloff** (2013). *The effect of hormones on the voice*. *J Sing*, **69**(5): p. 571-4.
- [144] **Abitbol, J., P. Abitbol, and B. Abitbol** (1999). *Sex hormones and the female voice*. *Journal of voice*, **13**(3): p. 424-446.
- [145] **Montagnani, C.F., B. Arena, and N. Maffulli** (1992). *Estradiol and progesterone during exercise in healthy untrained women*. *Medicine and science in sports and exercise*, **24**(7): p. 764-768.
- [146] **Thompson, A.R.** (1995). *Pharmacological agents with effects on voice*. *American journal of otolaryngology*, **16**(1): p. 12-18.
- [147] **Pinto, A.G.L., A.N. Crespo, and L.F. Mourão** (2014). *Influence of smoking isolated and associated to multifactorial aspects in vocal acoustic parameters*. *Brazilian journal of otorhinolaryngology*, **80**(1): p. 60-67.
- [148] **Kubichek, R., et al.** (1992). *Advances in objective voice quality assessment*. in *[1992 Proceedings] Vehicular Technology Society 42nd VTS Conference-Frontiers of Technology*. IEEE.
- [149] **Niedzielska, G.** (2005). *Acoustic estimation of voice when incorrect resonance function of the nose takes place*. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, **69**(8): p. 1065-1069.
- [150] **Harrington, J., F. Cox, and Z. Evans** (1997). *An acoustic phonetic study of broad, general, and cultivated Australian English vowels*. *Australian Journal of Linguistics*, **17**(2): p. 155-184.

