

**T.C.  
TURGUT ÖZAL ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ODYOLOJİ VE KONUŞMA BOZUKLUKLARI BİLİM DALI**

**OTURUR VE AYAKTA POZİSYONLARINA GÖRE SES  
ANALİZİ KARŞILAŞTIRMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HAZIRLAYAN  
Esra TEMÜGAN**

**DANIŞMAN  
Yrd. Doç. Dr. Mustafa YÜKSEL**

**Ankara - 2015**



**T.C.**

**TURGUT ÖZAL ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ODYOLOJİ VE KONUŞMA BOZUKLUKLARI BİLİM DALI**

**OTURUR VE AYAKTA POZİSYONLARINA GÖRE SES  
ANALİZİ KARŞILAŞTIRMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HAZIRLAYAN**

**Esra TEMÜGAN**

**DANIŞMAN**

**Yrd. Doç. Dr. Mustafa YÜKSEL**

**Ankara - 2015**

## BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI

Turgut Özal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu dönem projesi çalışmasında;

- Dönem Projesi içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlerde bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu dönem projesinin herhangi bir bölümünde bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir dönem projesi olarak sunmadığımı beyan ederim.

26 /11 /2015

Esra TEMÜGAN

## ONAY

*Esra Temügan* tarafından hazırlanan “*Oturur Ve Ayakta Pozisyonlarına Göre Ses Analizi Karşılaştırması*” başlıklı bu çalışma, 26.11.2015 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından *Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Anabilim* dalında *Yüksek Lisans* tezi olarak kabul edilmiştir.

[ İ m z a ]  


Prof. Dr. Mehmet Gündüz (Başkan)

[ İ m z a ]  


Prof. Dr. Yıldırım Ahmet Bayazıt

[ İ m z a ]  


Yrd. Doç. Dr. Mustafa Yüksel (Danışman)

---

## ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimime başlamama olanak sağlayan Turgut Özal Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Başkanı ve Tıp Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Mehmet Gündüz hocama teşekkürlerimi sunarım.

Tez dönemine başladığımdan itibaren destek ve yardımlarından dolayı tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Mustafa Yüksel hocama, tez konusunu bana öneren ve her zaman yol gösterici olan Yrd. Doç. Dr. Mesut Kaya hocama, Turgut Özal Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı öğretim üyelerine çok teşekkür ederim.

Eğitim dönemimde klinik pratikte bilgilerinden istifade ettiğim Uzm. Ody. Selim Ünsal hocama ve tez uygulamalarımda yardımını esirgemeyen Berkay Arslan'a teşekkür ederim.

Tezin uygulama aşamasında gönüllü olarak bana yardımcı olan tüm Turgut Özal Üniversitesi personeline teşekkür ediyorum.

Bu süreçte maddi ve manevi yardımını esirgemeyen, tüm öğrenim hayatım boyunca en büyük destekçim değerli eşim Yrd Doç. Dr Ahmet Temügan'a ve haklarını hiçbir zaman ödeyemeyeceğim annem Şahinur Akça ve babam Fikret Akça' ya şükranlarımı sunarım.

Tez yazım aşamasında onlara ayıracağım vakitten almama rağmen beni üzmeyen kızlarım Büşra ve Semra' ya teşekkür ediyorum

**Esra TEMÜGAN**

**Kasım 2015, Ankara**

## ÖZET

TEMÜĞAN Esra / Oturur Ve Ayakta Pozisyonlarına Göre Ses Analizi Karşılaştırması, Ankara, 2014.

İcra ettikleri alan ne olursa olsun ses profesyonelleri genellikle ayakta ve dik pozisyonda sahne alırlar. Fakat ses ile ilgilenen sağlık profesyonelleri, sesleri ile ilgili şikâyeti olan kişilere objektif ses analizini oturur pozisyonda yapmaktadır. Bu çalışmada, oturur ve ayakta iken yapılan objektif ses analizleriyle, iki farklı vücut pozisyonunun vokal parametrelere etkisi araştırılmıştır.

Çalışmaya, 20-45 yaş arası (ortalama 34 yaş), 54 (30 erkek, 24 kadın) gönüllü katılımcı dâhil olmuştur. Çalışmada katılımcılardan, /a/, /e/, /i/ ünlüleri, /aba/, /ibi/ ünlü-ünsüz-ünlü bileşenleri 2 saniye süre ile oturarak ve ayakta iki farklı pozisyonda söylenilerek, kayıtları Elektroglottografi (EGG) cihazı ile sessiz bir kabinde alınmıştır. Ayakta pozisyonda boyun pozisyonundaki değişkenliği azaltmak amacıyla katılımcılardan düz zemine sırtlarını ve kafalarını yaslamaları istenmiştir. Kayıtların Multi-Dimensional Voice Programı (MDVP) ile analizi yapılarak, oturur ve ayakta pozisyon için ayrı temel frekans (F0) ve formantlar (F1, F2, F3, F4) elde edilmiştir. İstatistiksel analizleri yapılmış ve pozisyona bağlı değişimleri incelenmiştir.

/a/, /e/, /i/ tüm ünlü seslerde, F0'da pozisyona bağlı değişikliklerde istatistiksel olarak anlamlı sonuç elde edilememiştir ( $p>0.05$ ). /a/, /e/ ünlülerinde ayakta ve otururken F1'de anlamlı değişiklik gözlenirken, /i/ ünlüsünde anlamlı değişiklik gözlemlenmemiştir. Fakat her üç ünlüde de F1 frekansında düşüş görülmüştür. /aba/, /ibi/ öbeklerinde F1'de ayakta pozisyonda istatistiksel olarak anlamlı düşüş ile karşılaşmıştır ( $p<0.05$ ). F2 için /aba/ ve /ibi/ öbeklerinde istatistiksel olarak anlamlı düşüş gözlenmiş olup, /a/, /e/, /i/ ünsüzlerinde frekans düşmesi olsa da istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmamıştır. F3 için /aba/ , /ibi/ ve /i/ analizlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklar elde edilirken, /a/ ve /e/ için F3 formantında anlamlı fark bulunmamıştır. F4'de ise yalnızca /aba/ ve /ibi/ analizinde anlamlı farklılıklar kaydedilmiştir.

Bulgularımıza göre vokal foldların yakın bölgesinin rezonansını yansıtan F0, pozisyona bağıl değişiklik göstermemektedir. Her biri farklı bir bölümün rezonansını gösteren formantlara baktığımızda genel olarak oturur pozisyona göre ayakta düşüşler gözlemlenmiştir. F1 yani vokal foldlara en yakın bölgede oral açıklığın daha fazla olduğu /a/ ve /e/ ünlülerinin analizinde daha anlamlı düşüş söz konusudur. Rezonatör organlardan biri olan ağız içindeki rezonansı ifade eden F2 formantında ünlülerde düşüş gözlemlenmemiştir. Burun ve diğer üst yolların rezonansını gösteren F3 ve F4'de /i/ ünlüsü FFT (Fast Fourier Transform) analizinde anlamlı farklılıklar ortaya çıkmıştır. /aba/ ve /ibi/ sözcük öbeklerinde ise genel olarak tüm formantlarda pozisyona bağıl anlamlı düşüşler oluşmuştur. Genel olarak pozisyona bağıl olan formantlarda oluşan düşüşün musküler yapıda oluşan gerilim farklılıkları ile beraber abdominal basıncın ve akciğer volümlerinde oluşan farklılıktan kaynaklandığı düşünülmüştür.

**Anahtar Sözcükler:** Ses analizi, postür duruşu, oturuş pozisyonu, kalkış pozisyonu, temel frekans, formant

## ABSTRACT

No matter which style do vocal artists perform, they are generally upright position during singing their songs. However, vocal medical professions are making their voice analyses on sitting positions. In this study, vocal analyses on normal human beings were made according to these two different body positions for observing whether / how positional changes affect the vocal parameters.

In our study, 54 volunteers in the 20 to 40 age range (mean age, 34) were included. We have asked subjects to read /a/, /e/, /i/ vowels for 2 seconds and /aba/, /ibi/ vowel-consonant combinations three times. Recordings were taken with elektroglossography (EGG) equipment in a silent room. In order to reduce neck- head positional changes, we have wanted subjects to repose their head and dorsa to a flat surface. By analyzing recordings with the aid of computer program MDVP for fundamental frequency (F0) and LPC for formants (F1-F2-F3-F4), we have obtained data according to positional changes separately. Statistical analyses of these data were done in order to observe gravitational changes.

There were no statistically meaningful changes at F0 with respect to positional changes ( $p < 0, 05$ ). F1 formants of all vowels descended on upright position as to sitting position. Although there were significant alterations at F1 formants of /a/ and /e/ vowels in reference to sitting and upright positions, there wasn't any deep variation at F1 formants of /i/ vowels. In addition, there were expressive declines at F2 formants of /aba/, /ibi/ combinations ( $p < 0, 05$ ). Considering F2, apart from some shifts at /a/, /e/, /i/ vowels, there weren't any suggestive changes. Even though, /aba/, /ibi/ combinations and /i/ vowels had meaningful drop on F3 formant, /a/ and /e/ had no significant decrease. As for F4, /aba/ and /ibi/ combinations change gravitationally.

According to our data, there was no meaningful change on F0 frequency, reflects the resonance of nearby vocal folds. When we observe the analyses of the formants, show resonance of different anatomical structures, generally they descended at upright position according to sitting position. Because of more oral gap



at articulation, there was more meaningful drop at F1 frequency of /a/ and /e/ vowels. Although F2 formants, represent oral resonance, had no suggestive differentiations at vowels, we observed significant drops at F2 frequencies of vowel-consonant combinations. F3 and F4 formants show nasal and upper structures resonance, varied at /i/ vowel. Furthermore, generally there are gravitational drops at /aba/ and /ibi/ formants. As a result, generally more positional variations at formants are associated with changes at tension on muscular structures, abdominal pressure and lung volumes.

**Key Words:** Voice analyse, posture, sitting position, upright position, fundamental frequency, formants

## İÇİNDEKİLER DİZİNİ

**Sayfa No:**

### BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI

### ONAY

ÖNSÖZ.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iv
İÇİNDEKİLER DİZİNİ .....	vi
TABLolar DİZİNİ .....	ix
ŞEKİLLER VE GRAFİKLER DİZİNİ .....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. SES .....	4
2.1.1. Ses Dalgasının Bileşenleri .....	4
2.2. KONUŞMA VE SES ANATOMİSİ VE FİZYOLOJİSİ .....	5
2.2.1. Respirasyon Anatomisi .....	6
2.2.1.1. Respiratuar Mukoza.....	7
2.2.1.2. Torasik İskelet.....	7
2.2.1.3. Trakea-Soluk Borusu .....	8
2.2.1.4. Bronşlar .....	8
2.2.1.5. Bronsioller .....	9
2.2.1.6. Alveolar Kanallar ve Alveoller .....	9
2.2.1.7. Akciğerlerin Gross Anatomisi .....	11
2.2.1.8. Plevral Boşluk .....	11
2.2.2. Respirasyon Fizyolojisi .....	11
2.2.2.1. Pulmoner Ventilasyon .....	12
2.2.2.1.1. Respirasyon Ölçümü- Respiratuar	
Hacimler ve Kapasiteler .....	12
2.2.2.2. Gaz Değişimi-Difüzyon .....	13
2.2.2.3. Gaz Taşınması .....	14

2.2.2.4.	Respiratuar Sistem Basınçları .....	14
2.2.2.5.	Konuşma Esnasında Solunumunda Postürün Etkisi .....	14
2.2.2.6.	Ses Terapi yöntemlerinde Doğru Nefes ve Postür .....	15
2.2.3.	Fonasyon Anatomisi.....	15
2.2.3.1.	Fonasyon ve Solunum Arasındaki İlişki .....	15
2.2.3.2.	Larenks Anatomisi.....	16
2.2.3.2.1.	Kadın ve Erkek Larenksindeki anatomik farklar .....	16
2.2.3.2.2.	Hiyoid .....	18
2.2.3.2.3.	Tiroid.....	18
2.2.3.2.4.	Krikoid .....	19
2.2.3.2.5.	Epiglot .....	19
2.2.3.2.6.	Aritenoidler .....	20
2.2.3.2.7.	Kornikulatlar ve Küneiformlar .....	21
2.2.3.2.8.	Larenksin Eklemleri .....	21
2.2.3.2.9.	Larenksin Yumuşak Dokuları .....	21
2.2.3.2.10.	Ekstrinsik ve İntirinsik Kaslar .....	22
2.2.3.2.11.	Larenksin İnnervasyonu .....	24
2.2.4.	Fonasyon Fizyolojisi .....	24
2.2.4.1.	Miyoloelastik-Aerodinamik Teori .....	25
2.2.4.2.	Örtü- Gövde Teorisi.....	27
2.2.4.3.	İki Kütle Teorisi .....	27
2.2.4.4.	Fonatuar Sistem .....	27
2.2.5.	Rezonans ve Artikülasyon Anatomisi ve Fizyolojisi.....	29
2.2.5.1.	Rezonans / Yankılanma Organları.....	30
2.2.5.1.1.	Farenks.....	30
2.2.5.1.2.	Oral Kavite .....	31
2.2.5.1.3.	Nazal Kavite .....	31
2.2.5.1.4.	Sinüsler.....	32
2.3.	FONATUAR ÇIKIŞ .....	32

2.3.1.	Perde .....	33
2.3.1.1.	Fundamental Frekans (Temel Frekans) .....	33
2.3.1.1.1.	Vokal Kord Gerginliğini ve Kütlesini Değiştirme .....	34
2.3.1.1.2.	Subglottik Basıncın Değiştirilmesi.....	34
3.1.1.3.	Larenksin Elevasyonu veya Depresyonu .....	34
2.3.2.	şiddet .....	34
2.3.3.	Rezonans .....	35
2.3.3.1.	Formantlar .....	36
2.3.4.	Kalite .....	37
2.3.5.	Fonasyon Modu (Register) .....	37
2.4.	FONETİK NEDİR? .....	38
2.4.1.	Ünlülerin şekillenmesi .....	38
2.5.	AKUSTİK ANALİZ YÖNTEMLERİ.....	39
2.5.1.	Sübjektif Değerlendirmeler .....	39
2.5.2.	Objektif Değerlendirmeler .....	39
2.5.2.1.	Akustik Ölçümler.....	40
2.5.2.1.1.	Bilgisayar Destekli Akustik Ses Analiz Sistemleri .....	41
2.5.2.2.	Aero – Dinamik Ölçümler .....	41
2.5.2.3.	Hareket .....	41
2.5.2.3.1.	EGG ( Elektroglottografi ).....	42
3.	GEREÇ VE YÖNTEMLER .....	43
3.1.	VERİLERİN TOPLANMASI.....	43
3.2.	İSTATİSTİKSEL ANALİZ .....	45
3.3.	ÇALIşMA DIşI BIRAKILANLAR.....	45
4.	ARAşTIRMA BULGULARI .....	46
5.	TARTIşMA.....	51
6.	SONUÇ .....	55
	KAYNAKÇA .....	56
	EKLER.....	61
	Ek-1: Etik Kurul Kararı .....	61

**TABLolar DİZİNİ****Sayfa No:**

<b>Tablo 1.</b>	Ekspirasyon vital kapasite, inspirasyon hızı ekspirasyon hızı ve zorlu inspirasyon süresinin pozisyona bağımlı değişim değerleri ve p değerleri .....	3
<b>Tablo 2.</b>	Larenksin ölçülerinin cinsiyete göre ölçüleri .....	17
<b>Tablo 3.</b>	Vokal foldların yapılarının cinsiyet farkına göre ölçüleri .....	17
<b>Tablo 4.</b>	Glottisin cinsiyete bağlı ölçüleri.....	17
<b>Tablo 5.</b>	Subglottik bölgenin cinsiyete göre ölçüleri.....	17
<b>Tablo 6.</b>	Gönüllü katılımcıların demografik dağılımı.....	46
<b>Tablo 7.</b>	Oturarak ve ayakta MDPV analiz sonucu F0 değerleri.....	46
<b>Tablo 8.</b>	Oturarak ve ayakta FFT analiz sonucu F1 ortalama değerleri .....	47
<b>Tablo 9.</b>	Oturarak ve ayakta FFT analiz sonucu F2 ortalama değerleri .....	47
<b>Tablo 10.</b>	Oturarak ve ayakta FFT analiz sonucu F3 ortalama değerleri .....	48
<b>Tablo 11.</b>	Oturarak ve ayakta FFT analiz sonucu F4 ortalama değerleri .....	49

## ŞEKİLLER VE GRAFİKLER DİZİNİ

### Sayfa No:

<b>Şekil 1.</b>	1: Sessiz durum 2: Gürültü 3: Atmosfer Basıncı 4: Ses Basıncı.....	4
<b>Şekil 2.</b>	Ses dalgasının bileşenleri .....	5
<b>Şekil 3.</b>	Respiratuar mukozanın dikey kesit görünümü.....	7
<b>Şekil 4.</b>	Torasik iskeletin kısımları.....	8
<b>Şekil 5.</b>	Trakeanın anatomik yapısı .....	8
<b>Şekil 6.</b>	Bronşların anatomik yapısı .....	9
<b>Şekil 7.</b>	Alveollerin organizasyonu .....	10
<b>Şekil 8.</b>	Alveolar yapı .....	10
<b>Şekil 9.</b>	Akciğerin gross anatomik yapısı .....	11
<b>Şekil 10.</b>	Akciğer volümlerinin şematik gösterimi.....	13
<b>Şekil 11.</b>	Larenksin arkadan ve önden anatomik yapısı .....	16
<b>Şekil 12.</b>	Hiyoid kemiğin anatomik yapısı .....	18
<b>Şekil 13.</b>	Tiroid kemiğin anatomik yapısı .....	18
<b>Şekil 14.</b>	Krikoid kemiğin anatomik yapısının anterior görünüşü .....	19
<b>Şekil 15.</b>	Krikoid kemiğin anatomik yapısının posterior görünüşü.....	19
<b>Şekil 16.</b>	Epiglotun anatomik yapısı.....	20
<b>Şekil 17.</b>	Aritenoidlerin anatomik yapısı.....	20
<b>Şekil 18.</b>	Larenksin ekstrinsik ve intrinsik kasları.....	24
<b>Şekil 19.</b>	Farenksin komparmanlarının şematik gösterimi .....	30
<b>Şekil 20.</b>	Nasal boşlukların anatomik yapısı .....	31
<b>Şekil 21.</b>	Paranasal Sinüslerin anatomik yapısı .....	32
<b>Şekil 22.</b>	Formant oluşumundan sorumlu rezonatör organların şeması .....	36
<b>Şekil 23.</b>	Uluslararası fonetik alfabede ünlülerin uzaysal formant üçgeninde yerleşimleri.....	38
<b>Şekil 24.</b>	İki saniye sürece alınan ses paternine bir örnek.....	43
<b>Şekil 25.</b>	Dar bantta /a/ ünlüsü kaydının MDPV analizine bir örnek.....	44
<b>Şekil 26.</b>	/a/ ünlüsünün FFT analizine bir örnek (Formantlar).....	45

- Grafik 1.** Kadınlarda /a/, /e/, /i/ ses paternleri için F0 ve /a/, /e/, /i/,/aba/, /ibi/ için tüm formantların pozisyona bağlı değişim grafiği..... 49
- Grafik 2.** Erkeklerde /a/, /e/, /i/ ses paternleri için F0 ve /a/, /e/, /i/,/aba/, /ibi/ için tüm formantların pozisyona bağlı değişim grafiği..... 50

## 1. GİRİŞ

Konuşma ve şarkı söyleme; ayakta, oturarak, yatarak, bir yere yaslanarak vücudun farklı pozisyonlarında ve açılarında gerçekleştirilir. Profesyonel ses sanatçıları performanslarını sergilerken, şan eğitmenleri eğitim esnasında ve ses terapistleri nefes egzersizleri gibi pek çok terapi metodu için postür duruşuna çok önem verirler.

*“Vücut pozisyonu artikülasyon organlarının fonksiyonunu ve /veya konfigürasyonunu değiştiriyor mu?”, “Bu değişimin etkisi ile sesin karakteristik özelliklerinde nasıl bir değişiklik oluyor?”* soruları, bu güne kadar farklı çalışmaların yapılmasına kaynaklık eden sorular olmuştur. Görüntüleme yöntemleri, solunum fonksiyon ölçümleri, akustik ölçümler, yukarıda belirtilen soruların cevabının bulunmasında birer materyal ve metod olarak literatürde yer almıştır. Vücut pozisyonunun değişmesiyle oluşan oryantasyonel ve gravitasyonel değişimler, vokal traktların dokusal olarak yer değiştirmesine veya iskelet kas sisteminde bir takım değişikliklere sebebiyet vermiştir. Ayrıca solunum kapasitelerinde değişikliklere sebep olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir [1].

Vücut pozisyonunun vokal traktlara etkisi, farklı görüntüleme yöntemleri (BT, MRI, APh (Bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans), akustik farangometre, elektromiyografi, dil basınç görüntüleri ile tanımlanabilir. Pozisyona bağlı akustik değişimler ise, akustik, aerodinamik ve elektroglottografik ölçümler ile gözlemlenebilir [1].

Jan ve arkadaşları (1994) yaptıkları çalışmada, konuşma sırasında farengal kavitenin ayakta duruşa göre supin pozisyonda daha küçük olduğunu belirtmişlerdir[2]. BT ve MRI kayıtları ile yapılan diğer çalışmalar da bu sonucu desteklemiştir. Bu durum dilin gravitasyonel etki ile arkaya çekilerek, farengal boşluğu kapaması ile izah edilmiştir[3, 4,5]. Aynı etki tidal nazal solunum için de geçerlidir. Ayakta ve supin pozisyonda MRI kayıtları incelendiğinde, supin pozisyonda üst solunum yollarının kesit alanının, özellikle uvula ile sert damak arasındaki alanın, oldukça daraldığı görülmüştür [6].



Farklı bir çalışmada, Dietche ve arkadaşları (2013), gravitasyonel değişikliğin lingual fonksiyonlara etkisi incelenmiştir. Hem konuşma esnasında hem de konuşma olmadan, ayakta ve supin pozisyonunda dil basınç seviyelerine bakılmış, pozisyona bağlı anlamlı sonuçlar bulunamamıştır. Aynı çalışmada lingual kas aktivasyonlarında, konuşma eylemi ile pozisyona bağlı değişim saptanmamıştır[7].

Perry yaptığı çalışmada, velar konumda veya velar fonksiyonlarda pozisyonel değişimi incelemiştir. Çalışma sürecinde, velar pozisyon üç farklı eylemde gözlemlenerek, aşağıdaki sonuçlar belirtilen pozisyonlara göre elde edilmiştir.

- 1) Dinlenmede, supin pozisyonda daha ince uzun velum ve ulvuar genişlikte artış görülmüştür.
- 2) Çiğnemede, supin pozisyonda velum daha posteriorda görülmüştür.
- 3) Konuşmada, velofarengal yapılarda anlamlı değişiklik görülmemiştir. Bu durumun vücudun gravitasyonel ve oryantasyonel değişime karşı geliştirdiği bir kompensasyon sisteminden kaynaklandığı tahmin edilmektedir[8].

Perry yetişkinlerde MRI görüntüleme ile yaptığı çalışmasında, konuşma esnasında, velar inceliğin ve yüksekliğin, levator kas uzunluğun, merkeze göre açılma değişiminin ve farangeal değerlerin gravitasyonel değişimlerden etkilenmediğini göstermiştir[8].

Traser, vucut pozisyonuna göre çenede oluşan değişimleri inceleyerek, supin pozisyonda ayakta pozisyona göre çenenin daha dışarda, kafa referans alındığında ise larenksin daha kısa mesafede olduğunu belirtmiştir[9].

Yukarıda belirtilen görüntüleme yöntemleri ile yapılan çalışmaların sonucunda, değişimlerin ana sorumlusu olarak, gravitasyonel değişim ile beraber oluşan muskulo-skeletal değişimi ele alabiliriz. Vücudun pozisyonuna bağlı anatomik değişimler göz önünde bulundurulursa, ayakta ve supin pozisyonunda farklılık olduğuna dair bir uzlaşma olduğu görülür. Özetle supin pozisyonda farangeal kavite azalmış, dil basıncı geriye doğru kaymış, farangeal giriş azalmıştır.

Bunun yanında konuşma esnasındaki pozisyonel değişimlere bağlı respirasyonel değişimler de meydana gelmektedir (Tablo1). Ekspirasyon esnasında vital kapasite, supin pozisyonuna göre ayakta pozisyonda %5 daha fazladır [10].

**Tablo 1.** Ekspirasyon vital kapasite, inspirasyon hızı ekspirasyon hızı ve zorlu inspirasyon süresinin pozisyona bağımlı değişim değerleri ve p değerleri [10].

	Vital Kapasite (L)	İnspiratör akış hızı (L/sn)	Ekspiratör akış hızı (L/sn)	Zorlu inspirasyon zamanı (sn)
Ayakta	5,71±0,73	0,50±0,07	0,44±0,05	0,43±0,30
Supin	5,46±0,65	0,49±0,02	0,41±0,05	0,52±0,44
P değeri	0,027	>0,05	>0,05	>0,05

Nefes alıp verme normal konuşma ve ses üretiminde kritik bir faktördür. Nefes terapi yöntemleri bundan dolayı klinik terapi yöntemlerinin başında gelir. Solunumu etkileyen en önemli faktörlerden biri de vücut pozisyonudur. Solunum fonksiyon testlerinin pozisyona bağlı ölçümünde, ayakta, oturuşta ve supin pozisyonda nefes alıp verme özellikleri değişir. Postür duruşu ile ilgili herhangi bir bilgiye sahip olmayan bir ses terapistinin başarılı bir nefes egzersizi terapisi yürütmesi neredeyse imkânsızdır [11]. Pozisyona bağlı değişikliklerin akustik parametreler ile incelenmesinde ise genel olarak ünlü fonemlerin ayakta ve supin pozisyonundaki değişimleri değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler, ünlülerin formant frekanslarının analizi ile gerçekleştirilmiştir.

Postür duruşunun konuşma üzerinde etkisi birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Bu çalışmada oturuş ve ayakta pozisyona göre alınan EGG kayıtlarını incelenerek, postürün akustik parametrelerinden F0 ve formantlardaki değişimler araştırılmıştır. Çalışma hipotezimiz, sesin karakteristik algısal parametrelerinden biri olan ses perdesinin pozisyonel değişimlerden etkileneceğidir.

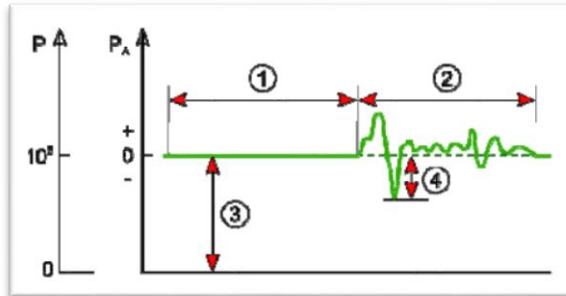
## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. SES

Ses, belli bir frekansta titreşim yapan bir kaynaktan yayılan enerjiye sahip dalgalardır. Bu hareketin yayılması için hava, su gibi akustik bir ortam şarttır. Dalgaların şiddeti ses kaynağının büyüklüğüne ve titreşim sayısına bağlıdır. Ses, dalgalar halinde yayıldığı için akustik ortamda basınç değişikliğine neden olur [12].

Kapsamlı tanımıyla ses; titreşim kaynağının, bir enerji ile titreşime geçmesi sonucu, ortam moleküllerinin birbirlerine yaklaşip uzaklaşması neticesinde ortaya çıkan, mekanik dalgaının insan kulağı tarafından algılandığı şeklidir [11].

Şekil 1’de gösterildiği gibi, ses, dalgalar halinde yayıldığı için akustik ortamda basınç değişikliğine neden olur. Örneğin havada yayılan ses, atmosferik basınçta değişiklik yaratır. Bu değişim miktarı ses basıncı olarak isimlendirilir.



Şekil 1. 1: Sessiz durum 2: Gürültü 3: Atmosfer Basıncı 4: Ses Basıncı [13]

#### 2.1.1. Ses Dalgasının Bileşenleri

**Ses Hızı;** sesin birim zamanda aldığı yoldur. Atmosferdeki ses hızı 340 m/s`dir.

**Dalga boyu;** artarda meydana gelen aynı fazda titreşen, iki dalga arasında kalan mesafedir. Birimi metredir (m).

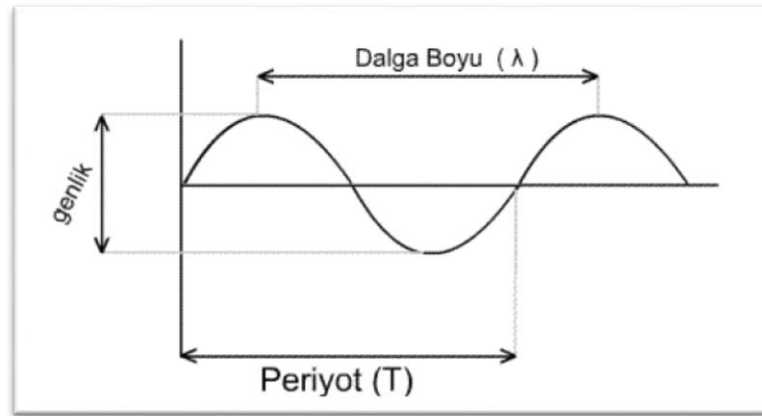
**Genlik;** periyodik bir dalganın ulaştığı en yüksek değerdir.

**Periyot;** sesin bir dalga boyu mesafe alması için geçen süredir. Birimi saniyedir (s).

**Frekans;** birim zamanda üretilen dalga sayısıdır. Birimi  $1/s$ 'dir veya hertzdir (Hz).

**Ses yüksekliği;** frekansa bağlı bir özelliktir. Sesin frekansı büyükse, sesin yüksekliği de büyüktür.

**Ses Enerjisi;** enerji hem genliğe hem de frekansa bağlı bir özelliktir. Genlik ve frekansın artması ile sesin enerji seviyesi de artar (Şekil 2) [12].



Şekil 2. Ses dalgasının bileşenleri

## 2.2. KONUŞMA VE SES ANATOMİSİ VE FİZYOLOJİSİ

**İnsan sesi;** vokal foldların titreşimi ile ortaya çıkan, akustik enerjidir. Konuşma sesinin ham maddesidir ve üç aşama içinde oluşmaktadır. Bunlar;

**Respirasyon;** solunum aşamasıdır.

**Fonasyon;** ses tellerinin titreşim aşamasıdır.

**Rezonans;** oluşan ham sesin, bir şekilde girip her insana özgü olan ses tonunun oluşum aşamasıdır.

Bu aşamaya bir de *artikülasyon*, yani konuşma seslerini üretim aşaması eklendiği zaman konuşma gerçekleşmektedir.

### **Konuşma ve Ses Organları**

**1. Rezervuar/Hava (Enerji) Kaynağı:** Konuşma ve sesin rezervuar kaynağı akciğerlerden ekspirasyon ile gelen havadır. Hem inspirasyon hem de ekspirasyon havası vücut pozisyonundan etkilenir. Vital kapasitenin supin pozisyonda %20'si, oturmuş pozisyonda % 38' i kullanılır [14,15].

**2. Vibrasyon/Titreşim (Fonasyon):** Sesin oluşumunda gerekli vibrasyon larenks/glottik bölgede, vokal kord hareketleri ile oluşur. Soluk verilmesindeki hava gerçek vokal foldların titreşmesini sağlar. Konuşma sırasında vokal foldların pozisyonu ve gerginliği hangi tip ses (yüksek veya alçak tınılı, sesli veya yumuşak) çıkaracağını belirler [14,15].

**3. Rezonans/Yankılanma:** Akciğerlerden yükselen primitif hava sütunu, farenks, oral kavite, nazal kavite ve sinüslere çarparak, ses tellerinden gelen vibrasyon dalgasının a, e, i, o, u gibi sesleri oluşturmasını sağlar. Bu seslerin üst yollara sürtünmesi işlemine rezonans denir [14,15].

#### **2.2.1. Respirasyon Anatomisi**

Respirasyon sistemini oluşturan yapılar, anatomik olarak iki grupta incelenir.

##### 1) Üst Hava yolu

- i) Burun, nasal kavite ve paranasal sinüsler
- ii) Farenks

##### 2) Alt Hava yolu

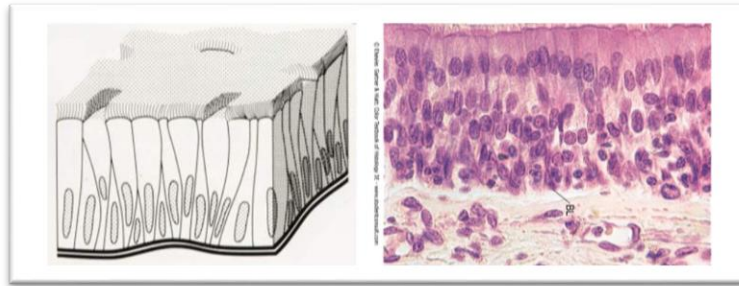
- i) Larenks
- ii) Trakea ve bronşlar

iii) Akciğerler:

iv) Bronşiol ve alveoller

### 2.2.1.1. Respiratuar Mukoza

Respiratuar epitel (silialı kolumnar epitel) ve mukozal bezlerle birlikte destek bağ dokusundan oluşan respiratuar mukoza (Şekil 3), nasal kavitede ve birçok hava yolunda görülür. Goblet hücreler ve bezlerin salgıladığı mukus, inhale edilen patojen ve yabancı maddeleri tutar. Patojen maddeleri tutan mukus salgısı, silialı hücreler aracılığı ile hava yolunun dışına, farenkse taşınır.

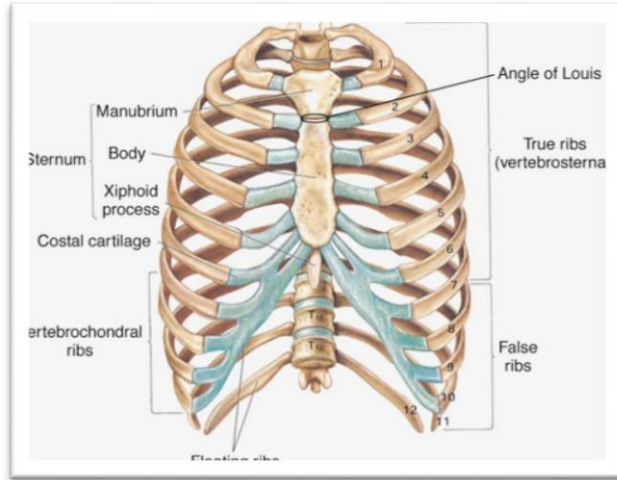


Şekil 3. Respiratuar mukozanın dikey kesit görünümü [16]

### 2.2.1.2. Torasik İskelet

Torasik iskelet, C şeklinde 12 adet kostadan oluşur. 1-7 arası kostaların kartilaj bitiş noktaları sternumda birleşir. 8-10 arası kostalar, 7. Kosta ile birleşerek sternuma bağlanırlar. 11. ve 12. kostaların anteriorda birleştiği nokta yoktur.

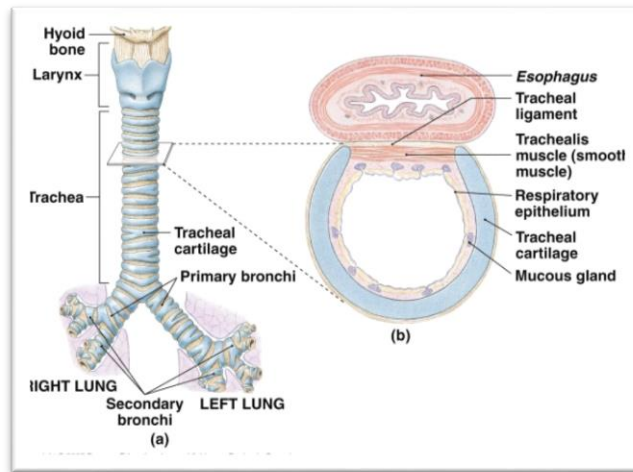
Sternum; manubrium, body (Gövde) ve xiphoid prosesden (Şekil4) oluşur. Manibrium, klavikula ve 1. kosta ile birleşerek *Jugular Notch* olarak da adlandırılan yapıyı oluştururlar. Gövde kısmında manibriumun, sternum ve body ile yaptığı açığa sternal açı (Angle of Louis) denir ve bu kısım 2. kosta ile birleşir. Xiphoid proses ise sternumun distalinde bulunan kısımdır.



**Şekil 4.** Torasik iskeletin kısımları [17]

### 2.2.1.3. Trakea-Soluk Borusu

C şeklinde kartilaj halkalardan oluşan trakeanın posteriorunda özofagus-yemek borusu bulunur. Bu kısımda halkalarda kartilaj bulunmaz (Şekil5).

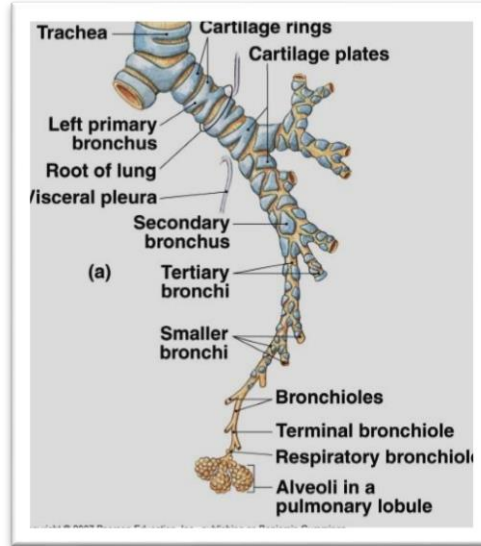


**Şekil 5.** Trakeanın anatomik yapısı [17]

### 2.2.1.4. Bronşlar

Trakeadan sağ ve sol primer bronş olmak üzere 2 adet bronş çıkar. Primer bronşun dallarına, sekonder bronş denir ve her biri bir lobu ventile eder. Sekonder

bronşun dallarına, tersiyer bronşlar denir. Tersiyer bronş da dallara ayrılır. Bu kısımdan itibaren kartilaj azalır, düz kaslar artar (Şekil 6).



**Şekil 6.** Bronşların anatomik yapısı [18]

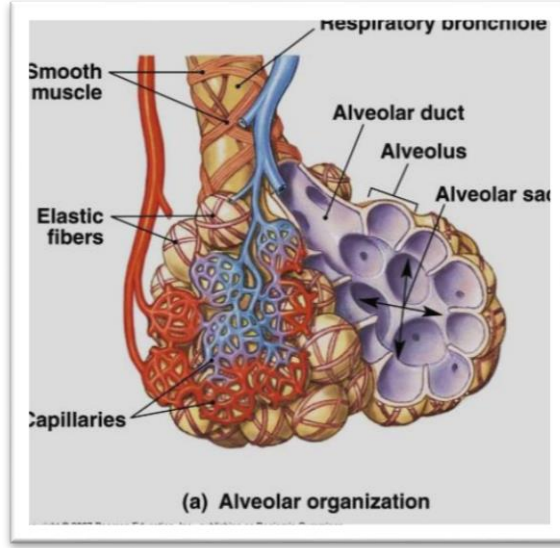
### 2.2.1.5. Bronşioller

Çapı 1.0 mm den küçük olan bronşiollerde kartelaj yapı yoktur. Terminal bronşioller ile hava tek bir lobule gönderilir. Bronşiollerin duvarında bulunan düz kaslar otonomik sinir sistemi ile uyarılırlar. Sempatik uyarılma ile bronkodilatasyon yapar. Parasempatik uyarılma bronkokonstriksiyon yapar.

### 2.2.1.6. Alveolar Kanallar ve Alveoller

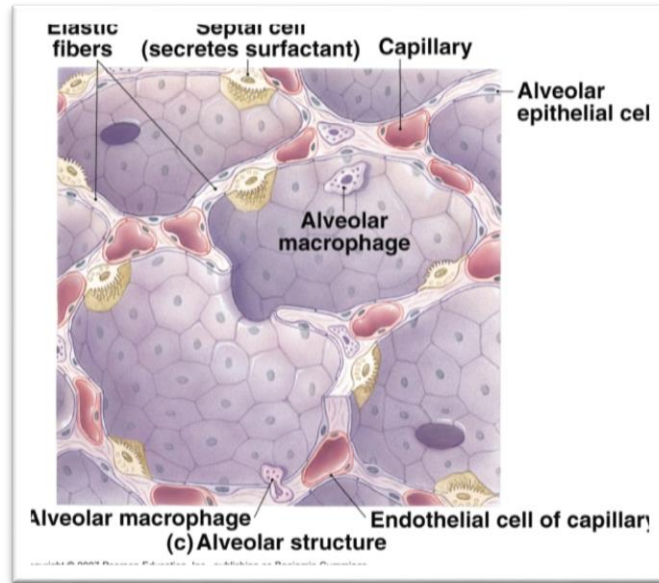
Alveoller (Şekil7), gaz değişiminin olduğu yerdir. Alveolar kanallar bronşioller tarafından oluşturulur. Alveolar kanallar, alveoli keselerini oluşturur. Keseler ise alveollerin kümeler halinde oluşturduğu yapılardır. Bu boşluklu yapılar akciğerlerin açık kalmasını sağlar.





Şekil 7. Alveollerin organizasyonu [18]

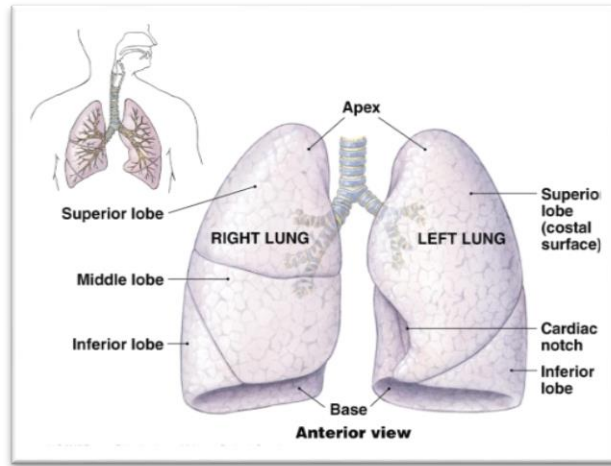
Alveoller (Şekil 8) respiratuar membran ile kaplıdır. Bu yapı yassı hücreli epitel dokudan oluşur. Kapiller endotel doku ile temas halindedir. Kollapsı azaltmak için surfaktan üretimi septal hücrelerde gerçekleşir. Alveolar makrofajlar ise bu bölüme kadar ulaşabilen yabancı partikülleri yakalarlar.



Şekil 8. Alveolar yapı [18]

### 2.2.1.7. Akciğerlerin Gross Anatomisi

Üç lob sağda, iki lob solda olmak üzere 5 lobdan oluşan akciğerler(Şekil 9). derin fissürlerle ayrılırlar. Akciğerin apeksi 1. Kostanın üzerine uzanırken, tabanı diaframa oturur. İç kısmı seröz visseral plevra ile kaplıdır. Seröz parietal plöra visseral plevrayı kaplar.



Şekil 9. Akciğerin gross anatomik yapısı[18]

### 2.2.1.8. Plevral Boşluk

Viseral plevra akciğerleri çevrelerken, parietal plevra ise torasik kavitenin iç kısmındadır. Bu iki plevranın ortasında kalan boşluk kısmına plevral boşluk adı verilir. Plevral Boşluk negative basınç etkisi oluşturarak akciğer hacminin belli bir cc' de kalmasını sağlar.

### 2.2.2. Respirasyon Fizyolojisi

#### Respirasyon Sisteminin Fonksiyonları

1. Kan ile hava arasında gaz değişimini sağlar
2. Havayı değişen yüzeylere veya bu yüzeylerden hareket ettirir.
3. Değişim yüzeylerini çevresel kirlilikten ve patojenlerden korur.

4. Sesin oluşumunu sağlar.
5. Kokunun alınmasını sağlar.

Respirasyon sistemini fonksiyonel olarak iki grupta incelenir.

1. Hava yolunun iletim kısmı; havanın iç kısma iletiildiği kısımdır. Burundan küçük bronşiollelere kadar olan anatomik bölümdür.
2. Hava yolunun respirasyon kısmı; gaz değişim kısmı olarak da isimlendirilir. Bronşiolle ve alveollerden oluşan anatomik bölümdür.

Respirasyon fizyolojisi pulmoner ventilasyon, gaz değişimi, gaz taşınması olmak üzere üç kısma ayrılır.

### **2.2.2.1. Pulmoner Ventilasyon**

Pulmoner ventilasyon, havanın solunum yolundaki hareketidir. Tek bir soluk, inhalasyon ve ekshalasyondan oluşan harekettir ve bu harekete *respiratuar siklüs* denir. Erişkinde dakikadaki siklus sayısı 12-18 solunum/dakika çocukta dakikadaki siklus sayısı 18-20 solunum/dakikadır. Havanın alveollere girip çıkma hareketine ise *alveolar ventilasyon* denir.

Hava akımının yönünü belirleyen etken, hava yolundaki basınç ve atmosferik basınç ilişkisidir. Hava akımı her zaman yüksek basınçtan alçak basınca doğrudur. İspirasyonda alveollerde negatif basınç olduğu için hava akımı alveollere doğrudur.

#### **2.2.2.1.1. Respirasyon Ölçümü- Respiratuar Hacimler ve Kapasiteler**

Respirasyon ölçümü spirometre ile yapılır. Respiratuar siklüs boyunca volüm değişikliği ölçülür. Zorlu inspirasyon ve ekspirasyon ile hacimler ve kapasiteler ölçülür (Şekil 10).

**Vital Kapasite:** Akciğerlerden içeri ve dışarı çıkan maksimum hava hacmidir ve konuşma için gerekli kapasitedir.

Tidal Hacim+ Ekspiratuar Rezerv Hacmi + Inspiratuar Rezerv Hacim= Vital Kapasite=4000cc

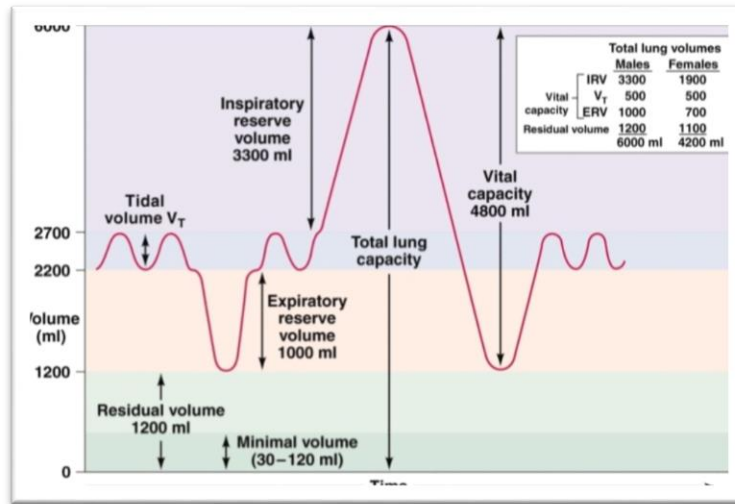
**Rezidüel Hacim:** Zorlu ekspirasyon sonrasında akciğerde kalan hava miktarıdır

**Ölü hava boşluğu:** Gaz değişiminde olmayan ileten hava yollarında olan hava miktarıdır 150 cc kadardır.

**Fonksiyonel rezidüel kapasite:** Pasif ekshelasyon sonrasında kalan hacimdir.

**Total akciğer kapasitesi:**  $TV+IRV+ERV+RV=5100cc$

**İnspiratuar kapasite:**  $TV+IRV=3000cc$



Şekil 10. Akciğer volümlerinin şematik gösterimi[18]

#### 2.2.2.2. Gaz Değişimi-Difüzyon

Gaz değişimi alveol ile dolaşım sistemindeki kan arasında ve kan ile interstisyel sıvılar arasındaki difüzyonu sağlar.

*Eksternal respirasyon;* pulmoner dolaşım esnasında, respiratuar membranda, oluşan, alveolar hava ve pulmoner kapillerler arasındaki difüzyona denir.

*Internal respirasyon*; sistemik dolaşım esnasında kapiller endotelde oluşan, kapiller damarlarla interstisyel sıvı arasındaki gaz difüzyonuna denir

### **2.2.2.3. Gaz Taşınması**

Oksijenin alveollerden hücrelere, karbondioksidin hücrelerden alveollere hareketine gaz taşınması denir. Arteriyel kan periferel kapillerlere gelerek oksijeni dağıtır ve karbondioksiti atar. Parsiyel oksijen basıncındaki en küçük bir değişiklik hemoglobine bağlanan oksijen miktarında büyük bir değişiklik yapar. Parsiyel oksijen basıncı artınca hemoglobin daha fazla oksijen bağlar, azalınca hemoglobin oksijeni bırakır. Ph'de düşme ve sıcaklıkta artış olduğunda hemoglobinin oksijen bırakır.

### **2.2.2.4. Respiratuar Sistem Basınçları**

- ✓ Alveolar basınç
- ✓ İntraplöröl basınç
- ✓ Subglottal basınç
- ✓ İntraoral basınç
- ✓ Atmosferik basınç

### **2.2.2.5. Konuşma Esnasında Solunumunda Postürün Etkisi**

Oturma hem inspirasyon hem de ekspirasyonu destekliyor. Supin pozisyonda yerçekimi etkisi görülür. Vital kapasitenin %20'si RLV (supin pozisyonda) oturmuş pozisyonunda %38'i kullanılır.

### 2.2.2.6. Ses Terapi yöntemlerinde Doğru Nefes ve Postür

#### *Solunum Desteği:*

İyi bir solunum desteği, doğal sesin vazgeçilmez bileşenidir. Sesi bir enerji formu olarak düşünürsek, solunum desteği bu enerjinin kaynağıdır. Ancak özellikle ses profesyoneli olmayan ses eğitimi almamış kişilerde yeni bir solunumsal davranış modeli geliştirmek ve bunu yerleştirmek zordur. Hastaya önerilen 6-8 haftalık tedavi süresinde zamanın çoğunu salt nefes egzersizlerine ayırmak hedef sese ulaşmayı geciktirebilir. Bu durum hastanın sabrını ve tedaviye devamlılığını olumsuz etkiler [19].

#### **Postür:**

Ses hastalarına doğru postür öğretilerek, bedenle ilgili bilinçli farkındalığın geliştirilmesi sağlanır. Temelde larenksin ekstrinsik kaslarının fonasyon dışı işlerde kullanılması engellenir [20].

### 2.2.3. Fonasyon Anatomisi

**Fonasyon (Sesleme):** Vokal foldların titreşimidir. Bu olayda bir temel frekans ve bunun harmonik adı verilen katlarından oluşan ses ortaya çıkar.

#### 2.2.3.1. Fonasyon ve Solunum Arasındaki İlişki

Konuşma, linguistik faktörlerle fizyolojik fonksiyonların birleşiminden oluşur. Konuşmada hava alımı ağızdan, dinlenme burundan olur. İnhalasyon/ekshalasyon oranı dinlenmede 4/6 konuşmada 1/9 şarkı söylemede 1/20'dir. Dinlenmede vital kapasite %10 u, konuşmada %20-25' i kullanılır.

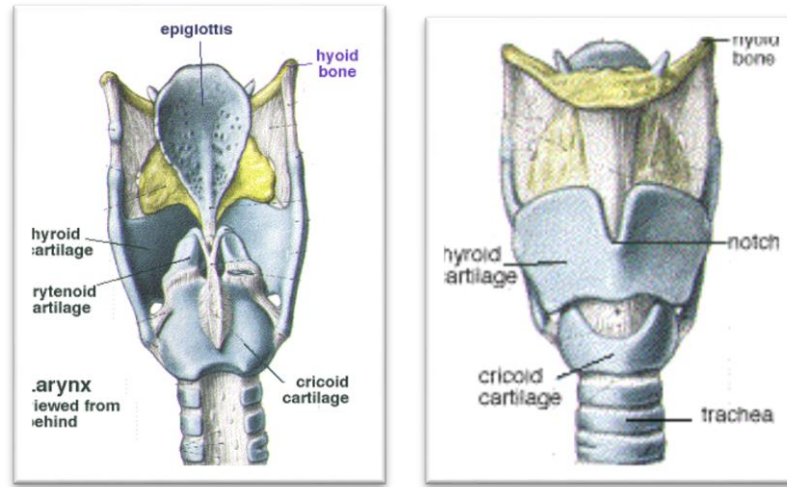
Ekshalasyonda kas aktivitesi dinlenmede pasif konuşmada aktif olur. Abdomen pozisyonu dinlenmede göğüs kafesine göre dışarıda, konuşmada içerdedir.

Konuşmada içerde olması konuşma sırasında akciğer volümlerini değiştirmede daha etkin olmayı sağlar.

Soluk verilmesindeki hava gerçek vokal foldların titreşimiyle ses dönüşür. Konuşma sırasında vokal foldların pozisyonu ve gerginliği hangi tip sesi (yüksek veya alçak tınılı, sesli veya yumuşak) çıkaracağına göre değişir.

### 2.2.3.2. Larenks Anatomisi

Larenks; (Şekil11) birbiriyle bağlı kartilajlar, membranlar, ligamanlar, kaslar ve yumuşak doku yapılarından oluşan kompleks yapı, erişkinde C3- C7 seviyesi arasında yerleşir. Boyunda kompleks ekstrinsik kaslar ile desteklenen hareketli bir yapıdır.



Şekil 11. Larenksin arkadan ve önden anatomik yapısı [11]

#### 2.2.3.2.1. Kadın ve Erkek Larenksindeki anatomik farklar

Kadın larenksi erkek larenksinden daha küçük ölçülere sahiptir (Tablo 2,3,4,5). Larenksin pubertede gelişimi kadınlarda erkeklere göre daha azdır. Larenks erkekte C7 seviyesinde, kadınlarda C6 seviyesindedir. Troid kıkırdağın büyüklüğü kadın ve erkekte farklıdır. Ağırlığı kadında 4 gr, erkekte 8-10 g.dır. Ön kısma göre yüksekliği kadında 38mm, erkekte 47mm'dir [14].

**Tablo 2.** Larenksin ölçülerinin cinsiyete göre ölçüleri [11]

Larenksin Kısımları	KADIN	ERKEK
İnferior Kenar	70mm	48mm
Transvers çap	40mm	35mm
Sagittal çap	40mm	37mm

**Tablo 3.** Vokal foldların yapılarının cinsiyet farkına göre ölçüleri [11]

Vokal Kord	KADIN	ERKEK
Uzunluk	12,5mm	17-23mm
Membranöz Parça	8-11,5mm	11,5-16mm
Kıkırdak Parça	4,5-5,5mm	5,5-7mm

**Tablo 4.** Glottisin cinsiyete bağlı ölçüleri [11]

	Kadın	Erkek
Genişlik	6mm	8mm

**Tablo 5.** Subglottik bölgenin cinsiyete göre ölçüleri [11]

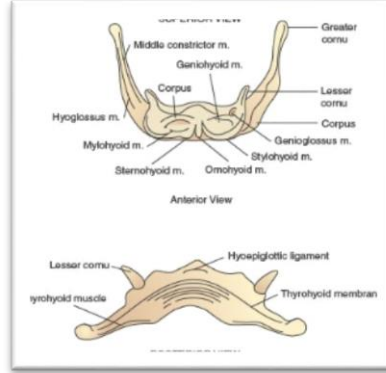
	Kadın	Erkek
Sagittal Parça	18mm	25mm
Transvers	17mm	24mm

Larenks; bir kemik, dokuz kartilaj yapıdan oluşur. Kemik yapı Hyoid olarak adlandırılır. Kartelaj yapılar çift yapılar ve tek olarak ikiye ayrılır. Tek yapılar tiroid, krikoid, epiglot olarak adlandırılırken, çift yapılar aritenoidler, kornikulatlar, kuneiformlardır. Bu yapılar arasında krikoaritenoid, krikotiroid eklem yapıları mevcuttur [11,14].



### 2.2.3.2.2. Hiyoid

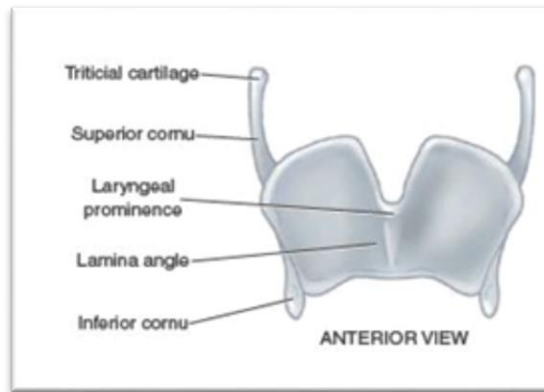
Bazı kaynaklarda hiyoid kemiğin larenkse ait bir kemik olmadığı söylense de dil ile larengeal yapılar arasında bağlantıyı sağlayan bir yapıdır ve larenks ile ilişkilidir.



Şekil 12. Hiyoid kemiğin anatomik yapısı[11]

### 2.2.3.2.3. Tiroid

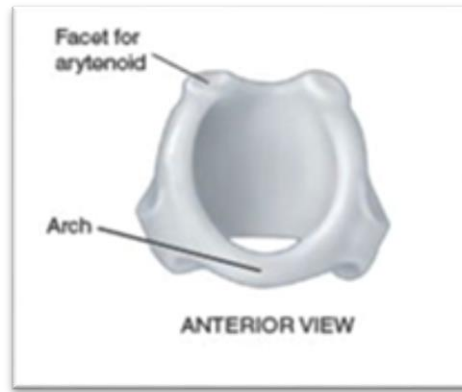
İki dörtgen laminadan oluşur. En büyük kıkırdak yapısıdır. İki lamina arasında erkeklerde 90 derece, kadınlarda 120 derece açı bulunur [11,21].



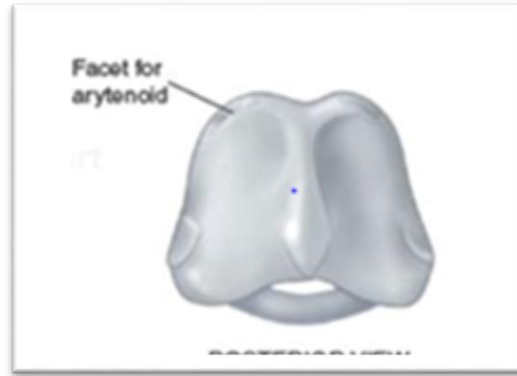
Şekil 13. Tiroid kemiğin anatomik yapısı[11]

#### 2.2.3.2.4. Krikoid

Larenksin en kalın en sağlam ve en dar kıkırdak yapısıdır. Arkada bir lamina önde bir arcustan oluşur. Lamina ve arcusların birleştiği yerde (tiroid kıkırdağın cornu inferiusu ile) facies articularis thyroidea eklem yüzleri (Şekil14,15) bulunur.Laminanın üst kenarlarının yan tarafında facies articularis arytenoidea yer alır [11,14].



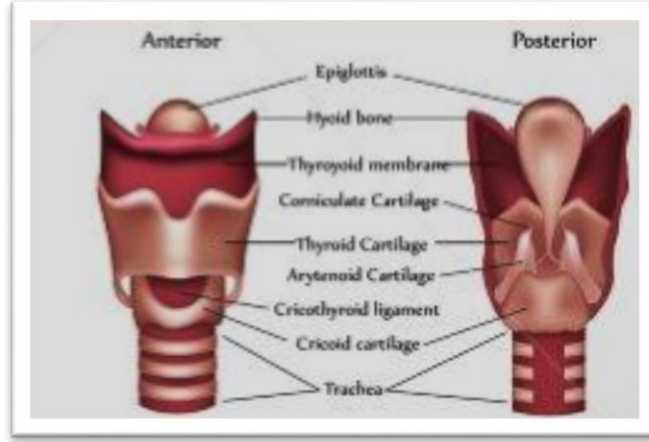
Şekil 14. Krikoid kemiğin anatomik yapısının anterior görünüşü [11].



Şekil 15. Krikoid kemiğin anatomik yapısının posterior görünüşü [11].

#### 2.2.3.2.5. Epiglot

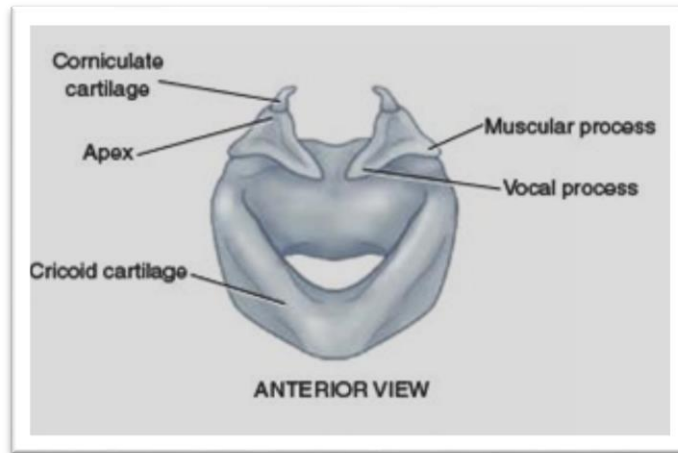
Epiglot, şekli yaprağa benzeyen elastik kartilaj(kemikleşmez) bir anatomik yapıya sahiptir.Radiks linguae ve hyoid kemiğe uzanan epiglot, yutma fonksiyonunda önemli rol oynar [14,21].



Şekil 16. Epiglotun anatomik yapısı [14].

#### 2.2.3.2.6. Aritenoidler

Aritenoidler (Şekil17) üçgen piramit şeklindedir. Vokal prosesler, elastik krikoid kıkırdağın laminasının üst kenarında yer alır. Kornikulat ile yaptığı eklem kayma hareketinden sorumludur. Processus muscularis, m. krikoaritenoideus posterior ve lateralise tutunur. Vokal foldlar(ligamentum vocale) vokal proseslere yapışıktır. Musküler prosesler abduktör ve addüktör kaslara yapışıktır [14,21].



Şekil 17. Aritenoidlerin anatomik yapısı [11].

### 2.2.3.2.7. Kornikulatlar ve Küneiformlar

Anatomik olarak tüm insanlarda bulunmaz. Kornikulatlar küçük elastik kartilajlardır ve aritenoidin apeksinde bulunur. Küneiformlar ariepiglottik foldlarda gömülü bulunur [14,21].

### 2.2.3.2.8. Larenksin Eklemleri

Krikotiroid eklemler; sinovial eklemlerdir. Tiroid kartilajın anterior ve posterior kayma hareketi, vokal perde kontrolü ve vokal perdede değişikliklerden sorumludur.

Krikoaritenoid eklem; Aritenoidin ön arka sallanma hareketi, aritenoidin medial-lateral kayma hareketleri ve vokal fold abdüksiyonu ve addüksiyonundan sorumludur [14,21].

### 2.2.3.2.9. Larenksin Yumuşak Dokuları

**a. Membranlar:** Larengeal yapıları birbirine ve diğer eksternal yapılara bağlar.

**b. Foldlar (Katlantılar):** Hava yolunu açık veya kapalı tutabilmek için valv olarak görev yapan 3 ayrı fold vardır. Bunlar ariepiglottik foldlar, false vokal foldlar (ventriküller), true vokal foldlar

**True Vokal Foldlar:** Kompleks bir yapıya sahiptir. Respirasyon esnasında vokal foldlar abdüksiyon yaparlar ve glottis açılır. Fonasyon ve yutma esnasında vokal foldlar addüksiyon yaparlar ve glottis kapanır. Erişkin erkeklerde uzunluğu 17-21 mm, erişkin kadınlarda 11-15 mm, çocuklarda 2,5-3 mm dir. Selüler ve biyomekanik özelliklere sahip beş farklı tabakadan oluşur. Bu tabakalar epitelium, lamina proprianın yüzeysel tabakası, lamina proprianın intermediate tabakası, lamina proprianın derin tabakası, kas tabakasıdır. Tabakaların direnç farklılıkları fonasyonda kompleks titreşimin olmasını sağlar [14,21].

Vokal kordların, vibrasyona katılan serbest kenarlarının epitel dokusu, larinksin diğer bölgelerinin goblet hücreleri içeren psödostratifiye silyalı kolumnar yapısından farklılık göstererek, non-keratinize stratifiye skuamöz epitel ile örtülüdür[10]. İnce bazal bir membranla alttaki bağlantılı dokuya tutunur. Lamina propria yüzeyel, orta ve derin tabakalar olmak üzere bölümlere ayrılır. Yüzeyel tabaka, gevşek bağ dokusu yapısındadır bu kısma "Reinke boşluğu" adı da verilir. Epitel ve lamina propria yüzeyel tabakasının oluşturduğu biyomekanik yapı, örtü olarak adlandırılır. Vokal kordların vibrasyon özelliğini etkiler özelliğindedir. Lamina proprianın orta tabakasında bol elastik lifler bulunur ve kollajen liflerin yoğun bulunduğu gergin yapıdaki derin tabakadan bu özelliğiyle ayrılır. İki yapının birlikte oluşturduğu kısma geçiş bölgesi denir. Kas tabakasının ana yapısı tiroaritenoid kastır ve gövde şeklinde adlandırılır. Biyomekanik olarak örtü, geçiş, gövde katılık oranları 1:8:10 olarak belirlenmiştir ve bu özellik örtü bölgesinin vokal kordların diğer kısımlarına göre daha esnek ve vibratuar özellikte olmasını sağlar. Farklılaşmış yapı, vokal kordların anteroposterior yöndeki longitudinal strese cevabını da etkiler. Krikotiroid kas kontraksiyonuyla oluşan vokal kord uzunluğundaki artış, örtü bölgesinde en fazla gerginliğe neden olurken bunu sırasıyla transition ve gövde bölgeleri takip eder [22].

### 2.2.3.2.10. Ekstrinsik ve İntirinsik Kaslar

#### İntirinsik kaslar

##### a. Addüktör kaslar

- ✓ *Lateral krikoaritenoid kas*
- ✓ *Transvers aritenoid*
- ✓ *Oblik aritenoid*

##### b. Abdüktör kas

- ✓ *Posterior krikoaritenoid kas*

##### c. Tensör kaslar

- ✓ *Medial tiroaritenoid kas*
- ✓ *Krikotiroid kas*

**d. Relaksör kaslar**

- ✓ Lateral tiroaritenoid kas

**e. Yardımcı kaslar**

- ✓ Tiroepiglot kası
- ✓ Superior trioaritenoid kas
- ✓ Trioaritenoid kas
- ✓ Arieepiglot kas

**Ekstrinsik kaslar**

**a. Elavatör kaslar**

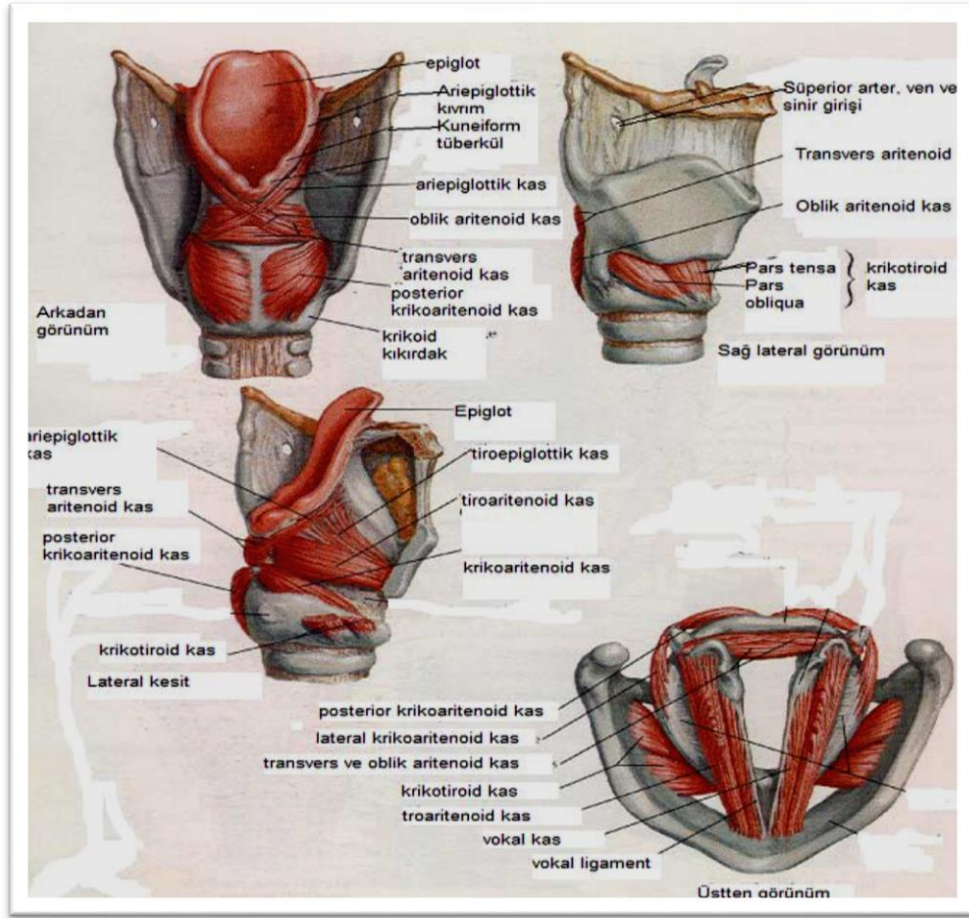
- ✓ Stilohiyoid
- ✓ Milohiyoid
- ✓ Geniohiyoid
- ✓ Hipoglossus
- ✓ İnférieur farengeal konstrüktör

**b. Deprasör kaslar**

- ✓ Sternotiroid
- ✓ Sternohiyoid
- ✓ Omahiyoid
- ✓ Tirohiyoid

**Vokal kordların abdüksiyonu:** *Posterior krikoaritenoid* kası vokal kordların en önemli abdükör kasıdır. Glottisi aritenoidlerin rotatuar hareketi ile açar. Fonasyon sırasında kordları gerilmesini sağlar.

**Vokal Kordların addüktörleri:** *Lateral krikoaritenoid kası* ve *transverse aritenoid* kası aritenoidleri yaklaştırarak glottisin posteriorunuyakınlaştırır. Oblik aritenoid kası ise transvers aritenoid kası ile birlikte yutma sırasında laringeal girişi kapatır [23].



Şekil 18. Larenksin ekstrinsik ve intrinsik kasları [23].

#### 2.2.3.2.11. Larenksin İnnervasyonu

N. Vagusun dallarından biri olan n.Larengus Superiorün internal dalı supraglottik bölge ve hipofarenksin innervasyonunu, eksternal dalı ise larenksin motor innervasyonunu ve krikotiroid kasın innervasyonu sağlar. N. Larengus inferior dalı ise larenksin intrinsik kaslarının motor innervasyonu sağlar[21].

#### 2.2.4. Fonasyon Fizyolojisi

Vokal foldlar bir enerji transdüseri (*bir enerji formunu başka bir enerji formuna dönüştüren araç*) gibi hareket ederler; göğüs, diafram ve karın kaslar tarafından oluşturulan aerodinamik gücü akustik güce çevirirler. Ses üretiminin

fizyolojisinin temeli, sistemin **input** (*solunumsal kuvvet*) ve **output** (*vokal fold titreşimi*) özelliklerine ve vokal foldların mekanik özelliklerine bağlıdır. Esasen fonasyon glottal, subglottal ve supraglottal faktörlerden etkilenir. Kontrol mekanizmalarında supraglottal olarak Mıyoelastik-Aerodinamik teori, intensite (Şiddet) faktörleri, glottal olarak örtü-gövde teorisi ve Fundamental (temel) frekans, subglottal faktör olarak ise mukozal dalga teorisi ve fonasyon modu etkilidir.

Ses oluşumu için vokal foldların titreşmesinin gerekli olduğu 18. yüzyılda ortaya konmuştur. Vokal vibrasyonla ilgili hipotezleri **nörokronaksik, mıyoelastik aerodinamik** teori ile Van Der Berg 1958 yılında ortaya çıkarmıştır. Vokal fold vibrasyonunun tek siklusu kas kuvvetlerinin birleşimi, elastik kapanma kuvvetleri, aerodinamik kuvvetler ile ilişkilidir. Kas kuvveti, medial kompresyon ile lateral krikoaritenoid ve interaritenoid vibratuar siklusu başlatır. Elastik kapanma kuvvetleri vokal foldların addüksiyon pozisyonundan abdüksiyona gelmesi ile oluşur. Aerodinamik güçler ise vibratuar sikluda pozitif ve negatif hava basınçları ile oluşur [23].

#### 2.2.4.1. Mıyoloelastik-Aerodinamik Teori

*Mıyoloelastik-Aerodinamik teori* de iki temel prensibi vardır [24].

- 1- Vokal fold titreşiminin fundamental (temel) frekans (saniyede oluşan bir tam vibrasyon siklusu sayısı (siklus/saniye)) birbirinden bağımsız faktörlerce belirlenmektedir. Frekansı etkileyen faktörler arasında vokal foldların uzunluğunu, gerginliğini, kütlelerini, viskoelastisitesini ve subglottik basıncı sayabiliriz.
- 2- Fonasyon sırasında vokal foldların vibrasyonunu sağlayan kuvvetler Bernouilli Prensibi ile de açıklanmaktadır.

Fonasyon sırasında vokal foldların gerilimi ve elastisitesi nöromuskuler olarak kontrol edilir. Fonasyon sırasında vokal foldlar addüksiyon yaparlar, *kontraksiyon* ve gerilerek elastisite sağlarlar. Nöromusküler kuvvetler glottal açıklığın şeklini belirler. Glottisin üç boyutlu dinamik şekli supraglottik ve subglottik basınç



farkını belirleyen temel faktördür. Fonasyonu başlatan aerodinamik kuvvetin etkisini glottik açıklığın şekli belirler. Fonatuar outputun düzenlenmesinde en önemli olan nokta ise vokal fold elastisitesi ile subglottik basıncın koordine çalışmasıdır.

Adduksiyon yapmış durumdaki vokal foldların titreşmeleri sıvı dinamikleri prensiplerine göre ortaya çıkar. Vokal foldlar titreşmesinde önemli olan 3 aerodinamik prensip vardır [24].

1. Hava akımı yüksek basınçlı bir bölgeden (*subglottik, akciğerlerden gelen havanın basıncı*) düşük basınçlı bir bölgeye (*supraglottik, atmosfer basıncı*) doğrudur
2. Bernouilli Enerji Kanununa göre (*sıvı enerjisinin korunması prensibi*), sıvının partikül hızı arttıkça akımın basıncı azalır
3. Bir boru içinden geçen sıkıştırılmayan bir sıvının hızı, borunun kesit alanı azaldığı oranda artar.

Glottiste açılma ve kapanma fazları ile seyreden vibrasyon siklusuna glottal siklüs denir. Erkek seslerinde saniyede 110 siklüs, kadın seslerinde ise saniyede 200 siklüs oluşur. Glottis kapalı durumda iken, akciğerlerden gelen hava nedeniyle glottis düzeyinde oluşan hava basıncı vokal foldların elastisitesine karşı itici bir kuvvet oluşturur. Hava basıncı vokal fold dokularının yanlara doğru 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, birçok kuvvetin kombine etkisi ile glottal açıklık kapanır ve vokal foldlar tekrar orta hatta kapalı duruma gelirler. Bernouilli etkisi ile oluşan negatif basınç vokal foldların emme etkisi ile orta hatta doğru çekilmelerine neden olur. Vokal foldların elastisitesi (*açılan bir yayın pasif olarak eski hale dönmesine benzer şekilde*) vokal foldların transglottal basınç etkisinden önceki durumlarına döner. Glottisten havanın geçmesi subglottik bölgedeki hava rezervinin azaltarak subglottik basıncın düşmesine ve vokal foldlar orta hattan uzaklaştırma etkinin de bu oranda azalmasına neden olur [25,26].

#### 2.2.4.2. Örtü- Gövde Teorisi

**Örtü- Gövde teorisinde;** hava akımının hızı vokal foldların kütlesi ve gerilimi ile ilişkilidir. Vokal foldların gerilimi ise yapısal özelliklere bağlıdır. Örtü tabakası mukoza ve lamina proprianın yüzeyel ve orta tabakalarıdır. Örtü tabakası gevşek, elastiktir ve kas içermediğinden kasılmaz. Gövde tabakası Lamina proprianın derin tabakası ve vokal kastır (medial tiroaritenoid kas). Gövde tabakası daha sert ve katıdır, aktif olarak kasılarak vokal foldun sertliğini kontrol eder. Gövdenin kasılması ile (kasılan kasın uzunluğu azalır), örtü daha gevşer [11,21,19].

**Mukozal Dalga;** hareketi yavaşlatılmış izlendiğinde vokal fold titreşiminin sıvı hareketine benzer şekilde mukozal yüzeylerde tekrarlayan dalgalanmalar gözlemlenir. Bu dalga hareketlerinin vokal foldların alt sınırından üst sınırına doğru seyrettiği görülür [27].

#### 2.2.4.3. İki Kütle Teorisi

**İki Kütle Teorisi;** Vokal foldun gövdesinin kütlesi ile örtüsünün kütlesi birbirleriyle koordine ancak birbirlerinden ayrı hareket eder. Dalganın yukarıya doğru hareketi esnasında vokal foldların serbest kenarının üst ve alt yarımının medialden laterale doğru hareket etmesi arasında oluşan zamansal faz farkı iki kütle teorisinin temelini oluşturur.

Mukozal dalganın hızını artıran etkenler arasında vokal foldun uzaması, hava akımının artması, subglottik basıncın artması ve fundamental frekans yükseltilen larengeal kas (*krikotiroid kas*) kasılmalarıdır [22,27].

#### 2.2.4.4. Fonatuar Sistem

Fonatuar sistemde hava akım enerjisinin akustik enerjiye dönüşmesini kontrol eden 3 temel sistem vardır

- ✓ Subglottik basınç

- ✓ Vokal foldların biyomekanik özellikleri
- ✓ Supraglottik rezistans ve rezonans

#### **a. Subglottik Basınç**

Ekshelasyon sırasında subglottik basınç belirleyen etkenler alt solunum yollarının elastisitesi, göğüs duvarının elastisitesi ve göğüs ve karın kaslar ile diaframın kasılmasıdır. Konuşma sırasında üst solunum yollar ve larenksin şekli ve boyutu sürekli olarak değiştiğinden (*glottisin geometrisi ve vokal foldların viskoelastik özellikleri*) subglottik basınç değişkendir.[15,28]

#### **b. Fonasyon Eşik Basıncı (FEB)**

Vokal foldların vibrasyonunu başlatabilen en düşük subglottik basınçtır. FEB i arttıran etkenler arasında dehidratasyon, nodül, polip, parkinson hastalığı sayılabilir.

#### **c. Glottik Direnç**

Vokal foldların fizyolojisini anlamak için glottal hava akım ve subglottik basınç daima birlikte düşünülmelidir. Vokal foldların adduksiyonu ve vokal fold dokularının katılığının artması glottis içinden geçen hava akımına karşı bir direnç oluşturur. Bu direnç, glottis içinden geçen basıncın glottis içinden geçen hava akımına oranıdır ve glottisin açıklığı ve subglottik basıncın kombine etkisi ile ayarlanır[19,27].

#### **d. Vokal Foldların Biyomekanik Özellikler**

Vokal foldların konfigürasyonu vokal foldların adduksiyonuna ve vokal fold dokularının viskoelastik özelliklerine bağlıdır. Üç temel viskoelastik fiziksel özelliği vardır; kütle, katılık (rijidite), viskozite (*akışkanlık*).

Kas kasılması ile oluşan vokal fold uzunluk ve kalınlık değişiklikleri; vokal fold kütlelerinin konsantrasyonunu, vokal fold gerilim kuvvetlerinin dağılımını ve

glottik açıklığın geometrik şeklini belirler. Titreşen bir cismin vibrasyonunun fundamental frekansı cismin kütlesi ile ters orantılıdır; yani cismin gerilerek incilmesi ile  $F_0$  artar. Krikotiroid kasın etkisi ile vokal foldun boyu uzayarak  $F_0$  artar. Tiroaritenoid kasın kasılması ile vokal foldun iç gerginliği artar ancak kütlesinde bir konsantrasyon meydana gelerek  $F_0$  azalır.

Vokal fold gerilimi de  $F_0$ ' ı etkiler. Vokal fold örtüsünün gerilimi komşu dokularca oluşturulan uzunlamasına güçlerce belirlenir. Vokal fold gövdesinin gerilimi ise pasif uzunlamasına gerilme, m. krikotiroidin aktivasyonu ve aktif iç kasılma, m. tiroaritenoidin aktivasyonu ile belirlenir.

Viskozite doku deformasyon hızına karşı oluşan dirençtir. Dokunun viskozitesi arttıkça, bir gerilme kuvveti uygulandığında doku tabakalarının birbirleri üzerinden kayabilme kolaylığı azalır. Vokal fold dokularının viskozitesi arttıkça, dokulardaki iç sürtünme de artar ve daha fazla enerji kaybı olur [19, 20, 27].

#### **e. Supraglottik Rezistans ve Rezonans**

Supraglottik yapıların filtre edici etkisi glottisin akustik çıkışını düzenler. Supraglottik vokal yolların konfigürasyonu, vibrasyonu sağlayan Bernouilli etkisinin oluşmasına katkıda bulunarak vokal fold vibrasyonunu etkiler. Ses spektrumunun oluşmasında destekleyicidir; ses kalitesinin tınısını ve berraklığını belirler. Akustik gücün düzenlenmesinde vokal fold vibrasyonunun enerji spektrumunun azaltıcı etkisi ve supraglottik yolların filtre edici etkisi nedeniyle, larenkste oluşan akustik enerjinin supraglottik vokal yollarda enerji kaybına uğraması yüksek frekanslar sesler için daha belirgindir [20, 27].

#### **2.2.5. Rezonans ve Artikülasyon Anatomi ve Fizyolojisi**

Akciğerlerden yükselen primitif hava sütunu, ses tellerinden geçerken kişinin o andaki emosyonel durumuna göre (a,e,i,o,u gibi) sesler oluşur. Bu primitif hava sütunu ses tellerinden yükselirken epiglot, dil kökü, tonsiller, ağız içi, dişler,

yumuşak damak, nazofarenks, koanalar, burun içi ve sinüslere çarpar, sürtünür ve artiküle olur. Rezonasyon meydana gelir. Biz de ortaya çıkan ses üretiminden o sesin kimin sesi olduğunu anlarız.

### 2.2.5.1. Rezonans / Yankılanma Organları

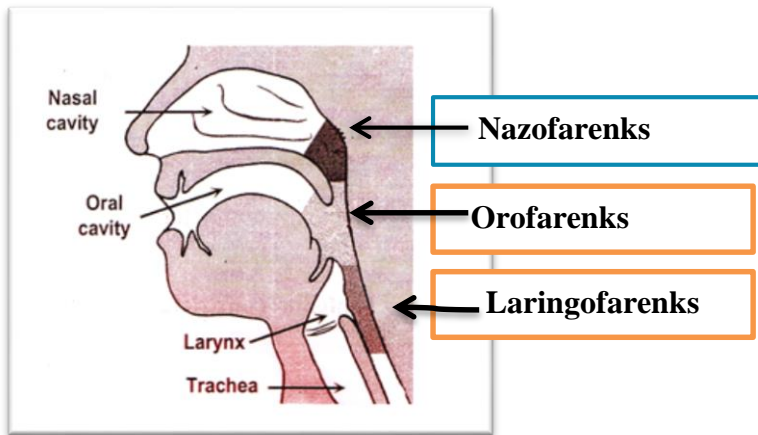
- ✓ Farenks
- ✓ Oral Kavite
- ✓ Nazal Kavite,
- ✓ Sinüsler

#### 2.2.5.1.1. Farenks

1. ile 6. servikal vertebralar seviyesinde yerleşimli, erişkindeki uzunluğu yaklaşık 12-13 cm olan, mukoza ile kaplı, musküler bir yapıdır.

#### Farenks Kompartmanları (Şekil 19)

- ✓ Nazofarenks
- ✓ Orofarenks
- ✓ Laringofarenks (Hipofarenks)



Şekil 19. Farenksin kompartmanlarının şematik gösterimi [28]

### 2.2.5.1.2. Oral Kavite

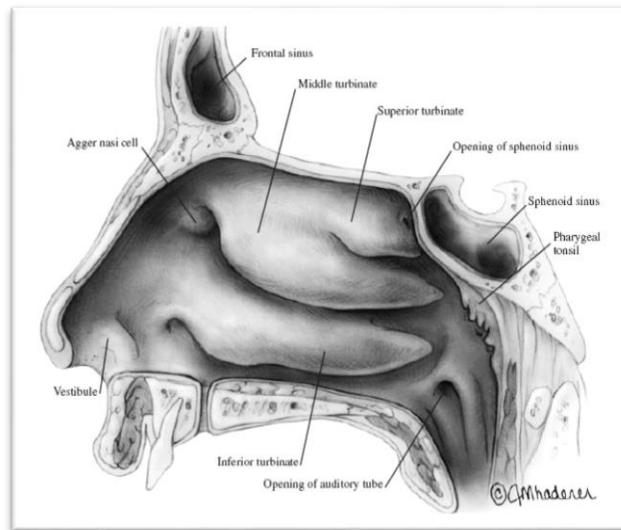
Oral kavite (ağız boşluğu), önde *vermillion* hattından (alt ve üst dudakların mukoza ve cilt birleşim hattından) arkada *isthmus faucium*'a kadar uzanan, alttan ağız tabanı, üstten sert damak ve yanlarda yanak mukozası ile sınırlı bir anatomik boşluktur [19,29].

#### Oral Kavitenin alt anatomik bölgeleri:

- ✓ Alt ve üst dudak mukozası
- ✓ Yanak mukozası
- ✓ Dişetleri ve dişler (üst ve alt diş arkusları)
- ✓ Sert damak
- ✓ Yumuşak damağın bir kısmı
- ✓ Dil korpusu
- ✓ Ağız tabanı ve
- ✓ Retromolar trigon'dur.

### 2.2.5.1.3. Nazal Kavite

Burun deliklerinden (nostril) arkada koanaya (Burnun nazofarenkse açıldığı delikler) kadar uzanan boşluktur (Şekil 20) [19].



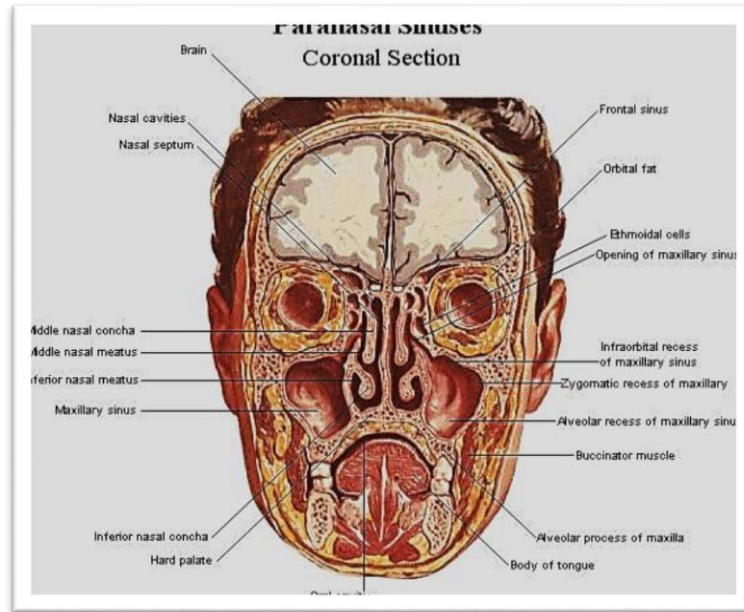
Şekil 20. Nasal boşlukların anatomik yapısı [30]

#### 2.2.5.1.4. Sinüsler

Rezonans, çift cidarlı olmaları nedeniyle, beyin dokusunu, dış ortamdan soğuk ve sıcak etkisinden koruma, travmalarda ön kemik lamina kırıldığında, arka lamina ve dolayısı ile beyin dokusu hasarına engel olma, yüz kemiklerinin ağırlığını hafifletme gibi görevler paranasal sinüslerin görevleri arasında sayılır [19].

#### Paranasal Sinüsler (Şekil 21)

- ✓ Maksiller Sinüs (Highmore Boşluğu)
- ✓ Etmoid Sinüs (Kalburumsu Kemik)
- ✓ Frontal Sinüs (Alın Sinüsü)
- ✓ Sfenoid Sinüs (Kafa tabanı Sinüsü) olarak dört tanedir



Şekil 21. Paranasal Sinüslerin anatomik yapısı [30]

### 2.3. FONATUAR ÇIKIŞ

Bir sesin oluşabilmesi için titreşim hareketi gereklidir. Titreşim bir nesnenin ileri geri hareketidir. İnsan sesinin oluşabilmesi içinde bir titreşimin oluşması gerekmektedir. Nefes verirken akciğerlerden gelen hava gırtlığımızda yer alan ses tellerine titreştirerek ham sesi oluşturur. Ses telleri saniyede; erkeklerde 100 -150,

kadınlarda 200-250, bebeklerde 500 kere titreşir. 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 [31].

*İnsan sesinin perde (frekans), şiddet (gürlük), kalite ve rezonans olmak üzere 4 temel özelliği vardır.*

### **2.3.1. Perde**

Perde, sesin inceliği ve kalınlığını bildiren algısal bir terimdir. Perde, frekansın algısal karşılığıdır. Perdenin fiziksel karşılığı frekanstır. Sesin frekansı ise vokal kordların bir saniyedeki titreşim sayısıdır ve birimi Hz'dir [31].

#### **2.3.1.1. Fundamental Frekans (Temel Frekans)**

Sesin perdesi olarak algılanır, vokal fold vibrasyonunun temel frekansdır, birimi Hertzdir (sıklus/saniye). F0, vokal fold gerilimi değişiklikleri ve subglottik basınç değişiklikleri ile paralel olarak değişkenlik gösterir. Krikotiroid kasının kasılması ile vokal fold gerilir ve boyu uzar (*ses incelir*). Trioaritenoid kasının kasılması ile de ses kalınlaşır ve F0 azalır. Subglottik basınç, vokal foldların vibratuar paternidir.

Temel frekans ses kıvrımlarının titreşim özelliklerini, elastikiyetini, uzunluğunu, şeklini ve kalınlığını yansıtır. Ses tellerinin titreşimi ile ortaya çıkan bir temel frekans ve onun harmonik (formant) adı verilen katlarından oluşur. F0(temel frekans), ses tellerinin bir saniyedeki titreşim sayısıdır. Bir siklusun başlangıcından diğerinin başlangıcına kadar geçen süre ise periyod olarak bilinir ve milisaniye ile ölçülür.

Frekansın, işitsel karşılığı perdenin değiştirilebilmesi fizyolojik olarak vokal kordun gerginliğini ve kütesini değiştirerek, subglottik basıncı artırıp azaltarak, larenksi eleve ya da deprese ederek üç mekanizma ile sağlanır [24,31].



### 2.3.1.1.1. Vokal Kord Gerginliğini ve Kütlesini Değiştirme

Tiroaritenoid, krikotroid ve interaritenoid kaslar tarafından kontrol edilir. Herhangi bir telin gerginliği ne kadar artarsa ve boyu ne kadar kısalsa, vibrasyonunda çıkaracağı sesin frekansı o kadar artar. Tiroaritenoid kas aktivitesi arttığı zaman vokal kordun kütlesi artar ve boyu kısalmaya başlayarak vibrasyona katılan mukozal örtü artar sonuç olarak frekans düşer. Krikotroid kas aktivasyonu sonucu tiroid kartilaj, krikotroid eklem temel alınarak, anteriora ve superiora doğru hareket eder. Krikoid kartilaj ise anteriora ve superiora doğru hareket eder. Bu şekilde vokal kord gerginliği artırılarak daha yüksek frekansta sesler çıkarılabilir [24,31].

### 2.3.1.1.2. Subglottik Basıncın Değiştirilmesi

Vokal kord gerginliğinin ve kalınlığının sabit kaldığı, subglottik basıncın artırıldığı durumda F0 yükselir. Subglottik basınçtaki her 1 cm H<sub>2</sub>O değişim doğru orantılı olarak F0'da ki 3-6 Hz'lik değişime denk gelir [24,31].

### 3.1.1.3. Larenksin Elevasyonu veya Depresyonu

Hyoid kemiğin suprahoid kasların kasılması sonucu anteriora doğru hareketi, tiroid kartilajın öne doğru yer değiştirmesine neden olur. Bu hareket krikotroid kasın etkisine benzer bir şekilde vokal kord gerginliğini artırarak frekansın yükselmesine sebep olur. Krikoid kartilajın, trakeanın aşağı doğru çekilmesiyle beraber olan inferior hareketi, vokal kord boyunu kısaltarak frekansın düşmesine sebep olur [24,31].

### 2.3.2. Şiddet

Sesin şiddetinin birimi desibel (dB)' dir. Sesin şiddeti vokal kord titreşiminin amplitüdü ile doğru orantılıdır. Asıl etken subglottik basınçtır. Gürlük, şiddetin algısal karşılığıdır. Sesin gürlüğü (*şiddeti*) ağızı hemen terk ettikten sonraki akustik

sinyalin ses basınç düzeyi olarak ölçülür. Fonasyonun intensitesi subglottal, glotal ve supraglottal düzeylerde regüle edilir.[24,19]

### 2.3.3. Rezonans

Bir sarkaca anlık bir kuvvet uygulandığında oluşan titreşime öz titreşim denir. Birbirine enerji aktarabilecek iki ayrı sistem öz titreşimi oluşturur. Bu iki sistemden daha güçlü olanına uyarıcı denir. Uyarıcının etkisiyle titreşime zorlanmış sisteme de rezonatör denir.

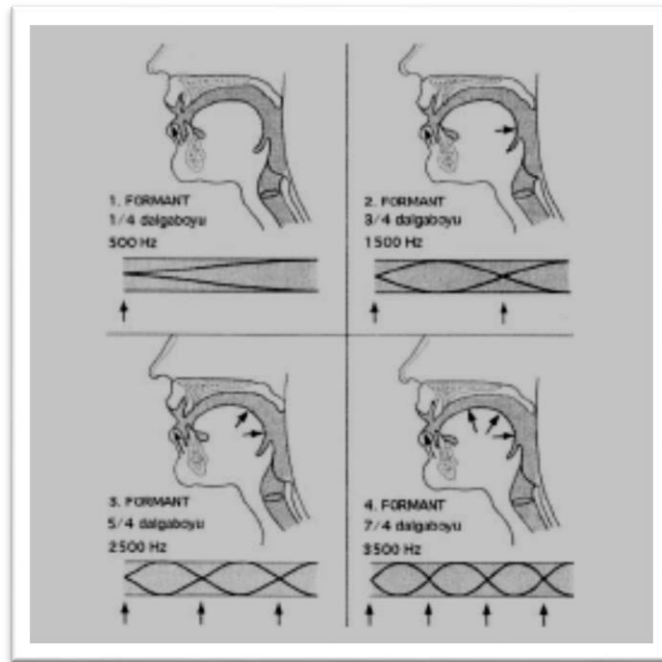
Uyarıcının frekansı ile rezonatörün öz frekans değerleri eşitlendiğinde ise etkili bir titreşim oluşur. Bu titreşimin genliği, uyarıcı titreşimin genliğinden daha büyük değerler alabilir. Böylece uyarıcı titreşimi, rezonatör sistem ile güçlendirilmiş olur. Bu olaya tını (rezonans) denir. Rezonatörlerin etkileri, kendi öz titreşimlerinin sönme süreleriyle ilişkilidir ve genlikleri zamanla küçülür ve bir süre sonra titreşim söner [25].

Glottis düzeyinde oluşan ses, üst solunum yollarındaki boşluklarda (farenks, ağız, burun ve sinüs gibi), bu boşlukların hacmine ve duvarlarının gerginliğine göre değişime uğrar. Bu değişimin iki boyutu vardır. Birinci boyutta rezonatör organların şekline göre bazı frekans bölgelerinde ses şiddeti artarak, vokallerin akustik karakteristiği olan formantlar oluşur. Bu boyut konuşma ile ilgilidir. İkinci boyutta ise sesin kişiliği, kime ait olduğu belirlenir [26]. Konuşma seslerini etkilemeyecek düzeyde nazal rezonans azlığı veya fazlalığı kişiye ait özellikler, rezonansın ikinci boyutu ile ilgilidir.

F0'ın rezonatör boşluklardan geçerken değişmesi ile farklı karakterlerdeki insan sesi meydana gelir. Glottis düzeyinde oluşan ham sesin bazı harmoniklerinin şiddeti rezonatör organların etkisi ile artarken, bazılarının ki azalır. Şiddeti artan harmonikler formantları oluşturur. Formantlar, belirli bir sesin tanınmasında yardımcı olan karakteristik özelliklere sahiptir ve konuşma seslerindeki vokallerin karakteristiğini belirler [32]. Her sesin dört veya beş formantı vardır [33].

### 2.3.3.1. Formantlar

*Formant:* Bir ses kaynağı tarafından oluşturulan akustik enerji (glottik spektrum), bir filtre sistemi ses yolu boyunca yayılarak, değişmiş bir çıkış dalga formu oluşturur. Ses kıvrımlarının titreşimleri ile oluşan glottik spektrum ve frekansı arttıkça enerjisi azalan harmoniklerden oluşur. Maksimum enerji taşınmasını sağlayan frekans bantlarına formant denir ve herhangi bir karmaşık dalga formu fundamental frekans üzerine eklenen bir seri pür tonlardan (formantlar, harmonikler) oluşur. Böylece glottal kaynak sinyali vokal traktusun geri kalan bölümünü geçerken üzerine eklenen harmonikler son vokal çıktıyı belirleyen bir dizi frekans (frekans paleti) oluşturmuş olur. Bu frekans dizisi, spektrum olarak bilinir. Vokal yolda modifiye edilen ses bazı frekans bölgelerinde rezonans özelliğinin etkisiyle şiddetlenir (Şekil 22). Formantlar, özetle ses dalga formlarında bu değişimin sağlandığı kısımdır [19].



**Şekil 22.** Formant oluşumundan sorumlu rezonatör organların şeması [19].

İnsanlardaki rezonans boşlukların şekil değiştirebildikleri için de, müzik aletlerinden ayrı bir sistemle çalışırlar. Şekil değişimi ile bazı frekansları yok

ederken bazılarında artışı olur (Omur, 2004). Formant, genel anlamda, bir rezonatörün belirli bir frekans aralığında titreşimleri kuvvetlendiren rezonans bölgesidir. İnsanlarda 4-5 formant bulunur. Formantlar düşük frekanstan yüksek frekanslara doğru F1, F2, F3, ve F4 şeklinde sıralanır (Koyama, 1969; Sataloff, 1997).

Formant frekansları, vokal yolun rezonans frekanslarıdır. Farenks konuşma esnasında aktif bir artikülatör organdır. Ekstresek dil kasları, damak, mandibula depresörleri ve farenks konstrüktör kasları konuşma esnasında farenksin genişleyip daralmasına ve rezonansa katkı sağlar.

İlk iki formant ünlülerin belirlenmesinden, 3. 4. ve 5. formantlar ise sesin rengi veya tınısından sorumludur. Birinci formant frekansı başlıca mandibula pozisyonuna, ikinci formant ise dil postür değişikliklerine hassastır. Üçüncü formant vokal foldların üzerinde larengeal ventriküller, ariepiglottik foldlar ve vestibüler foldlar tarafından oluşturulan bölgenin rezonansı ile ilişkili olup dil ucu pozisyonuna hassastır [29,33].

#### **2.3.4. Kalite**

Ses kalitesi vokal kordların düzenli vibrasyonu ve vokal traktus içindeki rezonans ile belirlenir. Kalite, kompleksitenin algısal ilişkisidir.

#### **2.3.5. Fonasyon Modu (Register)**

Vokal fold vibrasyon paternleri ile ilişkili olarak ortaya çıkan ve algısal olarak birbirlerinden farklı olan değişik karakterdeki fonasyon şekillerini tanımlar. Larengeal kas aktivitesi, subglottik basınç ve supraglottik rezonansın etkisi ile oluşan bir birinden farklı 3 majör fonasyon Modu vardır.

1. Pulsa Register (vokal fry): düşük frekans, kapalı faz daha uzun
2. Modal (göğüs) registeri: orta frekans
3. Loft (falsetto) registeri: yüksek frekans

## 2.4. FONETİK NEDİR?

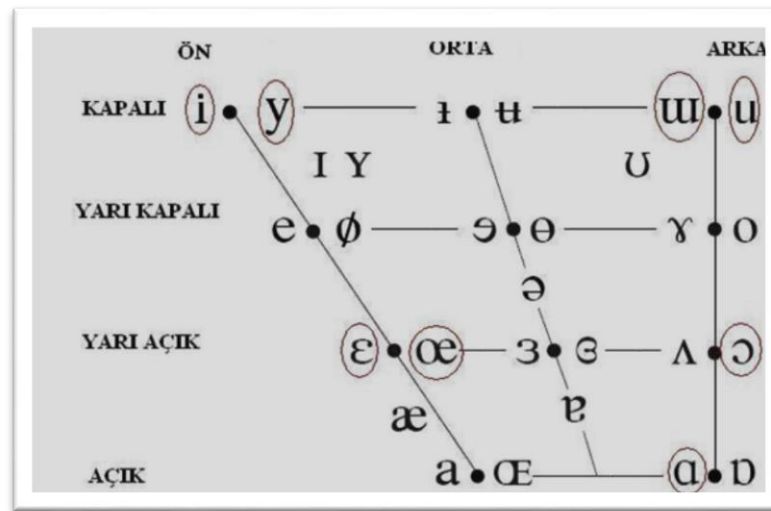
Fonetik terimi dilin ses sistemidir. Çoğu zaman ses-birimsel olarak nitelendirilen fonetiğin en önemli bileşeni konuşma seslerinin incelemesidir. Bu sesler (fonetikler) konuşmak için oluşturduğumuz kelimelerin yapı taşlarıdır. Örneğin, [kal] kelimesi üç fonetiğin birleşimidir; /k/, /a/, /l/. Buna ek olarak, [dal] /d/, /a/, /l/ örneğinde olduğu gibi bir fonetiğin başka bir fonetikle değiştirilmesi başka bir anlam ifade eden başka bir kelime oluşturabilir.

Hava akımı ses aygıtı içinde hareket edip ağız veya burun boşluklarından dışarı çıkarken, ağız boşluğunda bazı engellerle karşılaşır. Bu engellerin niteliği, yeri ve derecesine göre sesler iki ana grup oluşturur[34].

- ✓ Ünsüzler
- ✓ Ünlüler

### 2.4.1. Ünlülerin Şekillenmesi

Ünlüler dil kütlesinin yüksek-alçak, ön-art duruşuna ve dudakların birbirine yaklaşması sırasında açık-kapalı, düz yuvarlak durumuna göre tanımlanır. [34]



Şekil 23. Uluslararası fonetik alfabede ünlülerin uzaysal formant üçgeninde yerleşimleri [34].

## 2.5. AKUSTİK ANALİZ YÖNTEMLERİ

Sesin değerlendirilmesi sübjektif ve objektif değerlendirmeler olmak üzere iki grupta toplanır.

### 2.5.1. Sübjektif Değerlendirmeler

Sesin sübjektif ölçümü (klinik değerlendirme) iyi bir klinik birikimi gerektirir. Bu değerlendirme yöntemlerinde en sağlıklı yaklaşım belirli bir skaladan bu ölçümlerin gerçekleştirilmesidir. Ses bozukluklarının tespitinde kullanılan pek çok skala vardır. Hastanın kendi sesini değerlendirdiği, genellikle ses bozukluklarına bağlı olarak fiziksel, fonksiyonel ve psikolojik problemleri değerlendirmek üzere geliştirilmiş çeşitli anket formları bulunmaktadır. Bu amaçla Jacobson (1997) tarafından geliştirilen SHİ (Ses Handikap İndeksi) toplam 30 sorudan oluşmaktadır. GRBAS profili perseptüel analiz için en sık tercih edilen yöntemlerden birisidir. Yapılan çalışmalar sonucunda güvenilir ve klinik kullanıma uygun olduğu kabul edilmiştir. G: (Grade) Patoloji bir bütün halinde değerlendirildiğinde, ses kalitesini ifade eder. R: (Roughness) Seste kabalaşma, irregüler glottik ataklar, düşük frekanslı gürültü komponenti, vokal fry. B: (Breathness) nefesli ses, glottisten geçen hava türbülansının duyulduğu sestir. A: (Asthenicity) Seste oluşan güçsüzlüktür, hipokinetik, hipofonksiyonel sestir. S: (Strain) Gergin sestir, hiperfonksiyonel, hiperkinetik sestir [28].

### 2.5.2. Objektif Değerlendirmeler

Teknolojinin gelişmesiyle beraber son yıllarda ses analizinde kullanılan araçlarda artma olur. Önceden basit bir gözlem sonrasında hastanın sesinin iyi ya da kötü olduğunu söylemek yeterliyken bugün artık yetersiz olmakta ve daha ileri tetkik ve değerlendirmeler gerekmektedir. Bu aletler algısal değerlendirmeler veya larengeal ayna yöntemi ile anlaşılması güç pek çok noktayı değerlendirme imkânı vermektedir. Bunun yanında terapi öncesi ve sonrasını değerlendirme imkânları sağlamaktadır. Fonasyonun kompleks yapısı uygun test batarya ve yöntemlerinin

gelişmesini zorunlu kılmaktadır. Test bataryası 3 temel vokal parametreyi ölçer nitelikte olmalıdır [15].

- ✓ Akustik
- ✓ Aero-dinamik
- ✓ Hareket

### 2.5.2.1. Akustik Ölçümler

Akustik sesin üretimi ve algılanması arasında gerçekleşen fiziksel bağlantıdır. Ses sinyalinin analizinin fiziksel olarak değerlendirilmesi temeline dayanır. Sinyal analizi vokal foldların vibrasyon pateninin dolaylı analizini sağlar. Yapılan ölçümlerde şiddet zaman ve periyot değerleri incelenmektedir. Değerlendirmede yaş, cinsiyet, fonasyon tipi temel alınmaktadır.

Akustik ölçümler genellikle *spektrogram* ile yapılır. Spektrogramda zaman bağlı amplitüd ve frekans değişimleri değerlendirilmektedir. Farklı filtreler kullanılarak dar bant ve geniş bant spektrogramlar oluşturulmaktadır. *Geniş bant spektrogram* ile sesin perioditesi belirlenirken *dar bant spektrogram* ile özellikle intonsyon paternlerinin belirlenmesinde kullanılır.

Akustik analizde frekans, şiddet, periyod gibi sesin akustik özelliklerini belirleyen parametreler incelenir. Vokal kordlardaki organik ya da fonksiyonel patolojiler vokal kord vibratuar patenini bozmakta ve sesin akustik parametrelerinde değişikliklere yol açmaktadır. Akustik analizler vokal kord fonksiyonlarındaki patolojileri yansıtmalarına rağmen patolojilerin ayırıcı tanısında faydalı değildirler.

Akustik analizler, objektif parametrelere dayanılarak yapılan ve istendiğinde kolaylıkla tekrar edilebilen yöntemlerdir. Yaygın olarak kaydedilen sesin değerlendirilmesinde Kay Elemetrics tarafından üretilen ses analiz programı bilgisayarlı ses analizi içinde yer alan MDSP ve Tiger Electronic tarafından üretilen "Dr. S Speech" ses değerlendirme programı kullanılmaktadır[15].

### **2.5.2.1.1. Bilgisayar Destekli Akustik Ses Analiz Sistemleri**

Bilgisayar destekli pek çok akustik ses analiz sistemi (MDVP, Dr Speech, C Speech, Visi–Pitch, CSL gibi) bulunmaktadır. Ses kayıt şekli, hastanın kayıt esnasındaki tutumu, mikrofonu tutuş şekli ve ağza olan uzaklığı kaydedilen ses örneğinin özellikleri ve farklı ses analiz sistemleri sonuçları ileri derecede etkilemektedir.

### **2.5.2.2. Aero – Dinamik Ölçümler**

Aero-dinamik ses üretimi için gerekli olan güç kaynağıdır. Vokal kordların vibrasyon paternlerinin belirlenmesi için larenksin m.üsk.ülo- elastik düzenlemelerinin yanı sıra subglottal basınç ve hava akışının aero-dinamik özelliklerinin de incelenmesi gerekmektedir. Hava akışı, hava basıncı ve hava volümleri değişik yöntemlerle ölçülebilmektedir [15].

Hava akışı glottisten çıkan havanın hızının ölçüldüğü yöntemdir. Birimi ml/s dir./a/ sesi için gerekli olan hava akışı değeri kadın, erkek ve çocuklarda benzerdir 80- 220 ml/s arasındadır. Hava akışının fazla oluşu vokal kord paralizisi veya zayıf glottal kapanma ile karakterizedir.

Hava basıncı, genellikle “pi” sesi çıkartılması esnasında oral kaviteye yerleştirilen bir basınç transdüser ile ölçülür.

Hava volümü, vital kapasite, ekspiratuar rezerv volüm, inspiratuar rezerv volüm, tidal volüm ve residüel volüm ölçülmesini sağlayan testlerdir. En yaygın kullanılan solunum fonksiyon testi spirometre kullanılarak yapılır [15].

### **2.5.2.3. Hareket**

Akciğerden sağlanan havanın hava yolunda ilerleyişi doğrusal akım enerjisine benzetilecek olursa bu enerjinin alternatif akıma dönüştürülmesine ses diyebiliriz. Doğrusal akım havanın direk ilerleyişi iken alternatif akım fonasyon esnasında hava



akımında oluşan sinüzoidal değişimlere benzer. Vokal kord hareketleri bu dalganın oluşması için ritmik bir titreşim hareketi sağlar. Hareket ölçümleri vokal fonksiyonların klinik değerlendirilmesi için önemlidir. Hareket çoğunlukla elektrolottografi ile ölçülürken fotografi, videostroboskopi de kullanılabilir [15].

### 2.5.2.3.1. EGG ( Elektrolottografi )

*EGG (elektrolottografi)* larengeal hareketin değerlendirilmesinde noninvaziv ve kolay bir yöntemdir. Fonasyon esnasında ses kırırımı temas değişikliklerini ifade eden elektriksel empedans tabanlı bir teknolojidir. Bu işlemin temel amacı; boyundaki elektriksel empedansın ses kırırımı teması derecesinde değişiklik gösterdiğini görüntülemektedir. Tiroid lamina üzerine boyun cildine 2 elektrot yerleştirilir. Larenksten bu elektrotlar vasıtası ile düşük amplitüdü, yüksek frekanslı bir elektrik akımı geçirilir. Elektrik akımı elektrotlar arasında her iki yönde hareket eder ve boyun etkin olarak sabit bir akım arasında rezistans olarak davranır. Ses kırırımının tam teması sırasında empedans (direnç) düşüktür. Elektrik akımı doğrudan glottisten geçer. Ses durumu, boynun çevresinde etkin voltajın azalmasına yol açar. Bu voltaj değişiklikleri EGG sinyalinin temelini oluşturur. Değerlendirmede elde edilen dalga formları glottogram olarak adlandırılır. Dalgaların genlikleri vokal kordların birbirlerine yaklaşp uzaklaşmalarını gösterir [15,28].

EGG sinyalleri temel frekans hakkında objektif bilgiler sağlar. Cerrahi yöntem öncesi ve sonrası veya terapi öncesi ve sonrası yapılan ölçümler ile sesin kalitesini ölçebilen standart objektif veriler sunar. Larenksın sağ ve sol tarafına yerleştirilen elektrotlar arasındaki elektriksel empedansın ölçümü temeline dayanan sistem vokal foldların addüksiyon derecesi, fonasyon şiddeti ve temel frekansı hakkında düzgün ölçümler sağlar [18,20,44]. EGG aynı zamanda ses terapi yöntemini belirlemede hassas ve kişiye özgü bir bakış açısı sağlar. Fakat buna rağmen postür duruş değerlendirmeleri, hastanın sesini değiştirmeye dair cesaret veren motivasyon ağırlıklı terapi yöntemleri akustik, aerodinamik veya EGG değerlendirmelerine nazaran ses terapistleri tarafından daha çok kullanılan geleneksel yöntemlerdir [34, 35].

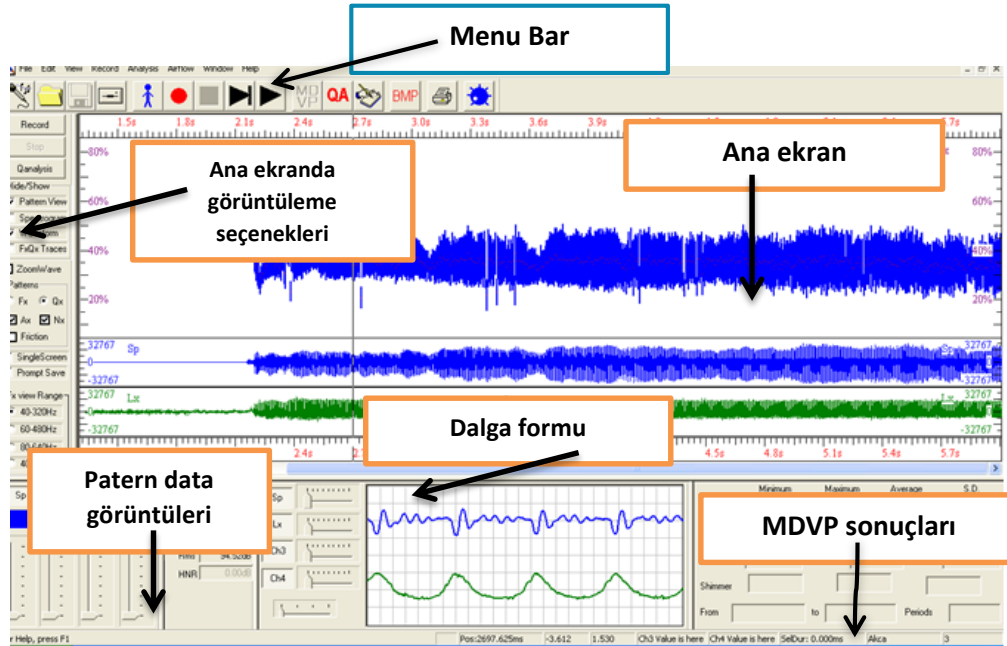
### 3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu tez çalışmasında Turgut Özal Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmaları Etik Kurulu'nun 99950669 sayılı kararı ile başlanmıştır.

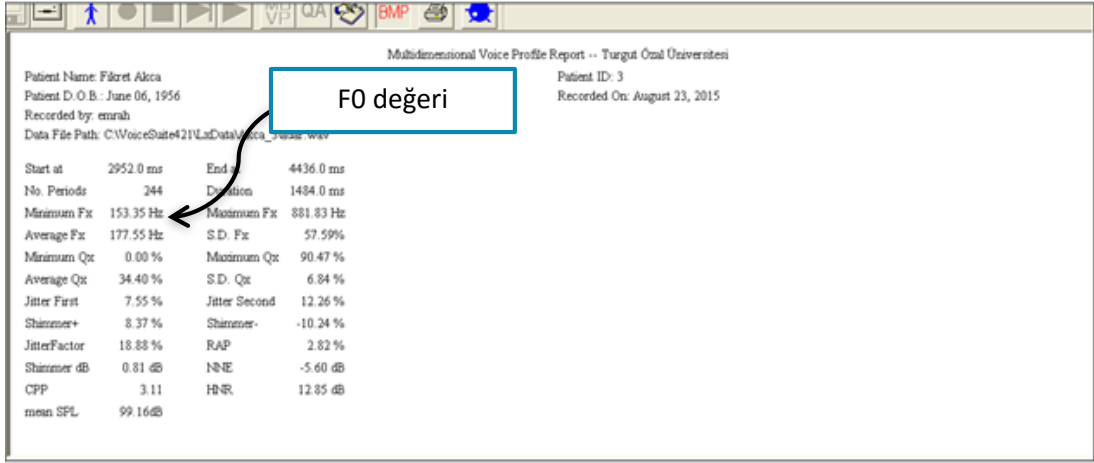
Yaş aralığı 20-45 yaş arası (ortalama 34 yaş ) olan 54 (30 erkek, 24 kadın) gönüllü katılımcı bu çalışmaya dahil olmuştur.

#### 3.1. VERİLERİN TOPLANMASI

Çalışmamızda EGG (Elektroglottografi) Speech Studio Ver. 4.21 ses analiz ünitesi kullanılmıştır. Mikrofon, Larengograph microProcessor, EGG elektrodları ve Bilgisayar kablolar yolu ile bağlanarak ekipman hazır hale getirilmiştir. Sesiz kabine alınan katılımcılar rahat bir oturuş pozisyonunda konumlanması sağlanmıştır. Katılımcıların mikrofonu ağız hizasından 5-8 cm uzak tutması sağlanarak rahat bir ses tonu ile /a/, /e/, /i/ fonemleri 2 saniye süre ile söylemeleri istenmiştir (Şekil 24). MDVP analizi için dar bant (40 Hz) ses kaydı olarak alınmıştır. MDVP analizinden F0 verileri elde edilmiştir (Şekil 25).



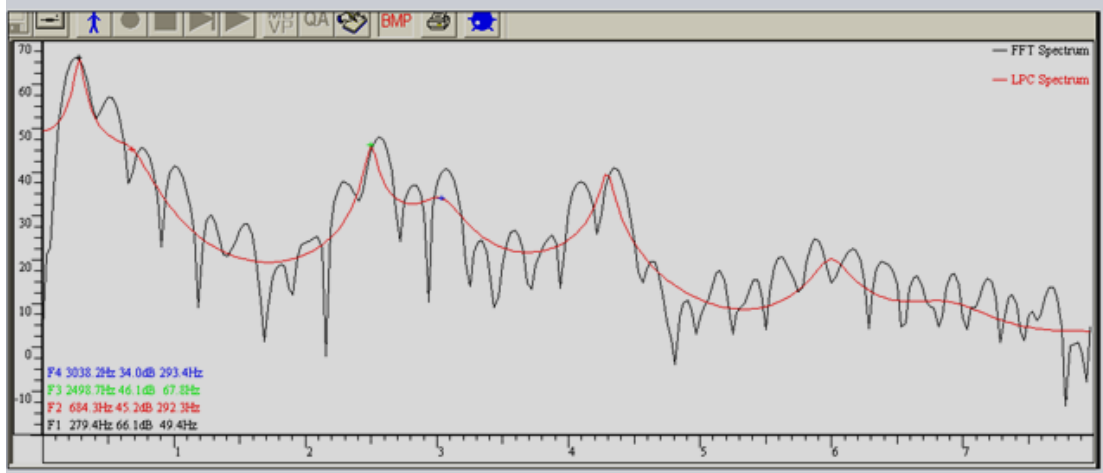
Şekil 24. İki saniye sürece alınan ses paternine bir örnek



**Şekil 25.** Dar bantta /a/ ünlüsü kaydının MDPV analizine bir örnek

Oturuş pozisyonunda katılımcılardan tekrar /a/, /e/, /i/ ünlüleri 2 saniye süre ile ve buna ek olarak konuşma paterni olarak /aba/, / ibi / ünlü-ünsüz-ünlü 3 kez tekrarlatılmıştır ve her biri için bu kayıtlar geniş bantta kayda alınmıştır. Geniş bantta alınan bu kayıtlardan LPC spektrum analizi yapılarak FFT verileri olan formantlar kaydedilmiştir(Şekil 26).

Ayakta pozisyonda, boyun pozisyonundaki değişkenliği azaltmak amacıyla katılımcılardan düz zemine sırtlarını ve kafalarını yaslanmaları istenmiştir. /a/, /e/, /i/ ünlüleri ilki dar bantta ikincisi geniş bantta olmak üzere iki kez alınmıştır. Dar bantta (40Hz) alınan kayıtların, MDPV ile analizi yapılarak (Şekil 25) ayakta pozisyonu için temel frekans (F0); geniş bantta (300Hz) alınan kayıtların, FFT analizi (Şekil 26) yapılarak formantlar (F1, F2, F3, F4) ayakta pozisyonu için elde edilmiştir.



**Şekil 26.** /a/ ünlüsünün FFT analizine bir örnek (Formantlar)

### 3.2. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Her bir birey için 47 veri elde edilerek toplam 2538 verinin istatistiksel analizleri yapılmış ve pozisyona bağlı değişimleri incelenmiştir. Pair Sample t-test kullanılarak her bir fonemin F0 ve F1-F2-F3-F4 değerlerinin ayakta ve oturuşta değerleri kıyası yapılmış p değerleri elde edilmiştir.

### 3.3. ÇALIŞMA DIŞI BIRAKILANLAR

Sigara kullananlar, işitme problemi olanlar sübjektif değerlendirmede ses bozukluğu olanlar veya larengeal cerrahi bir müdahale geçirenler çalışma dışı bırakılmıştır. Algısal ölçümlerde normal sese sahip bireyler çalışmaya dâhil edilmiştir.

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çalışmaya katılan gönüllü bireylerin yaş ve cinsiyet dağılımı Tablo 6'da gösterilmiştir. Çalışmaya katılanların % 56'sı erkek %44'ü kadındır.

**Tablo 6.** Gönüllü katılımcıların demografik dağılımı

	KADIN	ERKEK
<b>SAYI</b>	24	31
<b>ORTALAMA YAŞ</b>	34	34,5

Dar bantta alınan ses paternlerimde MDPV analizi yapılarak oturarak ve ayakta F0 değişimlerine bakılmıştır. Tablo 7 de verilmiştir Ayakta ve oturarak alınan ses paternlerinin analizinde F0 değerlerinde erkeklerde %1 kadınlarda ise %7 değişim gözlenmiştir ve istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

**Tablo 7.** Oturarak ve ayakta MDPV analiz sonucu F0 değerleri

	KADIN			ERKEK		
	Oturarak F0 ortalama (Hz)	Ayakta F0 ortalama (Hz)	P değeri	Oturarak F0 ortalama (Hz)	Ayakta F0 ortalama (Hz)	P değeri
/a/	177±44	170±35	0,454	116±23	118±23	0,106
/e/	183±35	175±49	0,445	120±24	123±20	0,077
/i/	185±45	170±50	0,071	126±23	127±23	0,439

Geniş bantta alınan ses paternlerinde FFT analizi yapılarak elde edilen ortalama F1 değerleri Tablo 8 de gösterilmiştir. /a/, /e/, /aba/, /ibi/ ses paternlerinin pozisyona bağlı değişikliği istatistiksel olarak anlamlı iken /i/ ses paterninde anlamlı değişiklik gözlenmemiştir. Tüm ses paternlerinde oturuş pozisyona göre ayakta frekans değerlerinde düşüş gözlemlenmiştir. Kadınlarda bu değişim sırasıyla %33,

%43,%37,%50 iken erkeklerde değişiklik sırasıyla %30, %26, %34 ve %31'dir. Kadınlarda düşüş yüzdeliği erkeklerden daha fazladır.

**Tablo 8.** Oturarak ve ayakta FFT analiz sonucu F1 ortalama değerleri

	KADIN			ERKEK		
	Oturarak F1 ortalama (Hz)	Ayakta F1 Ortalama (Hz)	P değeri	Oturarak F1 ortalama (Hz)	Ayakta F1 ortalama (Hz)	P değeri
/a/	251±119	169±50	0,004	138±86	87±42	0,001
/e/	188±223	107±71	0,101	87±63	63±40	0,033
/i/	84±59	72±41	0,355	50±39	45±32	0,280
/aba/	253±138	160±99	0,0001	159±105	104±57	0,003
/ibi/	107±117	57±47	0,008	60±50	41±28	0,008

Geniş bantta alınan ses paternlerinde FFT analizi yapılarak elde edilen ortalama F2 değerleri Tablo 9 da gösterilmiştir. /a/ ,/e/ ,/i/ ünlülerinin pozisyona bağlı ortalama F2 değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. /aba/ , /ibi/ ortalama F2 değişiminde ise istatistiksel olarak anlamlı düşüş kaydedilmiştir. Kadınlardaki /aba/ , /ibi/ ortalama F2 değişimi sırasıyla %30, %22 erkeklerde ise %32 ve %35 olarak saptanmıştır.

**Tablo 9.** Oturarak ve ayakta FFT analiz sonucu F2 ortalama değerleri

	KADIN			ERKEK		
	Oturarak F2 ortalama(Hz)	Ayakta F2 ortalama(Hz)	P değeri	Oturarak F2 ortalama(Hz)	Ayakta F2 ortalama(Hz)	P değeri
/a/	199±147	147±95	0,045	122±70	110±85	0,303
/e/	290±131	248±128	0,157	111±56	98±59	0,175
/i/	256±159	200±131	0,104	99±61	92±91	0,727
/aba/	210±135	149±92	0,011	142±94	96±45	0,007
/ibi/	186±114	144±101	0,03	163±132	105±71	0,016

Geniş bantta alınan ses paternlerinde FFT analizi yapılarak elde edilen ortalama F3 değerleri Tablo 10’da gösterilmiştir. Erkeklerde /e/, /i/ ünlülerinin pozisyona bağlı ortalama F3 değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuşken, kadınlarda /a/, /i/, /aba/, /ibi/ ortalama F3 değişiminde istatistiksel olarak anlamlı düşüş kaydedilmiştir.

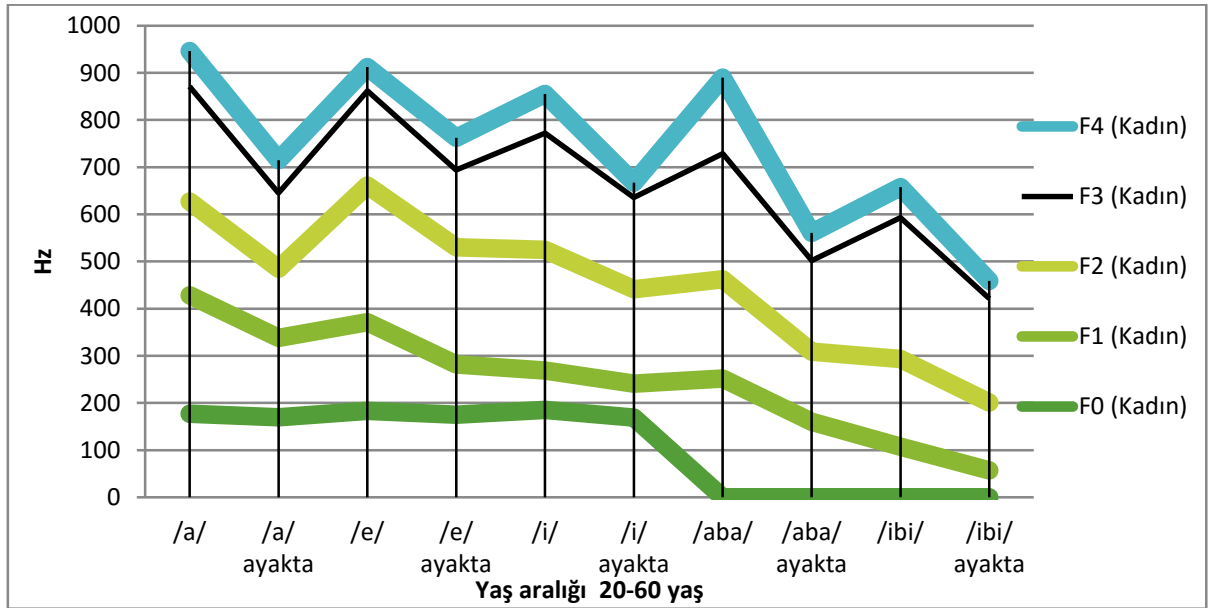
**Tablo 10.** Oturarak ve ayakta FFT analiz sonucu F3 ortalama değerleri

	KADIN			ERKEK		
	Oturarak F3 ortalama (Hz)	Ayakta F3 Ortalama (Hz)	P değeri	Oturarak F3 Ortalama (Hz)	Ayakta F3 Ortalama (Hz)	P değeri
/a/	244±127	160±121	0,022	181±120	168±126	0,532
/e/	202±170	164±137	0,271	178±96	137±61	0,021
/i/	247±160	165±108	0,014	206±113	147±70	0,009
/aba/	267±198	193±133	0,016	166±104	143±86	0,194
/ibi/	300±170	220± 143	0,014	203±102	183±186	0,326

F4 ortalama değerleri ise Tablo 11’de gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kadınlarda /aba / için F4 ortalama değerinin pozisyona bağlı değişikliği istatistiksel olarak anlamlı bulunurken, erkeklerde /e/ sesinde F4 değeri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. F4 değeri kadınlarda daha seyrek elde edilmiş olup (9 kadında) erkeklerde daha çok erkekte gözlemlenmiştir(elde edilmeyen 3 erkek). Bu duruma bağlı olarak istatistiksel değerlendirmeler kısıtlanmış olup sayıca daha fazla örnekleme ihtiyaç doğmuştur.

**Tablo 11.** Oturarak ve ayakta FFT analiz sonucu F4 ortalama değerleri

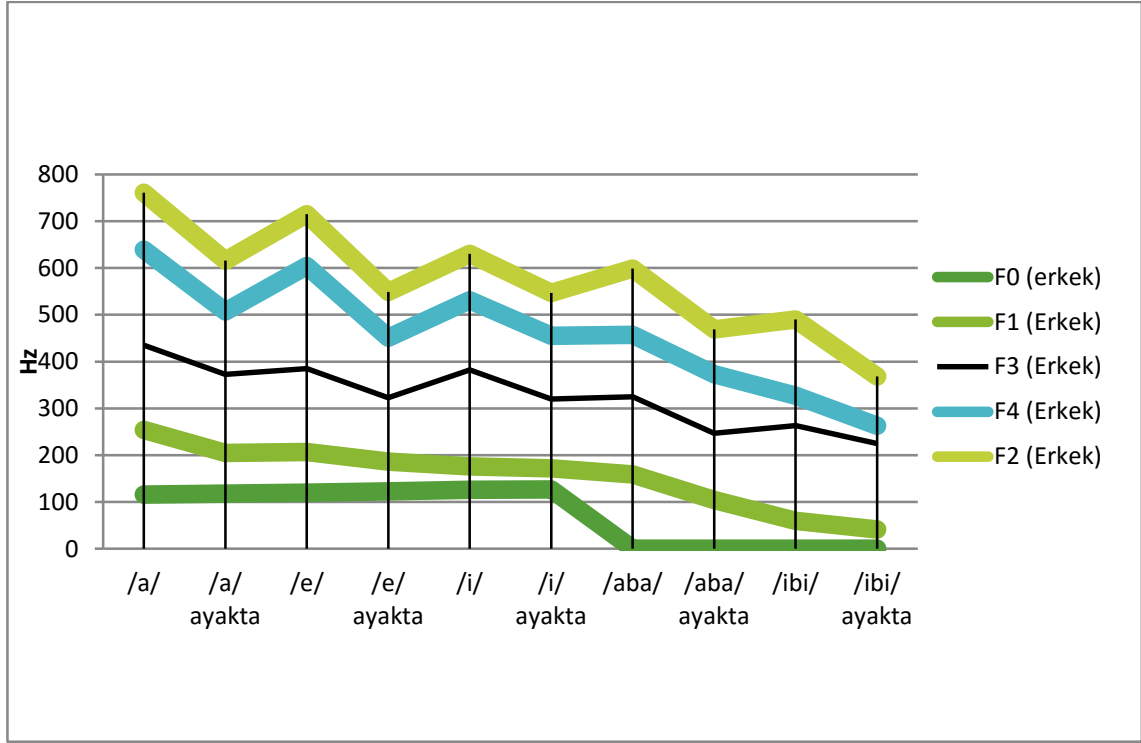
	KADIN			ERKEK		
	Oturarak F4 Ortalama (Hz)	Ayakta F4 Ortalama (Hz)	P değeri	Oturarak F4 Ortalama (Hz)	Ayakta F4 Ortalama (Hz)	P değeri
/a/	75±98	70±10	0,738	204±140	134±124	0,532
/e/	50±98	68±139	0,391	219±141	128±102	0,003
/i/	83±135	31±99	0,048	149±129	135±109	0,578
/aba/	161±174	59±90	0,009	132±110	126±103	0,797
/ibi/	65±155	38±92	0,218	163±116	97±84	0,04

**Grafik 1.** Kadınlarda /a/, /e/, /i/ ses paternleri için F0 ve /a/, /e/, /i/,/aba/, /ibi/ için tüm formantların pozisyona bağlı değişim grafiği

Tüm formantların Grafik 1’de de gösterildiği gibi oturarak alınan kayıtlardaki ölçümlere göre ayakta yapılan kayıtlardaki frekanslar daha düşüktür. Fakat bu düşüş F0’a yaklaştıkça azalmaktadır. Kadınlardaki formant değişimleri ise erkeklere (Grafik 2) göre daha dramatik olmuştur. F0 da ise hem kadınlarda hem erkeklerde



grafiksel gösteride değişiklik fark edilmediği gibi istatistiksel anlamda da değişim görülmemiştir.



**Grafik 2.** Erkeklerde /a/, /e/, /i/ ses paternleri için F0 ve /a/, /e/, /i/,/aba/, /ibi/ için tüm formantların pozisyona bağlı değişim grafiği

## 5. TARTIŞMA

Profesyonel ses sanatçıları, şan eğitmenlerinin doğru ses kullanımı için ve ses terapistlerinin terapi yöntemlerinde ilk kullandıkları metot nefes egzersizleridir. Sağlıklı alınan nefes için en önemli etken ise postür duruşudur. Ses hastalarına doğru postür öğretilerek, bedenle ilgili bilinçli farkındalığı geliştirmesi sağlanır. Temelde larenksin ekstrasik kaslarının fonasyon dışı işlerde kullanılması engellenir [36].

Postür duruşuna göre akustik ses analizi ilk olarak Weir (1993) tarafından /i/, /u/, /ae/, /a/ ünlüleri ile yapılmıştır. 10 erkek gönüllü ile yapılan çalışmada ayakta ve supin (yatar) pozisyonda F1-F2-F3 formantları ölçülerek yapılmıştır. Tek farklı sonuç /i/ foneminin F1 ölçümünde elde edilmiştir ve ayakta pozisyonda daha düşük frekans ölçümleri elde edilmiştir. Bizim çalışmamızda ise /i/ ünlüsünde F3 oturuş pozisyona göre ayakta anlamlı düşüş elde edilmiştir [37].

Stone (2007) /i/ fonemini ‘feet’ kelimesi ile, /ae/ fonemini ‘hat’ kelimesinde, /a/ fonemini ‘hot’ kelimesinde 13 gönüllü katılımcı ile yaptığı çalışmada incelemiştir. Devam eden konuşma içinde F1 ve F2 de anlamlı fark bulamamıştır, fakat tek başına ünlü fonem üretiminde bazı farklılıklar olduğunu tespit etmiştir [38].

Shiller (1999) iki ünlünün ünlü-ünsüz-ünlü bileşenlerinde yaptığı çalışmada F1 ve F2 formantlarını incelemiş ve ayakta pozisyonda üretilen seslerde supin pozisyona göre daha düşük frekanslar bulmuştur. /ae/ ünlüsünde daha güvenilir /i/ ünlüsünde daha az güvenilir sonuçlar elde etmiştir. Biz de ünlü-ünsüz-ünlü bileşeni olarak incelediğimiz /aba/ ve /ibi/ seslerinde oturuş pozisyona göre ayakta F1 ve F2 de anlamlı farklılık elde ederken erkeklerde F4 de bayanlarda F3 de fark bulduk[39].

Başka bir akustik inceleme çalışmasında (Bae, 2014) 12 katılımcı ile /i/ ,/u/ ve /a/ ünlü seslerinin ayakta ve supin pozisyonlarında üretimi incelendiğinde anlamlı değişiklik bulunmamıştır[40].

2 Japon katılımcı ile yapılan bir çalışmada (Tiede; 2000) /i/,/a/,/e/,/u/,/o/ ünlüleri bulunduran konuşma örneklemi ile yapılan çalışmada formantlarda ayakta ve supin pozisyonlarında pozisyona bağlı değişim elde edilmemiştir [41].

Stone ve Tiede çalışmalarında elde ettikleri bulgular eşliğinde gravitasyonun akustik özellikler açısından fizyolojiye olan etkisinin ihmal edilebilir olduğunu belirtmişlerdir. Buchoillard (2009) biyomekanik modelleme yaparak tanımladığı makalesini aynı sonuç ile sonlandırmıştır [42]. Biz de yaptığımız çalışmada sesin temel frekansının pozisyona bağlı olarak değişmediği sonucuna ulaştık.

Shiller 1999'da yaptığı çalışmada ise daha farklı bir sonuç elde etmiştir. Gravitasyonel yüklerin tamamen kompanse edilemediği durumlarda bu durum kolların hareketi ile kompanse edilir. Ve konuşma motor hareketi için kolların hareketinden yardım olarak sesdeki değişimi kompanse eder ve pozisyona bağlı akustik değişimler minimize edilmiş olur. F1-F2-F3 formantlardaki değişim ise konuşma seslerinin farklı rezonatör kısımların vibrasyonundan kaynaklanmasına bağlıdır[39].

Sorular gravitasyonel değişimin anatomik ve akustik değişimlerinde özellikle “İnsan sesi gravitasyonel değişimi ne ile ve nasıl kompanse etmektedir?” kısmında kalmıştır.

Bu çalışmada vücut pozisyonunun akustik ölçümleri üzerindeki etkisine ayakta ve oturuş pozisyonunda temel frekans ve F1-F2-F3-F4'teki değişimlere bakılmıştır. Bizim hipotezimiz F0 temel frekansta pozisyona bağlı değişimler olmaması fakat formantlarda ayakta pozisyonda daha düşük frekans değerleri elde etmek idi. Bulgularımızda ise F0 da değişimler istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ). Genel olarak tüm formantlarda düşüşler gözlemlenirken, ünlünün rezonatör anatomisine göre de farklı formantlarda anlamlı düşüşler elde edilmiştir.

Vücut pozisyonu ve/veya gravitasyonel değişim temel frekans üzerinde bir etki oluşturmazken formantların değişiminde önemli farklılıklar elde edildi. Akustik veriler gösterdi ki her bir ünlünün üretiminde farklı gravitasyonel oryantasyonlar veya bu etki karşısında farklı artikülatör kompensasyonlar söz konusudur. Önceki çalışmalarda da ifade edildiği gibi artikülatör destekler nasal, orofarengeal bölgeler ve çene, larenksten sağlanmaktadır. Bu artikülatör organların farklı oryantasyonu ile konuşmanın temel akustik özellikleri oluşmaktadır.

F0'da pozisyona bağlı değişimin olmaması larenksin gravitasyonel değişime karşı oluşturduğu kompensasyon mekanizmasından kaynaklandığı düşünölmektedir. Nixon ve Wagner (1962) in yaptığı bir çalışmada gravitasyonel değişime bağlı astronotların konuşma üretiminde anlamlı farklar görmemişlerdir bu da bizim çalışmamız ile uyumlu bir sonuçtur [44].

Varperien (2015) yaptığı çalışmada F3 formantı en çok /a/ ünlüsünde etkilenir. Artikölasyon olarak daha geride oluşur ve oral bölgenin yan kısımlarından artikölator destek alır. Merkezde olan ünlülerde F1 ve F2 formantlarında değişim daha fazla iken, (/u/ gibi) /a/ ünlüsünde değişim daha azdır [43]. Bizim bulgularımızda alfabede ünlülerin uzaysal formant üçgeninde yerleşiminde önde ama ağız kapalı olan /i / ünlüsünde en çok değişim F3'de gözlemlenirken, uzaysal formant üçgeninde (Şekil 19) yerleşiminde önde ağız orta açık olan /e/ ünlüsü en çok F2 formantında değişime uğramıştır. /a/ ünlüsünde değişim F1'de en çok gerçekleşmiştir. /a/ ünlüsü uzaysal formant yerleşiminde önde ve ağız açık olarak gösterilmektedir.

Bizim temel frekanstaki bulgularımız da önceki çalışmalarda olduğu gibi yetişkinlerin ses üretiminde larenkste gravitasyonel ve oryantasyonel değişimlerden etkilenmemeyi sağlayan efektif bir kompensasyon sistemi olabileceğini gösterdi.

Çalışmamızda formantlarda gözlemlediğimiz pozisyonel değişimler de gösterdi ki hem kadınlarda hem de erkeklerde artikölator organlarda oluşan pozisyonel değişimden etkilenmektedir. Bu sonucun anatomik olarak açıklanması için görüntölleme yöntemleri ve solunum fonksiyon testleri de kullanılarak desteklenmesi gerekmektedir. Bu verilerin olmaması da çalışmamızın sınırlılığıdır.

Bu tez çalışmasından sonra yapılacak çalışmalarda oturuş ve ayakta pozisyonda ses üretimi için;

- 1) Respirasyondaki değişim parametreleri
- 2) Anatomik değişimler (artikölator organlarda, muskülo-skeletal sistemde)

- 3) Anatomik değişimlere bağlı fizyolojik etkiler (Kas aktivasyonları ve fiziksel etkenler)

Üzerinde yapılacak yeni çalışmalar gerekmektedir.

Bu tez çalışması, hem kadın hem erkeklere ait ses fonksiyonlarının pozisyona bağlı değişimini ve iki cins arasındaki benzerlik ve farklılıkları gösteren en geniş örneklemlili çalışma olması açısından önemlidir. Litaratürde karşılaştığımız çalışmaların tümü supin ve ayakta pozisyonu arasındaki farklılıkları incelerken günlük hayatta sesin profesyonel kullanımında şan eğitmenleri ve ses terapistlerinde en çok kullanılan ses üretim pozisyonları olarak oturuş ve ayakta pozisyonlar arasındaki farkları inceleme açısından da bildiğimiz kadarıyla literatürde bir ilktir.

## 6. SONUÇ

Oturuş ve ayakta pozisyona bağlı ses değişimlerinin incelendiği bu çalışmada akustik ses analizi EGG ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya 24 kadın 31 erkek 55 gönüllü (ortalama yaş, 34) katılmıştır.

Çalışmamızın bulgularında literatürdeki çalışmaların genelinde gözlemlendiği gibi temel frekansta pozisyona bağlı değişiklik gözlemlenmemiştir. Bu durumu vokal ligamenti destekleyen histolojik yapı, birçok ekstrinsik ve intrinsik kaslardan oluşan kas yapısı, muazzam işleyen nöral yapı ve santral mekanizmanın bu yapıları hassas kontrolü ile geliştirilebilen kompensasyon sistemi ile açıklayabiliriz. Ses üretiminde gravitasyonel veya oryantasyonel değişimler her kişinin karakteristik yapısını da yansıtan sesin temel frekansını değiştirmemektedir.

Konuşma sesinin farklı rezonatör özelliklerini formantlar yansıtır. F1- F2- F3 ve F4 sıra ile sesin dıştan içe ve aşağıdan yukarıya her bir harfin rezonatör desteğine bağlı olarak oluşur. Formantlar her sesin karakteristiğini gösteren frekans değerleridir. Sesin pozisyona bağlı ölçümünde geniş bantta alınan paternlerden elde edilen formantlarda genel olarak ayakta pozisyonda formantların oturuş pozisyonuna göre düştüğü gözlemlendi. Bu durumun sebebi olarak oturuş pozisyonda abdominal basıncın fazla olması [1,10], kas tonusunun daha gevşek oluşu ile değişkenliğe daha çok izin vermesi ve vital kapasitede oturuş ve ayakta pozisyonlarda oluşan değişiklik sebebiyle *supraglottal basıncın oturur pozisyonda daha fazla olduğu* düşünöldü. Bu bulgular eşliğinde gelecek çalışmalar için önerim oturuş ve kalkış pozisyonları için solunum fonksiyon testlerinin, abdominal basınç ölçümlerinin ve görüntöleme yöntemleri kullanılarak anatomik ve fizyolojik sebeplerin incelenmesidir.

### KAYNAKÇA

- [1] IWARSON J. , (2001) , “Effect of inhalatory Abdominal Wall Movement on Laryngeal Position During Phonation” J. of Voice Vol 15: 384-94
- [2] JAN M.A. ,MARSHALL I. , DAUGLAS M.J. , (1994) , “ Effect of posture on upper airway dimentions in normal human” Am. J.Resp. Cruit. Care Med.: 149: 145-148
- [3] SUTHIPRAPAPORN P., TANIMOTO K , OHTSUKA M. , NAGASAKI T. , TIDA Y. , KATSUMATA A. (2008) “Positional changes of orapharangeal structures due to the gravity in the upright and supine body position” Dentomaxillofoc. Radial. 37:130-136
- [4] ENGWALL O. , (2006), “Assesing magnetic resonance imaging measurement : Effect of sustenation , gravitation and coarticulation” *In Speech Production : Modals ,Phonetic Process and Techniques edited by J. Harrington M.Taban(Pschology Press ,NewYork) 301-314*
- [5] TRASER L., BRUDUNMY M., RİCHTER B. ,VİCARI M. , ECHTENACH M. ,(2014), “Weight bearing MR imaging as an option in the study of the gravitational effects on the vocal tract of untrained subjects in singing phonation” PLoS One 9 e112405
- [6] VAN HOLSBEKE C.S. , VERHULST S.L., VOS W. G., DE BACKER J.W. , VİNCHURKER S.C. , VERDANCK P.R. , VON DOORN J.W.D , NADİJİMİ N. , DE BACKER W.A. (2014) “Change in upper airway geometry between upright and supine position during tidal nasal breathing” J.Aerosol Med. Pulm Drug Delivery: 27:51-57

- [7] DIETSCH A.M., CRISTEA C.M. ,AUER E.T. JR. ,SEARL J.P. (2013) “ Effects of body position and sex group on tongue pressure generation Int. J.Oralfac, Myology 39:12-22
- [8] PERRY J.L , (2015) “Variations in velopharyngeal structures between upright and supine position using upright Magnetic Resonance Imaging” Cleft Palate Craniofac J. 48: 123-133
- [9] TRASER L., BRUDUNMY M. , RICHTER B. ,VICARI M. , ECHTENACH M. ,(2013) “The effect of supine and upright position on vocal tract configurations during singing : Conservative study in Professional tenors” , J.Voice 27:141-148
- [10] GRÖNKVIST M.J , (2002) , “Mechanism of Ventilation inhomogeneity during vital capacity breaths standing and supine” , Respiration Physiology 129: 345-55
- [11] KONAĞI İ. (2010) “Vokal Hijyen Eğitiminin Vokal Nodül Hastalarındaki Etkililiğinin Objektif Ve Subjektif Parametrelerle Değerlendirilmesi” Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara
- [12] BELGİN E. , (2014) Tanısal Odyoloji, Güneş Kitapevi, Ankara; ‘İşitme Sisteminde Akustik Prensipler’ Belgin E, 19-25
- [13] <http://slideplayer.biz.tr/slide/3192078/#>
- [14] KAYA S, ( 2002) “*Larenks Hastalıkları*”, Bilimsel Tıp Yayınevi, Ankara,
- [15] G.A. ÇAĞLAR “Konuşma ve Ses Bozukluklarında İleri Tanı ve Terapi Yöntemleri Ders Notları”
- [16] <http://www.dayshare.org/mbolmez/epitel-dokusu>



- [17] [http://www.hasankoc.net/dersnot/insan\\_anatomi\\_fizyo\\_iskelet.pdf](http://www.hasankoc.net/dersnot/insan_anatomi_fizyo_iskelet.pdf)
- [18] <http://slideplayer.biz.tr/slide/4070988/#>
- [19] ÖMÜR M. (2001) , “Sesin Peşinde” ,1.baskı, İstanbul :21-24
- [20] FREEMAN M. FAWCUS M. (2000) “Voice Disorders and Their Management” , 6-79
- [21] SARİMEHMETOĞLU E. A. , (2012) , “Vokal nodülü olan pediatrik olgularda ses kalitesinin akustik ses analizi ve Pediatric voice handicap index ile değerlendirilmesi , Gazi Ü. Metin Yılmaz, 108 sayfa.
- [22] TOPAL Ö, (2004) , “Adenoidektomi ve Adenotonsillektomi yapılan Hastalarda Ses Kalitesindeki Değişiklikler” , Hacettepe Üniversitesi,Uzmanlık Tezi, Ankara
- [23] METİN E.( 2009) “*Vokal Kord Nodüllü Kadın Hastalarda Ses Kalitesi ve Kişilik Yapısının İncelenmesi*”, Gazi Ü. ,Ankara
- [24] SATALOFF, R.T. (1991), “Voice: The Science And Art Of Clinical Care”. 2.nd,New York: Raven Press
- [25] TITZE I. (1995), “The Source-Filter Theory Of Vowels, Principles Of Voice Production”, 1 nd, Englewood Cliffs, 136-168.
- [26] KILIÇ M. A. , (2002), “Larenksin fonksiyonel anatomisi ve ses fiziolojisi.” TKlin ENT; 2: 1-8.
- [27] AYACHE S. , (2004) , “Experimental Study of the Effects of Surface Mucus Viscosity on the Glottic Cycle” J. Voice: 8:107-115
- [28] <http://www.kanservakfi.com/nazofarenks-ust-yutak-kanseri-118.html>

- [29] SMİTH C.G. ,(2005) , “Resonant voice: spectral and nasendoscopic analysis”, J Voice; 19: 607-622.
- [30] <http://slideplayer.biz.tr/slide/2290591/#>
- [31] MERATİ A.L., BİELAMOVİCH S.A. (2007) , “Text of Larengology “,p.31-349
- [32] MORGÜL M. (2001) , “Müzik Nasıl Öğretilir?”, 1. Baskı, Ankara: Yurt Renkler Yayınevi
- [33] ÖĞÜT F, (2000) , “Mutasyonel disfoniye yaklaşım ve sonuçlarımız” , Ege Tıp Dergisi; 39 (2): 135 -137.
- [34] ORBERK M. S. (2011) “Türkiye Türkçesinde Ünlü Ünsüz Etkileşimleri” Yüksek lisans Tezi ,Ankara Üniversitesi,Ankara
- [35] ARBOLEDA B. , FREDERICK A. (2006) , “Considerations for maintenance of postural alignment of voice production” J.of V. Vol:22 No:1:90-99
- [36] COLTON R, CASPER K. C. (1996) , “Understanding Voice Problems A Physiological Perspective For Diagnosis and Treatment”, 2 nd, Baltimore: Lippincot Williams & Wilkins
- [37] WEİR A.D. , MC CUTCHEAN M.J. , FİEG J.E. , (1993) “A comparison of formant frequencies for vowels pronounced in the supine and upright position” In Proceeding of the 12 th Biomedical Engineering Conference 188-190
- [38] STONE M. STOCK G., BUNİN K., KUMAR., EPSTERN M., KOMBHAMOTTU C., Lİ M., PARTHASARATHY V., PRİNCE J., (2007) “Comparison of speech production in upright and supine position” J.Acoust. Soc. Am., 122:532-541

- [39] SHILLER D.M., OSTRY D.J. GRIBBLE P.L. (1999) “Effect of gravitational load on jaw movements in speech” *J. Neurosci.*, 19: 9073-9080
- [40] BAE Y. PERRY J KUEHN D. P. (2014) “Videofluoroscopic investigation of body position on articulatory positioning” *J.Speech Lang. Hear. Res.* 57:1135-1147
- [41] TIEDE M.K., MASAKI S.B, BATESON E (2000) , “Constructs in speech articulation observed in sitting and supine conditions” In *Proceedings of The 5th Speech Production Seminar May 1-4* , Noster seasob Bevaria, Germany, p 25-28
- [42] BUCHAÏLLARD S. ,PERIER P, PAYAN Y. (2009) “A biomedical model of cardinal vowel production: Muscle activation and the impact of gravity on tongue positioning” *J. Acoust. Soc. Am.* 126:2033-2051
- [43] VERPERIAN H. K., (2015) , “Effect of body position on vocal tract acoustics : Acoustic pharyngometry and vowel formants”, *J. Acoustical society of America*, 138: 833- 845
- [44] NIXON C.W. , WAGGONER C.R. (1962) “Speech during weightlessness” *MLR Technical Documentory Report 62-45*, Wright –Patterson Airforse Base, O.H.

**EKLER****Ek-1: Etik Kurul Kararı**

**TURGUT ÖZAL ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ**  
**KLİNİK ARAŞTIRMALARI**  
**ETİK KURULU KARAR ÖRNEĞİ**

**SAYI** : 99950669/  
**KONU** : Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Kararı

10.08.2015

**SAYIN YRD. DOÇ. DR. MESUT KAYA**

Fakültemiz Klinik Araştırmalar Etik Kurulunun 10 Ağustos 2015 tarih ve 2015/08 Sayılı toplantısında sunulan **“Oturuş ve Ayakta Pozisyona Göre Akustik Ses Analizi Karşılaştırılması”** başlıklı araştırma projesi öneriniz incelenmiş, etik ve bilimsel ilkelere uygun olduğuna oybirliğiyle karar verilmiştir.

Prof.Dr. Osman ÖZCAN  
Başkan

Doç. Dr. Esra GÜNDÜZ

Doç. Dr. Bünyamin İSİK

Doç. Dr. Özlem EVLİAYOĞLU

Doç. Dr. Hilmi DEMİRİN

Doç.Dr.Rüveyda İrem DEMİRCİOĞLU ✓

Yrd.Doç.Dr. Duygu AYDIN

Prof. Dr. Ali AKÇAY

Doç. Dr. Bülent BOZKURT  
Başkan Yardımcısı

Doç. Dr. Ayşe Esra YILMAZ

Doç. Dr. Nurhayat BAYAZIT

Doç. Dr. Mehmet KAYA

Yrd.Doç. Dr. Ayşe GÜREL  
Raportör

Avukat Meltem BAĞCI

Yasin GÜRSOY