

T.C.  
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ANATOMİ ANABİLİM DALI

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ DEVLET KONSERVATUVARI  
OPERA VE ŞAN BÖLÜMÜ ÖĞRENCİLERİNİN SUPRAGLOTTİK  
VE SUBGLOTTİK AKTİVİTELERİNİN İNCELENMESİ VE  
AKUSTİK ANALİZ SONUÇLARI İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

**EMİNE PETEKKAYA**

**DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMANI  
Prof. Dr. Ahmet Hilmi YÜCEL**

**ADANA-2012**

T.C.  
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ANATOMİ ANABİLİM DALI

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ DEVLET KONSERVATUVARI  
OPERA VE ŞAN BÖLÜMÜ ÖĞRENCİLERİNİN SUPRAGLOTTİK  
VE SUBGLOTTİK AKTİVİTELERİNİN İNCELENMESİ VE  
AKUSTİK ANALİZ SONUÇLARI İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

**EMİNE PETEKKAYA**

**DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMANI  
Prof. Dr. Ahmet Hilmi YÜCEL**

**Bu tez Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Fonu ve Tübitak tarafından desteklenmiştir. (TF-2010D8)  
(Tübitak 1002 Hızlı Destek Proje Destekleme 110S241)**

**ADANA-2012**

## KABUL VE ONAY FORMU

### Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Anatomi Doktora Programı çerçevesinde yürütülmüş olan” Çukurova Üniversitesi Devlet Konservatuvarı Opera ve Şan Bölümü Öğrencilerinin Subglottik ve Supraglottik Aktivitelerinin İncelenmesi ve Akustik Analiz Sonuçları ile Karşılaştırılması” adlı çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi :  
24/02/2012

İmza

Prof. Dr. Ahmet H. YÜCEL

Çukurova Üniversitesi

Jüri Başkanı

İmza

Prof. Dr.

Çukurova Üniversitesi

Üniversitesi

İmza

Prof. Dr.

Çukurova

Yukarıdaki tez, Yönetim Kurulunun ..... tarih ve ..... sayılı kararı ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Halil KASAP

Enstitü Müdürü

## TEŞEKKÜR

Öncelikle eğitimim sırasında beraber çalışmaktan onur duyduğum ve kıymetli bilgilerinden kısa sürede olsa istifade etmek şerefine nail olduğum değerli hocamız Prof. Dr. Fahri DERE'ye, araştırmanın her aşamasında değerli yardım ve katkılarıyla desteğini sürekli hissettiğim değerli hocam ve danışmanım sayın Prof. Dr. Ahmet Hilmi YÜCEL 'e sonsuz teşekkürler ediyorum.

Tez çalışmasının uygulama aşamasını beraber yürüttüğümüz, çalışmanın her aşamasında her türlü desteğini sunan KBB Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Ülkü TUNCER' e ve KBB uzmanı Özgür SÜRMEİOĞLU'na çalışmamızın klinik ve ses değerlendirmelerini yürütme kısmında hem manevi desteğini sunan hem de analizi birebir beraber yürüttüğümüz Sütçü İmam Üniversitesi KBB Anabilim Dalı Başkanı ve Öğretim Üyesi Prof. Dr. Mehmet Akif KILIÇ'a, istatistiksel analizlerde yardımını esirgemeyen İstatistik Anabilim Dalı Bölüm Başkanı Prof. Dr. Refik Burgut'a ve çalışmanın uygulama aşamasında opera şan öğrencilerinin koordinasyonu ve erişimi konusunda çok emek ve vakit sarfeden değerli hocamız Devlet Konservatuarı Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Dr. Mustafa BAYIK'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca doktora eğitimim süresince bilgi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, sonsuz özverili yaklaşımda bulunan ve her türlü sıkıntıda manevi desteğini ve sevgisini sürekli yanımda hissettiğim ve bu sayede çok güzel hatırlayacağım bu eğitim sürecini bizlere kazandıran sevgili hocamız Öğretim Üyesi Doç. Dr. Neslihan BOYAN'a vefa, minnet ve sevgi dolu teşekkürü bir borç biliyorum. Ayrıca üzerimizde büyük emekleri olan diğer bütün bölüm hocalarıma bu sayede içtenlikle teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmaya maddi destek veren Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)' na (Proje no: 110S241) ve Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi' ne (Proje no: TF-2010D8) sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

<b>KABUL VE ONAY FORMU</b>	<b>II</b>
<b>TEŞEKKÜR</b>	<b>III</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b>	<b>IV</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b>	<b>V</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b>	<b>VI</b>
<b>GRAFİKLER DİZİNİ</b>	<b>VII</b>
<b>KISALTMA LİSTESİ</b>	<b>VIII</b>
<b>ÖZET</b>	<b>IX</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>XI</b>
<b>1. GİRİŞ</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER</b>	<b>3</b>
2.1.Larinks'in Fonksiyonel Anatomisi	3
2.1.1. Larinks'in Komşulukları	3
2.1.2. Larinks'in Kıkırdakları (Cartilagine Laryngeales)	4
2.1.3.Larinks'in Ligament ve Membranları	7
2.1.4. Larinks'in Eklemleri (Articulationes Laryngeales)	8
2.1.5. Larinks'in İç Yapısı	9
2.1.6. Larinks'in Kasları	13
2.1.7. Larinks'in Damarları ve Sinirleri	15
2.1.8. Larinks'in Lenfatik Drenajı	16
2.2. Larinks'in Topografik Anatomisi	19
2.3. Ses Fizyolojisi	20
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEMLER</b>	<b>41</b>
<b>4. BULGULAR</b>	<b>51</b>
<b>5. TARTIŞMA</b>	<b>68</b>
<b>6. SONUÇLAR</b>	<b>73</b>
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>75</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>79</b>
<b>EKLER 1 ARAŞTIRMA ETİK KURUL ONAY BELGESİ</b>	<b>80</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b>Şekil 1.</b> Plica vocalisin şematik histolojik yapısı	12
<b>Şekil 2.</b> Larinksin intrinsik kasları	13
<b>Şekil 3.</b> Larinksin klinik bölgeleri. a). supraglottik bölge b). glottik bölge c). subglottik bölge <sup>1</sup>	20
<b>Şekil 4.</b> Ses oluşumunda görevli sistemler. ( <a href="http://www.voiceproblem.org/anatomy/learning.asp">www.voiceproblem.org/anatomy/learning.asp</a> )	22
<b>Şekil 5.</b> Vokal kord vibrasyonları ve glottik siklusun şeması ( <a href="http://www.voiceproblem.org/anatomy/understanding.asp">www.voiceproblem.org/anatomy/understanding.asp</a> )	25
<b>Şekil 6.</b> Aeroview phonatory aerodinamik sistem ile elde edilen kayıt grafiği ve sayısal veri elde etme yöntemi (2,44 syllable rate-(heceleme oranı), 3.-5. eğri tepe noktaları arası basınç-akım ölçümü)	46
<b>Şekil 7.</b> Behrman ve ark. Supraglottisin Medial ve A-P uzunluk ölçüm yöntemi A- Fonasyon sırasında görünen gerçek vocal kordların anterior- posterior boyutunda pixel ölçümü B- Fonasyon sırasında görünen gerçek vocal kordların genişlik boyutunda pixel ölçümü.	47
<b>Şekil 8:</b> A-P ve Medial uzaklık ölçüm metodu.	48
<b>Şekil 9.</b> Akustik analiz kayıt değerlendirme örnek ses spektrogramı	50

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b>Tablo 1:</b> Akustik Analiz Sonuçlarının Cinsiyete Göre Ortalama Değerleri	52
<b>Tablo 2:</b> Ses Kategorilerine Göre Cinsiyet Dağılımındaki Ortalama Sayı Değerleri	53
<b>Tablo 3:</b> Aerodinamik Parametrelerin Cinsiyete Göre Ortalama Değerleri	55
<b>Tablo 4:</b> Hava Basıncı ile Akustik Analiz Sonuçları Arasındaki İlişki	57
<b>Tablo 5:</b> Hava Akımı ile Akustik Analiz Arasındaki İlişki	58
<b>Tablo 6:</b> Hava Akımı ve Hava Basıncı Arasındaki İlişki	58
<b>Tablo 7:</b> Hava Basıncı ve Hava Akımı ile Ses Kategorileri Arasındaki İlişki	59
<b>Tablo 8:</b> Hava Akımı ile A-P Uzaklık ve Medial Uzaklık Arasındaki İlişki	60
<b>Tablo 9:</b> Hava Basıncı ile A-P Uzaklık ve Medial Uzaklık Arasındaki İlişki	60
<b>Tablo 10:</b> SPL ile Cinsiyet Arasındaki İlişki	62
<b>Tablo 11:</b> SPL ile Ses Kategorileri Arasındaki İlişki	62
<b>Tablo 12:</b> SPL ile A-P Uzaklık ve Medial Uzaklık Arasındaki İlişki	63
<b>Tablo 13:</b> Supraglottik Aktivite Ortalama Değerleri	63
<b>Tablo 14:</b> A-P Uzunluğu ile Cinsiyet Arasındaki İlişki	64
<b>Tablo 15:</b> A-P Uzunluk ile Ses Kategorisi Arasındaki İlişki	64
<b>Tablo 16:</b> A-P Uzunluk ile Akustik Analiz Arasındaki İlişki	65
<b>Tablo 17:</b> Medial Uzunluk ile Cinsiyet Arasındaki İlişki	65
<b>Tablo 18:</b> Medial Uzunluk ile Ses Kategorisi Arasındaki İlişki	66
<b>Tablo 19:</b> Medial Uzunluk ile Akustik Analiz Sonuçları Arasındaki İlişki	67

## GRAFİKLER DİZİNİ

<b>Grafik 1:</b> Cinsiyetin Örneklem Grubuna Oransal Dağılımı	51
<b>Grafik 2:</b> Akustik Analiz Parametrelerinin Cinsiyete Göre Dağılım Grafiği	53
<b>Grafik 3 :</b> Ses Kategorilerinin Dağılım Grafiği	54
<b>Grafik 4:</b> Hava Basıncının Cinsiyete Göre Dağılımı	55
<b>Grafik 5:</b> Hava Basıncının Cinsiyetlere Göre Dağılımı	56
<b>Grafik 6:</b> Hava Akımının Cinsiyete Göre Dağılımı.	56
<b>Grafik 7:</b> Hava Akımının Cinsiyetlere Göre Dağılımı	57
<b>Grafik 8:</b> SPL' nin Cinsiyete Göre Dağılımı	61
<b>Grafik 9:</b> Sound Pressure Level (SPL)/ Ses Basıncı Düzeyi Dağılımı	61
<b>Resim 1:</b> Glottal Enterprises aerodinamik phonatory system MS-110-PT-2E-Dual-Chamber Adult Mask.	44



## KISALTMALAR

m.	: Kas (Musculus)
n.	: Sinir (Nervus)
a.	: Arteria (Arter)
v.	: Vena (Ven)
Cart.	: Cartilago (Kıkırdak)
Lig.	: Bağ (Ligamentum)
L/s	: Litre/saniye
Cm <sup>3</sup> /s	: Santimetreküp/saniye
cmH <sub>2</sub> O	: Santimetre su basıncı
A-P	: Ön-Arka (Anterior-Posterior)
FVF	: False Ventricular Fold (Ventriküler Kord/Yalancı Ses Teli )
F0	: Temel Frekans (Fundamental Frequency)
HNR	: Harmonik/Gürültü Oranı (Harmonic Noise Rate)
NNE	: Normalleştirilmiş Gürültü Enerjisi (Normalized Noise Energy - NNE)
SPL	: Ses Basıncı Düzeyi (Sound Pressure Level)
CV	: Çepeçevre Sarılan (Circumferentially Vented)
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurulu
SD	: Standart Deviasyon (Standart Sapma)

## ÖZET

### Çukurova Üniversitesi Devlet Konservatuvarı Opera ve Şan Öğrencilerinin Subglottik ve Supraglottik Aktivitelerinin İncelenmesi ve Akustik Analiz Sonuçları ile Karşılaştırılması

Günümüzde sesin kalitesini belirlemede subjektif verilerin yanında objektif kriterler de kullanılmaktadır. Sesi en iyi ve en geniş performansta kullanma eğitimi alan Opera ve Şan öğrencilerinin anatomik yapılarının incelenmesi esas alınarak, klinik ve akustik olarak değerlendirilerek ses ve yapı karakteristiklerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Bu doğrultuda subglottal hava akımı ve hava basıncı miktarının belirlenmesi, ventriküler kordun supraglottal oluşumdaki aktivitesi ve sesin akustik incelenmesi alt amaçlarını oluşturmuştur.

Çukurova Üniversitesi Devlet Konservatuvarı Sahne Sanatları Opera ve Şan bölümünde eğitim gören 18 kız, 22 erkekten oluşan 40 kişilik öğrenci grubu çalışmaya kabul edilmiştir. Aerowiev Phonatory Aeodynamic System ile intraoral yoldan tahmini hava akım hızı ve subglottal basınç ölçümü yapılmıştır. “papa” patlamalı ünsüzü söylenerek kayıtlar alınmıştır. Laringostroboskopi ile supraglottal aktiviteyi belirlemeye yönelik “i” vokalizasyonunda en iyi adduksiyon görüntüsünde vokal kordlar üzerinde Anterior-Posterior ve Medial uzunluk ölçümleri alınmıştır. Akustik analiz için Dr Speech Real Analysis Programı kullanılarak “a” vokalizasyonunda ses kayıtları alınmıştır. 15 Soprano (%37,5), 3 Mezzosoprano (%7,5), 7 Tenor (%17,5), 11 Bariton (%27,5) ve 4 Bas (%10) ses türü özellikli kişiden oluşan 40 opera ve şan öğrencisi larengeal muayeneleri ve ses hastalıkları yönünden normal bulunmuşlardır. 44 opera ve şan öğrencisi olarak başlanılan incelemede sigara içen, vokal kordda tam kapanma gerçekleşmeyen ve nodülü bulunan 4 kişi çalışma dışı bırakılmıştır. Kantitatif (nicel) değişkenler değerlendirilirken 3 bağımsız grup ortalama karşılaştırılmasında One Way Anova Test ve 2 bağımsız grup karşılaştırılmasında Independent-T test kullanılmıştır. İlişkiler Pearson Korelasyon Katsayısı kullanılarak hesaplanmıştır. Hava basıncı ile cinsiyet arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılık görülmektedir ( $p>0.05$ ) (0.030). Kadınların ortalama hava basıncı  $15.47\pm 2.21$  cmH<sub>2</sub>O bulunurken, erkeklerin ortalama hava basıncı  $13.50\pm 3.07$  cmH<sub>2</sub>O olarak bulunmuştur. Kadınların hava basıncı ortalaması erkeklerden yüksek bulunmuştur. Tahmini hava basıncı ve hava akım hızı ile akustik analiz verilerinin korelasyon incelemesinde hava basıncı ile FO (Temel Frekans) arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif bir ilişki bulunmuştur. ( $p<0.05$ ) ( $p=0.040$ ). Hava akım ile bir korelasyon bulunamamıştır. Hava akımı ile hava basıncı arasında istatistiksel olarak %62 oranında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Hava akımı arttıkça hava basıncı da artmaktadır ( $p=0.001$ ). Hava basıncı ile ses kategorileri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılık görülmüştür. Bu farklılık Bas-bariton ile Soprano-mezzosoprano arasında görülmüştür. Bas-bariton ortalama değeri ( $12.84\pm 3.45$  cmH<sub>2</sub>O), Soprano-mezzo soprano ortalama değerinden ( $15.46\pm 2.30$  cmH<sub>2</sub>O) yüksek bulunmuştur ( $p<0.05$ ) ( $p=0.028$ ). Hava akımı ile ses

katogorileri arasında istatistiksel olarak bir farklılık görülmemiştir ( $p>0.05$ ). Kadın ve erkeklerin A-P (Anterior-Posterior) uzunluğu ortalama değeri istatistiksel olarak farklılık göstermemektedir ( $p>0.05$ ). A-P uzunluk ile ses kategorileri arasında istatistiksel bir ilişki bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Kadın ve erkeklerin medial uzunluk ortalama değeri istatistiksel olarak farklılık göstermemektedir ( $p>0.05$ ). Tenor ses grubunda medial uzunluk ortalama değeri ( $4,43\pm 0.72$  cm) olarak bulunmuştur. Medial uzunluk ile ses kategorileri arasında istatistiksel bir ilişki bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Tenor ses grubunda medial uzunluk ortalama değeri ( $4,43\pm 0.72$  cm) olarak bulunmuştur. Diğer seslerden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ( $p=0.036$ ). Sound pressure level (SPL-Ses Basınç Düzeyi) ile hava akımı ve hava basıncı karşılaştırmasında bir ilişki bulunamamıştır.

**Anahtar Sözcükler:** subglottal basınç, subglottal hava akımı, opera-şan öğrencileri, glottal adduksiyon, akustik analiz

## ABSTRACT

### Examination of Supraglottic and Subglottic Activities of Students Attending Opera and Chant Courses in Cukurova University State Conservatory and Comparison of Results with Acoustic Analysis Studies.

Recently, both subjective and objective criteria is used for identifying the quality of voice. It is aimed to analyze clinically and acoustically the voice and construction characteristics by taking into consideration the anatomic construction analysing of opera and chant students who take the education of using voice in its best and widest performance. For this, criteria like defining subglottal airflow and air pressure, the activity of ventricular fold in supraglottal formation and acoustic analyzing of voice is formed.

18 (45%) women) and 22 (55%) men total 40 students who is studying in Cukurova University State Conservatory stage arts Opera and Chant Courses department are accepted. Aerowiev Phonatory Aerodynamic System with airflow and estimated subglottal air pressure measurement are made. By saying 'papa' consonant records are taken. For determining supraglottal activity via laryngovideostroboscopy in 'i' vocalization best abduction sight on plica vocalis anterior-posterior and medial length measurement are made. For acoustic analyze by using Dr. Speech program in 'a' vocalization records are taken.

An Opera and Chant students group that formed from 15 (37,5 %) Soprano, 3 (7,5%) Mezzo-soprano, 7 (17,5%) Tenor, 11 (27,5%) Baritone and 4 (10%) bas with specialty of voice are found normal in their laryngeal consultation and voice illness. The investigation starts with 44 students, 4 students that smoke, plica vocalis don't close completely and have nodul aren't added into investigation. When quantitative variables are evaluated for 3 independent group average, way Anova Test and for 2 group comparing, Independent-T test are used. Relations are calculated by Pearson Correlation coefficient. Statistically between air pressure and gender a significant disparity are seen ( $p>0.05$ ) (0.030). When women's air pressure are mean value  $15.47\pm 2,21$  cmH<sub>2</sub>O, the men's are found  $13,50\pm 3,07$  cmH<sub>2</sub>O. The women's air pressure are found higher than men's. In analyzing air pressure, airflow and the correlation of acoustic analyze data statistically, a significant relation is found between air pressure and Fundamental Frequency (F0). Statistically, between air pressure and airflow 62% ratio a positive relation is found ( $p=0.001$ ). When airflow increase the air pressure increases, too. Statistically, a significant difference is seen between air pressure and categories of voice. This difference is seen between bas-baritone and mezzo soprano. Bas-baritone mean value is ( $12.84\pm 3.45$  cmH<sub>2</sub>O) found. Soprano and mezzo soprano ( $15.46\pm 2.30$  cmH<sub>2</sub>O) are found higher from its average rate ( $p<0.05$ ) ( $p=0.028$ ). Statistically, a difference isn't seen between airflow and categories of voice ( $p>0.05$ ). Statistically A-P length average rate of men and women doesn't show any difference ( $p>0.05$ ). Medial length of men and women doesn't show any difference, significantly ( $p>0.05$ ). Medial length average rate is found  $3,19\pm 0,65$  cm in tenor voice group ( $p<0.05$ ). Tenor voice categories mean value is  $4,43\pm 0.72$  cm found.

**Statistically, it is found significantly higher than the other voice ( $p=0.036$ ). No relation is found when comparing air pressure and airflow with SPL (Sound Pressure Level).**

**Key words: Subglottal Pressure, Subglottal Airflow, Opera And Chant Courses, Glottal Adduction, Acoustic Analysis.**

## 1- GİRİŞ

Ses, insanların birbirleriyle iletişim kurmalarını sağlayan, konuşma fonksiyonu için gerekli temel faktördür.

Ses eğitimi, mesleki müzik eğitiminin çalgı ve kuram eğitimi dallarıyla birlikte en temel dallarından biridir. Müzik türleri birbirinden farklı nota düzenlemeleri, armoni geçişleri ve ses teknikleri ile ayrılmaktadır. Şarkı söyleme eğitimi; ses eğitiminin içinde yer alan, bireye her tür ve düzeydeki şarkıların tür ve müzik özelliklerine uygun olarak sesini, doğru, güzel ve etkili biçimde kullanabilmesine ilişkin davranışların kazandırıldığı ve şarkı öğretimini de kapsayan bir ses eğitimidir. Şan eğitimi de bu bağlamda insan sesinin istenilen akustik değerlere ulaşmasında önemlidir. İşte bu koşullarda doğru bir ses eğitimi için larinksin işlevinin ayrıntılarla çözümlenmesi ve bu doğrultuda yapılacak uygun teknik çalışmalarla anatomik yapı ve ses eğitimi arasında bir denge oluşturulması önem kazanmaktadır. Opera ve Şan şarkıcıları gibi profesyonel ses kullanıcılarının seslerini kullanma şekilleri laringeal vokal fonksiyonlarını etkilemekte olup, seslerini yoğun bir şekilde kullanan bu insanların hatalı ses kullanımları fonksiyonel ve/veya organik ses patolojilerine yol açmaktadır. Ses analizinin sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilmesi için, ses fizyolojisinin iyi bilinmesi gerekmektedir<sup>1</sup>.

Sesini profesyonel amaçlarla kullanan bireylerde ses analiz yöntemlerinin kullanılması hem bireyin ses sağlığının daha ayrıntılı araştırılması bakımından hem de ses özelliklerinin belirlenmesi ve eğitim sürecinin değerlendirilmesi açısından objektif veriler sunar. Ses bozukluklarının değerlendirilmesi için birçok yöntem ve parametre bulunmaktadır. Sesin değerlendirilmesinde objektif ses analizi yöntemleri kadar, subjektif ses değerlendirme yöntemleri de önem taşımaktadır<sup>1</sup>.

Ses fonksiyonunun çeşitli yönlerinin klinik olarak değerlendirilmesinde en sık kullanılan dört yaklaşım; ses kalitesinin işitsel–algısal değerlendirilmesi, sesli konuşma üretiminin akustik değerlendirilmesi, ses çıkarma sırasında subglottal hava basınçlarının ve glottal hava akım hızlarının aerodinamik olarak değerlendirilmesi ve ses teli dokusunun endoskopik görüntülenmesidir. Tıp alanında teknolojinin ilerlemesiyle

birlikte, ses bozukluklarının tanı ve tedavisinde önemli aşamalar kaydedilmiştir. Gelişen endoskopik tanı yöntemleri, cerrahi ekipman, ses kalitesinin objektif olarak değerlendirilmesinde kullanılan bilgisayarlı ses analiz sistemleri ve yazılımları ile ses hastalıklarının tanısı, tedavisi ve ses kalitesinin değerlendirilmesinde büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. Bu nedenle daha objektif ve daha ayrıntılı bir yöntemin ses sanatçılarının seslerinin kalitesini değerlendirmek için geliştirilmesi gerekmektedir. Ses hastalıkları yıllardır Kulak Burun Boğaz uzmanları tarafından anlaşılmaya çalışılmıştır. Anatomik yapıların ve teknik eğitimin bu yapılara uygun gerçekleştirilmesiyle birçok ses patolojisinin önüne geçebilmek mümkün olabilmektedir. Ses üretiminin myoelastik ve aerodinamik teorisine göre basınç ve akım fonasyon fizyolojisinde önemli parametrelerdir. Plica vocalisler düzeyinde bir basınç düşüşü sonucu glottisten geçen hava akımı, glottal titreşimler oluşturmak için gerekli bir durumdur. Ayrıca subglottal basınç ve transglottal hava akımı normal ve patolojik koşullar altında bir ses jeneratörü olan glottisin etkinliğini göstermek için çalışmalarda kullanılmıştır. Elde edilen bu basınç değerleri daha sonra aerodinamik ve akustik verilerle karşılaştırılmıştır<sup>51</sup>.

Bu çalışma ve yapılacak bu türden diğer çalışmalar, ses sanatçısı seçiminde ve eğitiminde objektif verilerin anatomik yapının uygunluğunun değerlendirilmesi ve objektif ses analizi gibi yöntemlerin kullanılma standardizasyonunu sağlamada yararlı olacaktır. Bu beklentiler ışığında çalışmamızda teknik eğitim alan Devlet Konservatuvarı Opera ve Şan grubu öğrencileri üzerinde anatomik yapıyı esas alan subglottik ve supraglottik aktiviteyi belirlemeye yönelik testlerin uygulanması ve objektif ses analizleriyle bu yapıların karşılaştırılması esasına dayandırılan teknik bir inceleme yapılması amaçlanmıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Larynx'in Fonksiyonel Anatomisi

Larynx (larinks, gırtlak) boyunda yer alan çok önemli bir organ olup; nefes alma, yutkunma ve konuşmada önemli görevler üstlenir. Larinks kıkırdak, zar, bağ ve kaslardan yapılmış bir organ olup, dil kökü ile trakea arasında bulunur. Üst solunum yollarının ses oluşturabilecek şekilde özelleşmiş bir organı olan larinks, boynun ön bölümünde ve erişkinde 3.-6. cervical vertebraların alt kenarları seviyesinde bulunur. Larinks 3 önemli görevi üstlenmek için özelleşmiştir<sup>4</sup>.

1- Alt solunum yollarını koruma (**Proteksiyon**): En eski fonksiyondur, gıda maddelerinin alt solunum yollarına kaçmasını engelleyen bir aktif kapak (sfinkter) görevi görür. Larinks olmadan da yutma gerçekleşir; yutma sırasında larinks çeşitli anatomik mekanizmalar ve reflekslerle solunum yollarını kapatarak tükürük ve gıdaların alt solunum yollarına kaçmasını önler.

2- Solunum (**Respirasyon**): Solunan havanın alt solunum yollarına iletilmesi ve solunum sırasında hava akımının kontrolü.

3- Ses üretimi (**Fonasyon**): Filogenetik olarak larinksin en son ortaya çıkan fonksiyonudur<sup>8</sup>.

#### 2.1.1. Larynx'in Komşulukları

Larinks; arkada pharynx'in alt bölümü olan laryngopharynx ile komşudur. Ön tarafta ve ortada sadece deri ve fasiyalar tarafından örtülmüştür. Yan taraflarında musculus (m.) sternohyoideus, m. sternothyroideus, m. omohyoideus, m. thyrohyoideus, m. sternocleidomastoideus, boynun damar sinir paketi (nervus vagus, arteria carotis communis, vena jugularis interna) ve glandula (gl.) thyroidea'nın yan loblarının üst bölümü ile komşudur. Larinks, üst tarafta hyoid kemik ile komşu olup bu kemiğe membrana thyrohyoidea, m. thyrohyoideus ve ligamentler vasıtası ile tutunur. Bu nedenden dolayı larinks, hyoid kemik ile birlikte hareket eder<sup>4</sup>. Laringeal iskelet dokuz kıkırdaktan oluşur. Bunların üçü tek (cartilago thyroidea, cart. cricoidea, cart. epiglottica) diğer üçü ise çift olarak (cart. arytenoidea, cart. corniculata, cart.



cuneiformis) bulunur<sup>27</sup>. Larinks kıkırdakları birbirlerine sinovial tipte eklemlerle bağlanırlar<sup>4</sup>. Larinks'in iskeletini meydana getiren bu kıkırdaklar yaklaşık olarak 20 yaşından itibaren kemikleşmeye başlar ve elastik kıkırdaktan yapılmış olan epiglottis ile cartilago arytenoidea'nın processus vocalis bölümü hariç tüm larinks kıkırdakları kemikleşir<sup>5</sup>.

## 2.1.2. Larynx'in Kıkırdakları (Cartilagine Laryngeales)

### 1-Tek Kıkırdaklar

**A. Cartilago Thyroidea:**Larinks'in en büyük tek kıkırdağıdır hiyalin kıkırdak yapısındadır. İki lamina, superior ve inferior boynuzdan oluşur<sup>4</sup>. Her iki taraftaki ala, erkeklerde yaklaşık 90, kadınlarda ise 120 derecelik bir açı ile orta hatta birleşirler<sup>5</sup>. İki laminanın birleşmesi ile oluşan ve açıklığı arkaya bakan açığa angulus thyroideus adı verilir. Angulus thyroideus'da küçük bir çıkıntı bulunur ve buraya lig. vocale tutunur. Laminaların birleşme yerinde ön tarafa doğru olan çıkıntısına prominentia larenga (adem elması) denilir. Prominentia larenga erkeklerde çok belirgin olmasına karşılık kadınlarda pek belirgin değildir. Laminaların arka serbest kenarları yukarı ve aşağı doğru birer çıkıntı şeklinde uzanır. Üstteki çıkıntıya cornu superius, alttaki çıkıntıya ise cornu inferius adı verilir. Uzun ve ince olan cornu superius'un ucuna lig. thyrohyoidea laterale isimli ligament tutunur. Bu bağın içerisinde cartilago triticea bulunur<sup>4</sup>. 25 yaşında ossifiye olmaya başlar ve 65 yaşında hemen hemen tamamen kemik yapıdadır<sup>12</sup>.

Cinsiyet farklılığı plica vocaliste de farklılık gösterir; erkeklerde plica vocalis daha uzun ve daha gevşektir, bu nedenle erkek sesinin Temel Frekansı daha düşüktür<sup>8</sup>.

Yüzey anatomisi ile larinks internal anatomisinin ilişkisi özel önem arzeder. En önemlisi plica vocalisin cartilago thyroidea seviyesinde olmasıdır. Thyroid çentiğinin kıkırdak alt kenarına orta hatta erkeklerde uzunluğu 20 mm, kadınlarda 15,5 mm'dir. Ön komissür bu anahtar noktalar arasında orta hizasındadır. Plica vocalisin arkaya olan uzanımı oblik çizginin önünde kalır ve bu hattın orta 1/3'üne denk gelir.

Ses tellerinin karakterlerine göre ses boyutları aşağıda sıralanmıştır<sup>19</sup>:

Soprano 14mm-17mm

Mezzosoprano 18mm-27mm

Kontralto 18mm-19mm

Tenor 18mm-20mm

Bariton 21mm-27mm

Cartilago thyroidea iç yüzeyi ön kommissür hariç kalın bir mukoperikondrium ile, dış yüzeyi ise perikondrium ile örtülüdür<sup>10</sup>. Bu noktaya kord ve bantlara destek olan 5 ligament yapışır. Yukarıdan aşağı doğru sırasıyla median thyroepiglottic ligament, bilateral vestibuler ligament ve bilateral vokal ligamentlerdir. Bu ligamentlerin yapışma yerleri thyroid kırırdağın iç yüzeyine, erkeklerde thyroid çentik ile inferior kenarın orta kısmına, kadınlarda ise 1/3 üst kısmına denk gelecek şekilde yerleşerek iç perikondriumu delerek Broyle's ligamentini oluşturur. Bu ligament kan ve lenfatik damarlar içerir ve laringeal tümörlerin yayılımına karşı önemli bir bariyerdir<sup>10</sup>.

**B. Cartilago Cricoidea:**Larinks'in kırırdağlarının en sağlam ve en kalın olanıdır. Thyroid kırırdağın altında yer alır. Şekil itibariyle büyük taşlı bir yüzüğe benzeyen cartilago cricoidea'nın geniş olan arka kısmına lamina cartilaginis cricoidea, kavisli olan ön kısmına arcus cartilaginis cricoidea denilir<sup>4</sup>. Solunum yollarındaki tek tam kırırdağ halkadır Ossifikasyonu 30 yaşında başlar ve 65 yaşında tamamlanır<sup>10</sup>. İntrinsik larinks kasları bu kırırdağdan kaynaklanır ve arytenoid kırırdağlar da bu kırırdağ ile eklem yaparlar<sup>5</sup>.

**C. Cartilago Epiglottica:**Dil kökü ile hyoid kemiğin arkasında, vestibulum laryngis'in de önünde bulunur. Yukarı kısmı geniş olan cartilago epiglottica aşağı indikçe daralır ve petiolus epiglottidis denilen bir sapla sonlanır. Epiglottis, thyroid açısının iç yüzüne lig. thyroepiglotticus mediana ile tutunur<sup>4</sup>. İnce fleksibl yaprak şeklinde fibroelastik tek kırırdağdır<sup>3</sup>. Yutkunma sırasında larinks girişini örter<sup>8</sup>.

Önde membrana thyroidea, arkada petiolus epiglottidis ile lig. thyroepiglotticum, yukarıda lig. hyoepiglotticum ile sınırlanmış, tepesi aşağıya doğru yönelmiş üç köşeli bir aralık meydana gelir. Bu aralıkta bulunan epiglottis'in hareketlerini kolaylaştıran gevşek yağ dokusuna corpus adiposum preepiglotticum denir. Cartilago epiglottica'nın ön ve arka olmak üzere iki yüzü vardır. Ön yüzündeki os hyoideum'un üstünde kalan serbest kısmı mukoza ile kaplı olup dil köküne bakar. Burada epiglottis'in ön yüzünü örten mukoza dik kökü üzerine atarken, biri ortada plica glossepiglottica mediana, ikisi yanlarda plica glossoepiglottica lateralis olmak üzere üç plika meydana getirir. Bu üç plika arasında meydana gelen çukurlara da vallecula epiglottica denir. Epiglottis'in ön yüzü ile os hyoideum'un üst kenarı arasında, bu iki

oluşumu birbirine bağlayan lig. hyoepiglotticum yer alır. Daha dışta epiglottis'i pharynx'in yan duvarlarıyla plica pharyngoepiglottica'lar birleştirir<sup>3</sup>.

Epiglottisin hyoid kemik üzerindeki serbest bölümüne suprahoid kısım denir. Bu kısımdaki lingual ve laringeal yüzeyi mukoza ile örtülüdür. İnfrahoid kısmının ise serbest yüzeyi yoktur ve epiglottisin bu kısmı preepiglottic boşluğun posterior sınırını oluşturur<sup>4</sup>. Cart. epiglottica'nın arka yüzünde müköz bezlerin bulunduğu çukur alanlar ile içinden damar ve sinirlerin geçtiği delikler bulunur. Cart. epiglottica'nın çok ileri yaşlarda bile kemikleşmemiş olması önemli bir özelliktir<sup>3</sup>.

## 2-Çift Kıkırdaklar

**A. Cartilago Arytenoidea:**Piramit şeklindedir ve çift kıkırdakların en büyüğüdür<sup>4</sup>. Arytenoid kıkırdaklar iki adettir ve larinksin arka kısmında cricoid kıkırdağın üzerinde bulunurlar. Tepesi yukarıda, tabanı aşağıda üçgen prizma şeklindedir. Tepe kısmı corniculat kıkırdak ile eklem yapar<sup>5</sup>. Cricoarytenoid eklem sinovyal bir eklemdir ve en önemli hareketi fasetin uzun eksenli boyunca sallanma hareketidir<sup>9</sup>. Tabanın ön köşesinde processus vocalis bulunur ve buraya ligamentum vocale tutunur. Tabanın orta dış kısmına ise M. cricoarytenoideus lateralis ve M. cricoarytenoideus posterior tutunur. Medial yüzeyi sadece perikondrium ile kaplıdır<sup>10</sup>. Tabanındaki eklem yüzleri cricoid kıkırdağın lamina cartilago cricoidea'nın üstüne otururlar<sup>4</sup>.

**B. Cartilago Corniculate (Santorini Kıkırdağı) :**Cartilago arytenoidea'nın tepesine oturmuş, koni şeklinde küçük kıkırdaklardır<sup>4</sup>. Özofagustan gelen bazı kas lifleri buraya yapışır<sup>12</sup>. Bazı araştırmacılar tarafından bunların zamanla fonksiyonunu yitirmiş yapılar olduğuna inanılsa da aryepiglottic kıvrıma ilave elastikiyet sağladığı düşünülmektedir. Bu rijit kıvrımlar, yutulan maddelerin larinksten uzaklaştırılarak priform sinüslere doğru yöneltilmesiyle engel fonksiyonuna önemli destek sağlamaktadır<sup>9</sup>.

**C. Cartilago Cuneiformis (Wrisberg Kıkırdağı):**Cartilago corniculata'nın biraz ön tarafında ve plica aryepiglottica'nın içinde bulunur. Büyüklükleri farklılık göstermekle birlikte, bazen de bulunmayabilirler. Bu kıkırdaklar kökenlerini cartilago epiglottica'dan alırlar<sup>4</sup>.

**D. Cartilago Triticea:**Membrana tyrohyoidea'nın arka bölümünde yer alan (lig. thyrohyoidea lateralis içerisindeki) kıkırdaklardır<sup>5</sup>.

**E. Cartilago Sesamoidea:**Cartilago arytenoidea'nın dış yüzlerine veya plica vocalis'lere yakın olarak görülebilen kıkırdaklardır<sup>5</sup>.

### 2.1.3 Larynx'in Ligament ve Membranları

İntrinsik ve ekstrinsik olmak üzere iki tiptir.

**1. İntrinsik:** Laringeal kıkırdakları birbirine bağlar.

**Membrana fibroelastica laryngis:**Bu oluşum larinks'in hareket açısından en önemli kısmını oluşturur. Bu membran supraglottik larinkse ait bölgede sınıflandırılır<sup>9</sup>. Larinks'in her iki tarafında simetrik olarak bulunan bu membran, ventriculus laryngis denilen bir cep vasıtasıyla üst ve alt olmak üzere iki bölüme ayrılmıştır. Üst bölüm dört kenarlı olması nedeniyle membrana quadrangularis adını almıştır. Üst kenarı plica aryepiglottica içinde yer alır. Daha kalın ve sağlam olan alt kenarına lig. vestibulare denilir. Bu ligament önde angulus thyroideus'un iç yüzüne, arkada cartilago arytenoidea'nın anterolateral yüzüne tutunur. Membrana fibroelastica laryngis'in alt bölümüne conus elasticus denir<sup>4</sup>. Bu membran ise glottik ve infraglottik larinkse aittir<sup>9</sup>. Conus elasticus da ön ve yan olmak üzere iki bölüme ayrılır. Lig. cricothyroidea medianum denilen ön bölümü daha kalın ve sağlamdır. Conus elasticus'un yan bölümleri aşağıda cartilago cricoidea'nın üst kenarına, önde angulus thyroideus'un iç yüzüne, arkada cartilago arytenoidea'nın processus vocalis'ine tutunur. Üst kenarı ise serbest ve daha kalın olup bu kenara lig. vocale denir. Lig. vocalis thyroid açısı ile processus vocalis'ler arasında uzanan iki sarı elastik banttandır<sup>4</sup>. Her iki vokal ligament önde birleşerek cartilago thyroidea'ya tutunur, buna anterior commissur tendonu (Broyles ligamenti) denilir.

**Ligamentum Cricothyroideum:** Cartilago thyroidea'nın alt kenarının orta kısmı ile arcus cricoideae'sinin üst kenarı arasında yer alır. Bu bağ yanlarda membrane fibroelastica laryngis'i ve larinks mukozasının tümünü dıştan kuvvetlendiren zar ile uzanır. Lig. cricothyroideum'un ön yüzünü yanlarda m. cricothyroideus örter<sup>3</sup>.

**Ligamentum Tyroepiglotticum:**Petiolus epiglottidis ile angulus thyroideus'un iç yüzü arasında yer alır<sup>3</sup>.

**Ligamentum Aryepiglotticum:**Cartilago epiglottica ile cartilago arytenoidea arasında uzanan plica aryepiglottica içinde yer alan bağıdır<sup>3</sup>.

**2. Ekstrinsik:** Membrana thyrohyoidea, lig. thyrohyoidea mediana, lig. thyrohyoidea laterale, lig. cricotracheale ve lig. hyoepiglotticum<sup>10</sup>.

**Membrana Thyrohyoidea:**Bu membran elastiki fibröz bağ dokusundan yapılmış olup, cartilago thyroidea'nın üst kenarı ile hyoid kemiğin korpusu ve cornu majus'ları arasında bulunur. Membrana thyrohyoidea'nın, hyoid kemiğin cornu majus'unun alt ucu ile cartilago thyroidea'nın cornu superius'u arasında kalın kısmına lig. thyrohyoidea laterale, önde ve ortada incisura thyroidea superior ile os hyoideum'un arka yüzü arasındaki kalın kısmına da lig. thyrohyoideum medianum denilir<sup>10</sup>.

**Ligamentum Hyoepiglotticum :**Bu bağ, corpus hyoideum'un arka yüzü ile cart. epiglottica'nın ön yüzü arasında uzanır. Gevşek ve ince olan bu bağın altında corpus adiposum preepiglotticum yer alır.

**Ligamentum Pharyngoepiglotticum:**Bu bağ, pharynx yan duvarları ile cart. epiglottica arasında bulunan plica pharyngoepiglottica içindedir.

**Ligamentum Cricotracheale:**Bu bağ cart. cricoidea'nın alt kenarı ile birinci cart. trachealis arasında uzanır<sup>3</sup>.

#### 2.1.4. Larynx'in Eklemleri (Articulationes Laryngeales)

**1. Articulatio Cricothyroidea :** Bu eklem cartilago thyroidea'nın cornu inferius'unun ucunun iç yüzündeki eklem yüzü ile cartilago cricoidea'nın dış-yan yüzlerinin arka bölümündeki eklem yüzü arasında oluşur. Eklem arka, üst ve ön-alt kısımları lig. cricothyroidea tarafından desteklenmektedir<sup>3</sup>.

Rotasyon ve kayma hareketi yapar<sup>5</sup>.

a)- Rotasyon Hareketi: Cricothyroid kasın pars recta bölümünün kasılması ile olur. Thyroid kıkırdakla cart. cricoidea arasındaki açı daralır, buna bağlı olarak plica vocalisin uzunluğu ve gerginliği artar, kalınlığı azalır.

b)- Kayma Hareketi: M. Cricothyroideus'un pars obliqua bölümünün kasılması ile oluşur<sup>27</sup>.

**2. Articulatio Cricoarytenoidea:**Arytenoid kıkırdakların tabanı ile cricoid lamina arasında yer alır. Bu eklem, kayma, beşik (eğilme) ve rotasyon şeklinde üç farklı hareketi vardır.

a)- Kayma Hareketi: Öne ve mediale doğru olur. Tyroarytenoid kasın kasılması ile arytenoidler 2mm kadar öne kayar ve plica vocalisler kısalır. İnterarytenoid kasın kasılması ile de arytenoidler mediale kayarak birbirine yaklaşır.

b)- Beşik Hareketi: Arytenoid kıkırdaklar tyroarytenoid kasın kasılması ile 30 derecelik bir aralıkta öne arkaya doğru beşik hareketi yaparlar. İnterarytenoid kasın kasılması ile de, arytenoidler birbirine yaklaşacak şekilde mediale doğru bir eğilme hareketi yaparlar.

c)- Rotasyon Hareketi: Arytenoidler medial ve lateral rotasyon hareketi yaparlar. Lateral cricoarytenoid kasın kasılması ile arytenoidler plica vocalisler birbirine yaklaşacak şekilde (medial rotasyon), posterior cricoarytenoid kasın kasılması ile de birbirinden uzaklaşacak şekilde (lateral rotasyon) hareket ederler. Bu hareketler ile plica vocalisler birbirine yaklaşır ve uzaklaşır<sup>27</sup>.

### 2.1.5. Larynx'in İç Yapısı

Larinks içinde yer alan boşluğu cavitas laryngis denir. Bu boşluk, larinks girişi adı verilen aditus laryngis ile trakea arasında uzanır.

**Aditus laryngis:** Larinks'i pharynx'e bağlayan üçgen şeklinde bir geçittir. Açıklığı yukarı ve arkaya bakar. Burayı önde epiglottis, yanlarda plica aryepiglottica'lar ve arkada incisura interarytenoidea sınırlar. Bu plica'nın arka yarısında tuberculum corniculatum ve tuberculum cuneiformis denilen iki çıkıntı bulunur. Bunların içinde de cartilago corniculata ve cartilago cuneiformis bulunur.

**Cavitas laryngis:** Yukardan aşağıya doğru vestibulum laryngis, ventriculus laryngis ve cavitas infraglottica olmak üzere üç kısma ayrılmıştır.

**Vestibulum laryngis:** Aditus laryngis ile plica vestibularis arasında kalan bölümdür. İki plica vestibularis arasındaki açıklığa rima vestibuli denir.

**Ventriculus laryngis:** Larinks boşluğunun en küçük bölümü olup, sınırlarını yukarıda plica vestibularis'ler ile aşağıda plica vocalis'ler oluşturur. Plica vocalis altındaki lig. vocale ile musculus vocalis'in mukoza ile örtülmesinden meydana gelir<sup>4</sup>.

İki plica vocalis, arytenoid kıkırdakların tabanlarının iç kenarı, incisura interarytenoidea ve processus vocalis'ler arasında kalan aralığa rima glottidis adı verilir. Rima glottidis, önde ve ses plikaları arasında bulunan pars intermembranacea, arkada ve kıkırdaklar arasında bulunan pars intercartilaginea olarak iki kısma ayrılır. Ses

oluşumunu sağlayan bu açıklığa mizmar aralığı adı da verilir. Mizmar aralığının şekil ve genişliği ses plikalarına ve cart. arytenoidea'ların durumuna bağlı olup solunum ve konuşma sırasında çok değişir<sup>3</sup>. Plica vocalisler arası açıklık rima glottis olup boyu erkeklerde ortalama 23 mm, kadınlarda ortalama 16 mm'dir. Kordların maksimal açıklığı ise erkeklerde 19 mm, kadınlarda 12 mm kadardır<sup>11</sup>. Ventriculus laryngis'in ön tarafında cep şeklinde bir kese bulunur. Sacculus laryngis adı verilen bu hava keseleri, plica vestibularis ile cartilago thyroidea arasında yukarıya doğru uzanıp, sese rezonans kazandırır<sup>4</sup>.

**Cavitas infraglottica:** Plica vocalis'ten cartilago cricoidea'nın alt kısmına kadar uzanır<sup>4</sup>. Önde angulus thyroidea, conus elasticus ve arcus cricoidea, arkada lamina cricoidea ile sınırlandırılmıştır. Şekil olarak yanlardan basık bir huniye benzer. Orta bölüme açılan üst deliğin genişliği ve şekli, cartilago arytenoidea ve plica vocalislerin durumuna göre değişebilir. Trachea'ya açılan alt delik her taraftan sağlam cartilago cricoidea ile sınırlandırılmış olup genişliğini ve şeklini hiçbir zaman değiştirmez ve daima açık kalır<sup>3</sup>.

**Recessus Piriformis:** Aditus laryngis'in yanlarda bir taraftan vestibulum laryngis'in yan duvarları ile, diğer taraftan membrane thyrohyoidea ve cart. thyroidea'nın laminaları ile sınırlanmış, her iki tarafta yukarıdan aşağıya uzanan oluk biçiminde birer çukuru vardır. Recessus piriformis denilen bu çukurluklar pharynx mukozası ile örtülüdür. Recessus piriformis'in dibinde yukarıdan aşağıya ve dıştan içe doğru uzanan ince bir mukoza plikası görülür. Plica nervi laryngei superioris'in olup içinden n. laryngeus superior'un ramus internus'u ile a. laryngea superior geçer<sup>3</sup>.

Superiorda lateral glossoepiglottic kıvrımdan başlar. İnferiorda recessus'un apeksi cricoid üst kenar seviyesinde özofagus girişi ile sınırlanır. Önemli bir diğer oluşum ve değişken olan nokta ise cartilago thyroidea cornu superior'un recessus içine olan çıkıntısıdır. Daha ileri yaşlarda görülen bu protrüzyon, neoplazi ile karıştırılmamalıdır.

**Larynx'in Mukozal Yapısı:** Normal bir kişide larinksteki mukozal dağılım şu şekildedir: Sinüs piriformis, epiglot üst kısmı ve ön yüzü, arytenoid kıkırdak ve aryepiglottic kıvrım, plica vocalisin serbest kenarları ve vestibuler kordlar çok katlı nonkeratinize yassı epitel ile kaplıken, yalancı kord alt kısımları, ventricul, subglottik alan ve diğer bölgelerde ise silyalı kolumnar (silendirik) solunum epiteli bulunur.

Ayrıca epiglotun posterior yüzünde ve plica aryepiglotticada sekresyon yapan bol miktarda müköz bezler bulunur. Ancak yaş, sigara ve alkol alımı gibi faktörler larinksin çeşitli bölgelerindeki mukozal dağılımı yassı epitel lehine değiştirebilir<sup>10</sup>.

**Plica Vocalis'in Mukoza Yapısı:**Dıştan içe doğru değişik katılıklı tabakalı bir yapı özelliği gösterirler. En dışta yassı epitel vardır; kordları koruyan bir kabuk gibidir<sup>11</sup>. Altında lamina propria adı verilen bağ dokusu tabakası yer alır. Lamina propria yüzeysel, orta ve derin olmak üzere 3 ayrı katmandan oluşmuştur. Yüzeysel tabaka (lamina propria superficialis) çok gevşek bir yapıda olup, üzerindeki mukozanın rahatça hareket etmesini sağlar ve yüzeysel tabaka gevşek bağ dokusunun ekstrasellüler matriksi için protein üreten fibroblastları içerir ve genelde Reinke boşluğu adını alır<sup>8,12</sup>. Epitel tabakası ile, lamina propria superficialis arasındaki sınır histolojik olarak belirgindir<sup>11</sup>. Orta ve derin tabakalar (lamina propria medius ve profundus) ise derine doğru giderek daha sertleşen bir özellik gösterirler ve bu iki tabaka beraberce ligamentum vocale adını alır<sup>8</sup>. Orta ve yüzeysel tabakalar da birbirinden ayırılabilir. Orta ve derin tabakalar ise sıkı verilir<sup>11</sup>. Lamina proprianın her üç tabakasında içerisinde fibröz proteinlerin, interstisyel proteinlerin, karbonhidratların ve yağların bulunduğu bir ekstrasellüler matrikse sahiptir. Fibröz proteini plica vocalise paralel yerleşen elastin ve kollajen lifleri oluşturur. Dinamik özellikleri fazla, gerilmeden sonra kolaylıkla orjinal şekline dönebilen elastin lifler yüzeysel tabakada, daha kuvvetli ve strese dayanıklı kollajen lifler ise daha çok orta ve derin tabakada bulunurlar<sup>6</sup> (şekil 1).

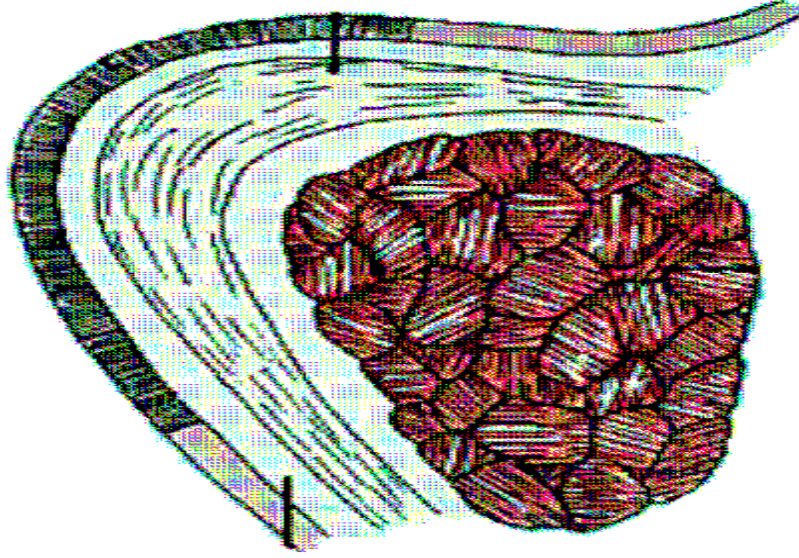
En altta ise vokal kas (m. thyroarytenoid/m. vocalis) yer alır. Bu tabakalanma yapısı Örtü- Gövde Teorisi olarak bilinir; mukoza ve lamina proprianın yüzeysel tabakası örtüyü, vokal ligament ara tabakayı ve thyroarytenoid kası da gövdeyi oluşturur. Tabakaların katılık oranı dıştan içe 1:8:10 dur<sup>8</sup>. Bu teori Hirano tarafından bölümlenmiştir. Bu konseptte göre vokal kıvrımlar yüzeysel gövdeye doğru giderek artan sertliğe sahip çok tabakalı birer vibratör olurlar. Dolayısıyla, yüzeysel örtüsü vokal kıvrımların vibratuar aktivitesinin çoğunluğundan sorumludur<sup>13</sup>.

Bu tabakalı yapının bir diğer önemli elemanı da plica vocalis yapısının dışında yer alan mukus tabakasıdır. Bu tabakayı ventrikülde bulunan bezlerin salgıları oluşturur. Bu tabaka olmazsa yani plica vocalis yüzeyi tam anlamıyla kurursa plica vocalis vibrasyon yapamaz. Bu tabakalı yapının 4 yönden büyük önemi bulunur:

- a. Her tabaka mekanik yönden farklı özellikler taşır.



b. Vokal kasa kadar olan ilk dört tabaka müköz membran yapısında olup hareketleri pasiftir. Vokal kas ise hem pasif, hem aktif hareket eder.



Şekil 1 : Plica vocalisin şematik histolojik yapısı<sup>15</sup>.

c. Vokal patolojiler daima bu tabakalardan birinde özgün olarak başlamaktadır.

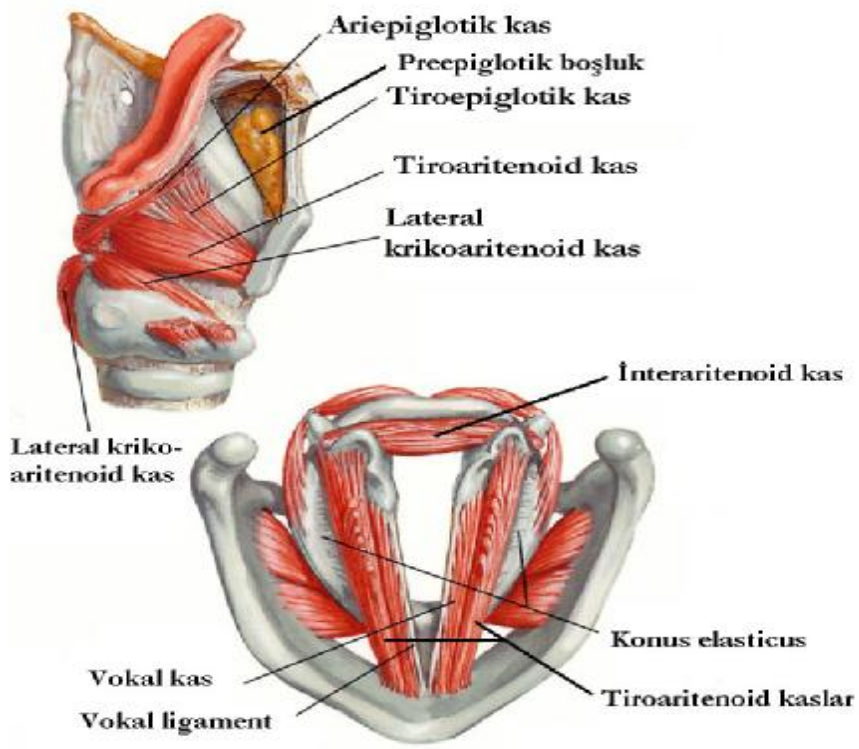
d. Bu histolojik tabakaların seyri, kalınlıkları ve vokal kasa yapışma dereceleri plica vocalis boyunca homojen değildir. Bu yapının, kordları mekanik travmalardan koruduğu düşünülmektedir. Düşük tonlarda ilk 4 tabakanın, yüksek tonlarda ise tüm tabakaların görev yaptığı kabul edilmektedir. Yazarlar vokal bölgenin, plica vocalis kenarlarının ve mukozal yapının rijit ve keskin sınırlı bir yapıda olmadığını, sürekli şeklini değiştirebilen, farklı dalgalar oluşturabilen bir bölge olduğunu belirtmişlerdir<sup>11</sup>.

Bu derece özelleşmiş yapısal anatomi plica vocalislerin ses üretebilme özelliğini sağlar. Plica vocalisler kapalı durumda iken subglottik basınç artımı ile alt yüzlerine çarpan hava akımı, gevşek mukozanın dalgalanmasına ve her iki yarı arasında ritmik açıklıkların ortaya çıkmasına neden olur. Bu şekilde sesin ortaya çıkması Muskuloelastic Aerodinamik Teori olarak bilinir. Muskuloelastic etki plica vocalislerin aktif olarak adduksiyon ile orta hatta birleşmesini, aerodinamik etki ise plica vocalislerin tabakalı yapılanmasının getirdiği pasif ritmik dalgalanma hareketini açıklar<sup>8</sup>.

### 2.1.6. Larynx'in Kasları

İntrinsik ve ekstrinsik olmak üzere iki guruba ayrılır.

1. **İntrinsik Larinks Kasları:** Larinks fonksiyonlarından birinci derecede sorumlu kaslardır (şekil 2).



Şekil 2: Larinks'in intrinsik kasları.

a) **Abdüktör Kaslar:** Posterior cricoarytenoid kaktır. Cricoid laminanın arka yüzünden yukarı ve dış yana uzanarak arytenoidin muscular processusuna yapışır. Kontraksiyonu ile arytenoidler, plica vocalisler birbirinden uzaklaşacak şekilde rotasyon hareketi yapar. Glottis açılır.

b) **Addüktör Kaslar:** Plica vocalisleri birbirine yaklaştıran kaslardır.

• **Cricoarjenoideus Lateralis:** En önemli addüktördür. Cart. cricoidea'nın yan yüzeyi ile arytenoidin muscular processusu arasında yer alır. Kontraksiyonu ile arytenoidler rotasyon yapar ve plica vocalisler birbirine yaklaşır.

• **İnterarytenoideus:** Transvers arytenoid ve oblik arytenoid olmak üzere iki parçası vardır. Transvers parça bir arytenoidin lateral kenarından karşı arytenoidin lateral kenarına, oblik parça ise bir arytenoidin tabanından karşı arytenoidin apeksine uzanır. Kontraksiyonları ile arytenoidler birbirine yaklaşır. Glottis kapanır.

**M. Tyroarytenoideus Eksternus:** Cartilago thyroidea açısından orjin alıp, arytenoid kıkırdağın anterolateral yüzüne yapışır. Arytenoid kıkırdağa mediale doğru rotasyon hareketi yaptırarak addüksiyonu sağlar<sup>4</sup>.

### c) **Plica Vocalisleri Geren (Tensör) Kaslar:**

**M. Cricothyroideus:** Pars obliqua ve pars recta olmak üzere iki parçası vardır. Oblik parça, cornu inferiorun ön yüzü ile cricoid arkının lateral yüzeyi arasında uzanır. Bu kısmın kontraksiyonu ile cricothyroid eklemden sublüksasyon oluşur. Pars recta, daha dik bir seyir izler, thyroid laminası ile cricoid arkı arasında yer alır. Bu kısmın kontraksiyonu ile thyroid kıkırdak öne doğru eğilerek cricoid kıkırdağa yaklaşır. Sonuç olarak plica vocalisler uzar ve gerilir. Cricothyroid kasın ses perdesinin ve şiddetinin kontrolünde önemli bir yeri vardır. Kontraksiyonu ile ses perdesi inceler yani frekansı yükselir.

**M. Tyroarytenoideus (Vokal):** Eksternal bölümü gibi cart. thyroidea iç yüzünden başlar ve arytenoidin vokal processusuna yapışır. Kasın kontraksiyonu ile arytenoidler öne doğru hareket eder ve plica vocalisler kısalıp kalınlaşır. Bu sırada plica vocalislerin gövde (m. vokalis) tabakasının sertliği artarken, örtü (epitel ve Reinke boşluğu) ve geçiş tabakası (lig. vokalis) gevşer. Sonuç olarak ses perdesi kalınlaşır, frekansı düşer. Tyroarytenoid kas, belirtildiği gibi iki kompartman içerir. Eksternal bölümü, addüksiyon yaptırır. İnternal bölümü ise m. vokalis olarak da adlandırılır ve fonasyonda plica vocalisin gerilimini kontrol eder<sup>6</sup>.

**2. Ekstrinsik Larinks Kasları:** Suprahyoid ve infrahyoid kaslar ayrıca orta ve inferior farengeal konstrüktör kaslardır. Genel olarak bu kaslar, laringeal iskeletin respirasyon, yutma gibi fonksiyonlar sırasında stabilizasyonundan sorumludurlar. Supra ve infrahyoid kaslar strap (bağlayıcı) kaslar olarak adlandırılır. Suprahyoid kaslar larinksini yukarı çekerler. İnfrahyoid kaslar ise aşağı çekerler. Orta ve inferior farengeal konstrüktörlerin yutmada önemli rolleri vardır<sup>6</sup>.

### 2.1.7. Larynx'in Damarları ve Sinirleri

**A. Damarları:**Larinksin kanlanması glottik seviyede alt ve üst segmente ayrılır. Larinksin kanlanması superior laryngeal, inferior laryngeal ve cricothyroid arterlerden sağlanır. Anterior kommissürdeki nisbeten avasküler bölge her iki kordun kanlanmasını ayırır<sup>7</sup>.

1)- **A. Laryngealis Superior:** A.thyroidea superior'dan çıkar. A. thyroidea superior carotis externanın dalıdır. %15 oranında da a. carotis communis'den ayrılır. Larinkse girmeden önce infrahyoid ve cricothyroid dalları verir. A. laryngea superior her iki tarafta thyrohyoid membranı arka alt kısmında n. laryngealis internus ile birlikte delerek m. thyrohyoideusa doğru derinleşir ve ventriküler bandın üstünde kalan larinks bölgelerini besler<sup>7</sup>.

2)- **R. A. Cricothyroideus :** Aşağı doğru n.laryngealis superiorun eksternal dalı ile birlikte ilerler. Cricothyroid membranı delerek larinkse girer. Karşı tarafın arteri ile anastomoz yapar<sup>7</sup>.

3)- **A. Laryngealis Inferior:** A. thyroidea inferior' dan çıkar. A. subclavia'nın dalı olan truncus thyrocervicalisten çıkan a. thyroidea inferior, a. laryngealis inferioru n. recurrensi çaprazladığı seviyede verir. Arter sinir ile birlikte cricothyroid eklem arkasındaki Killian-Jamieson aralığından larinkse girer<sup>7</sup>. Venöz drenaj ise, vena (v) laryngea superior ve inferior'a dökülür. V. laryngea superior, v. thyroidea superior aracılığıyla v. jugularis interna'ya, v. laryngea inferior ise v. thyroidea inferior aracılığıyla v. brachiocephalica sinistra'ya dökülür<sup>4</sup>.

**B. Sinirleri:**Larinksin; plica vocalislerin serbest kenarlarının altında bulunan bölgelerin motor ve duysal innervasyonunu vagusun n. laryngealis recurrens dalı sağlar. Plica vocalislerin üzerinde kısmi duysal innervasyonu n. laryngealis superior'un internal dalı sağlar. N. laryngealis superior'un eksternal dalı ise cricothyroid kası inerve eder. N. laryngealis superior kafa tabanından n. vagusun inferior ganglionundan ayrılır ve superior sempatik gangliyonundan da bir dal alır. Ana truncusa yakın seyrederek aşağı doğru iner. Hiyoid kemiğin cornu majusu seviyesinde anteromediale doğru ilerleyerek a. ve v. thyroidea superior'a katılır. Aynı zamanda bu seviyede eksternal dal n.laryngealis superior'dan ayrılır ve m. sternothyroideus'un derininde pharynx'in m. konstruktör inferior'unun üzerinden aşağı doğru iner. Ardından pharyngeal pleksusa ve m. konstruktör faryngealis inferiorlara dallar gönderir. Sonunda m. cricothyroideus'a

ulaşır. N. laryngealis superiorun internal dalı tyrohyoid membran üzerinde a. laryngealis superior ile birlikte arterin hemen üzerinde ilerler ve hiatusta membranı geçer. Membranın hemen içinde ascenden, transvers ve descenden olarak üçe ayrılır. Bu dallar sırasıyla valleculla, epiglottis, sinus piriformis ve plica vocalislere kadar olan superior larinksi inerve eder. Sinus piriformis medialinde descenden dallar bir pleksus vasıtasıyla m. arytenoid transversusa küçük dallar verir. Ardından kıkırdağın arkasından ilerleyerek n. laryngealis recurrens'le birleşir. Bu birleşmeye ansa galeni denir. N. laryngealis recurrens n. vagusun bir dalı olarak çıkar. Solda arcus aortanın sağda ise a. subclavia'nın altından geçer. Sağda n. laryngealis recurrens, a. subclavia'nın etrafında önden arkaya doğru ilerler ve ardından trakeoözofageal oluk içinde yukarı doğru ilerler. Yukarı ilerlerken trakea, özofagusla özellikle de m. cricopharyngealis'e dallar verir. N. laryngealis recurrens sinistra, arcus aortanın arkasındaki ligamentum arteriosum'un lateralinden geçer ve trakeoözofageal oluğa girer. N. laryngealis recurrens sinistra da yukarı doğru ilerlerken özofagusla ve trakeaya dallar verir. Gl. thyroidea'nın altında a. thyroidea inferior'un dalları arasında ilerler. N. laryngealis recurrens sinistra, n. laryngealis recurrens dextra gibi pharynx'in m. constructor inferior'unun hemen altından larinkse ulaşır. N. laryngealis superior'un internal dalının birleşmesiyle oluşan ansa galeni n.laryngealis recurrensi m. konstruktör inferior'un alt kenarına ulaşmadan terkeder. Sinir cricothyroid eklem seviyesinde larinkse ulaşır. Çoğu kişide bu sinir bu eklem arkasından geçerken erişkinlerin %10-15'inde eklem önünden geçer ya da hem ön hem arkaya trunkus halinde uzanır<sup>9</sup>.

### **2.1.8. Larynx'in Lenfatik Drenajı**

Larinks, farklı yapı ve büyüklükteki lenf damarlarının oluşturduğu, yüzeysel ve derin olmak üzere birbiri ile ilişkili iki adet lenfatik ağ ile sarılmıştır.

Lin, larinksin lenfatik dağılımı olarak supraglottik, sağ glottik, sol glottik ve subglottik bölümlere ayrılabilirliğini, anterior komissür bölgesinde ayrı bir tabaka halinde bir lenfatik ağ bulunduğunu saptamıştır. Rouviere, supraglottik ve subglottik derin lenfatik ağları birbirinden lenfatik drenajı çok fakir olan plica vocalislerin serbest kenarlarının ayırdığını bildirmiştir.

Ancak Werner, larinks lenfatik ağının bölgelere göre seyrek veya sık olabildiğini ama hiçbir bölgede yüzeysel ve derin ağın kesintiye uğramadığını saptamıştır. Supra ve

subglottik bölgeler arasındaki lenfatik drenaj glottik bölgede gerçek anlamda bir kesintiye uğramamakta, supraglottik bölgeye enjekte edilen boya plica vocalis mukozasını boyamadan subglottise geçmekte, ancak plica vocalisin derin dokularını az da olsa boyamaktadır. Fohmann, longitudinal bir lenf hareketi olduğunu, Beck ve Mann ise sirküler bir lenf hareketi olduğunu saptamışlardır. Bunun dışında, genel kabul edilen görüşün aksine, Mann plica vocalisin serbest kenarlarındaki lenfatik kapillerler dışında, larinksin farklı bölgeleri için spesifik lenfatik drenaj yolları olduğunu gösteren bir bulguya da rastlamamıştır.

Lin, laringeal lenfatik sistemin lenfatik kapillerler ve daha büyük lenf damarları olmak üzere iki tip damardan oluştuğunu, Werner ise larinks içinde cervical lenfatik zincirde olduğu gibi lenf sinüsleri, pre-kollektörler ve kollektörler olmak üzere üç tip lenfatik damar bulunduğunu bildirmiştir. Bu damarların etrafı elastik liflerle çevrelenmiştir ve bu lifler radial olarak uzanır. Lamina propriada yoğunlaşmış olan larinks lenfatik zinciri oropharynx, hypopharynx ve tracheada kesintisiz devam eder ve bu yapılar anatomik ve fonksiyonel olarak bir bütün oluşturur.

**Supraglottik Bölge Lenfatikleri:**Supraglottik larinks bucco-farengal tomurcuktan gelişir, glottik ve subglottik larinks ise trakeobronşial tomurcuktan gelişir. Bu nedenle supraglottik, glottik ve subglottik bölgelerin drenaj paternleri farklıdır. Laringeal lenfatikler en yoğun olarak supraglottik bölgede bulunur ancak petiolus ve thyroepiglottic ligament bölgelerinde bu lenfatik ağ seyrekleşir.

Supraglottik lenfatik akım mediolateral bir yönde seyreder. Epiglotta akım sadece laterale doğru değil, aynı zamanda dil kökü ve vallekulaya doğrudur. Supraglottik lenfatikler 3-6 kollektör ile aryepiglottic plicanın anteriorunda bir hypopharyngeal kollektörde birleştikten sonra sinüs piriformis boyunca ilerleyerek thyrohyoid membranı deler ve karotid kılıf seviyesine yükselir. Burada, afferent lenf damarları, juguler lenf trunkusunu oluşturan juguler zincir lenf nodları (subdigastrik ve üst juguler lenf nodları) ve damarlarıyla ve farengal lenfatiklerin bazıları ile birleşir. Sağ taraftaki juguler lenf trunkusu venöz sisteme sağdaki jugulosubclavian venden, sol taraftaki juguler lenf trunkusu duktus torasikustan katılır. Böylece, larinksin üst yarısındaki lenfatik afferentler içeriklerini omohyoid kasın larinksi çaprazladığı seviyede yerleşmiş bulunan, juguler ven ve karotid kılıf üzerindeki juguloomohyoid lenf nodlarına boşaltır.

Lenf kollektörleri supraglottik bölgede en çok epiglotta bulunur ve epiglot orta hatta yerleşmiş olduğundan lenfatikleri her iki tarafa da drene olur. Sinüs piriformisin lenfatiklerinin a. thyroidea superior boyunca seyrederek gl. thyroidea loblarının üst kısmına döküldüğü gösterilmiştir.

**Glottik Bölge Lenfatikleri:**Glottik ve subglottik larinks trakeobronşial tomurcuktan gelişir ancak glottik bölgenin lenfatik yapısı subglottik bölgeden oldukça farklıdır.

Plica vocalislerin lenfatik sistemi seyrekdir. Plica vocalis mukozasında seyrek prekollektör lenfatik damarlar saptanmış, hiç lenf kollektörü saptanmamıştır. Plica vocalislerin subepitelial bağ dokusu tabakasındaki lenfatik ağ arytenoidler bölgesinde çok zengindir. Anteriora doğru gidildikçe bu ağ zayıflamaya başlar ve plica vocalislerin en ön kısımlarında neredeyse hiç yoktur. Ancak anterior kommissür bölgesinde iç perikondrium tabakası bulunmadığından lenfatik ve kan damarları nispeten daha fazla olduğundan, bu bölge istisna teşkil eder. Lig.vocale'de mukozaya göre biraz daha fazla sayıda lenfatik damar mevcuttur. Glottik seviyede en fazla sayıda ve en büyük çapta lenf damarları musculus vocalis içinde bulunur ve bu seviyede 2-3 adet kollektör damar mevcuttur.

Glottik bölgenin lenfatik kanalları temel olarak supraglottik larinkse dökülür. Arytenoid bölgesindeki lenf drenajı ise direkt supraglottik akıma karışır. Plica vocalis düzeyinde lenfatik akımın yönü ventralden dorsale, buradan da kural olarak supraglottik bölgeye doğrudur. Mann ön kommissür bölgesinde akımın subglottik bölgeye doğru yöneldiğini ileri sürmüştür. Glottik bölgenin büyük kısmı ve supraglottik bölgedeki lenf akımı da üst ve orta derin cervical nodlara doğrudur.

**Subglottik Bölge Lenfatikleri:**Glottik ve subglottik larinks trakeobronşial tomurcuktan geliştiğinden bu bölgelerin lenfatikleri alt juguler lenf nodlarına drene olur. Subglottik lenfatikler, supraglottik lenfatiklere göre daha seyrek olsa da subglottik bölgede zengin bir lenfatik ağ vardır. Subglottik bölgede lenfatik akım sirkülerdir. Subglottik lenf akımı endolaringeal boşluğu ventral bölgede conus elasticus ve dorsal bölgede cricotracheal ligament bölgesinde bulunan kollektörler aracılığıyla terkeder. Anterior lenfatikler cricothyroid membranı deler ve prelaryngeal (Delphian) lenf nodlarına, buradan da alt juguler lenfatik zincire veya pre thyroideal, paratracheal ve supraclavicular lenf nodlarına veya inferior thyroidal arter boyunca ilerleyerek alt derin

cervical lenf nodlarına drene olur. İnférieur laryngeal damarlarla seyreden posterolateral lenfatikler, cricothyroid membranı geçtikten sonra alt juguler lenf nodlarına katılmadan önce pretrakeal nodlarla bağlantı yapabilir. Pretracheal lenf nodlarından çıkan lenfatikler de juguler lenf trunkuslarına ve venöz sisteme katılır. Bu nedenle, subglottik tümörler, larinksin supraventriküler kısmına yerleşmiş tümörlerden daha direkt bir lenfatik yolla venöz sisteme katılır<sup>14</sup>.

## 2.2. Larynx'in Topografik Anatomisi

Larinks supraglottik, glottik ve subglottik bölge olmak üzere 3 kısma ayrılır (Şekil 3).

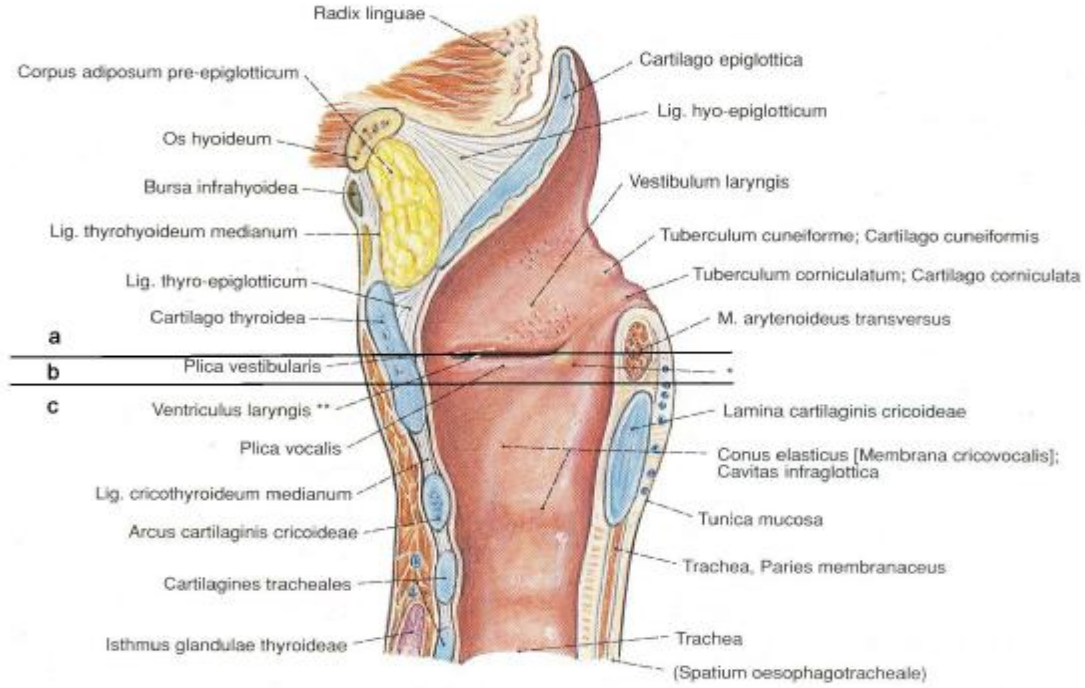
**1. Supraglottik bölge:** Epiglotun ucu ve serbest kenarlarından başlayıp, aşağıda ventrikül tabanına kadar uzanır. Epiglottisin laringeal yüzü, aryepiglottic plicalar, ventricüler bandlar ve ventrikülleri içerir. Ventriculer bandlar, yalancı vokal kordlar olarak da isimlendirilir<sup>6</sup>. Ventriküler bandı ventriküler ligament ve tyroarytenoid kasın dış parçasının üst kısmını örten mukoza oluşturur<sup>5</sup>. Ventrikül, yalancı ve gerçek vokal kordlar arasındaki boşluktur<sup>6</sup>. Laringeal ventrikül thyoid kıkırdak ile yalancı kordlar arasında yukarı doğru uzanarak kör bir kese şeklinde sonlanır. Bu boşluğa sakkül denir<sup>10</sup>. Supraglottik bölge veya vestibüler bölüm embriyolojik ve anatomik bir bütündür. Larinksin bu bölgesi bukkofarengial, glottik ve subglottik bölgesi ise trakeobronşial tomurcuktan gelişmekte ve larinks, ventriküller boyunca uzanan bir direnç hattının bulunduğu değişik embriyolojik kaynaklı iki hemilarinksten oluşmaktadır<sup>16</sup>.

**2. Glottik Bölge:** Plica vocalisler; ön commissur ve arka commissur glottik bölgeyi oluşturur. Plica vocalisin serbest kenarlarının 5 mm kadar aşağısına uzanır. Plica vocalisler arasında yer alan açıklığa "Rima glottidis" adı verilir<sup>8</sup>. Kordlar maksimum açıldığında rima glottidis erkekte 19 mm, kadında 12 mm genişliğe ulaşır. Rima glottidisin ön 3/5'ini plica vocalisler, arka 2/5'ini arytenoid kıkırdağın vokal çıkıntısı yapar. Önde membranöz kordlar birleşerek anterior komissür tendonunu oluştururlar. Bu tendon önde cart. thyroidea'ya bağlanır ve Broyles ligamenti adını alır<sup>10</sup>.

**3. Subglottik Bölge:** Glottik bölge alt sınırı ile cricoid kıkırdak alt sınırı arasında kalan bölgedir<sup>2</sup>. American Joint Comitee (AJC) glottis-subglottis sınırını



ventrikül tabanından itibaren 1 cm aşağısı olarak kabul eder<sup>6</sup>. Bu bölgenin üst yarısı conus elasticusun üzerini örten mukoza ile oluşmuştur ve elastiktir. Alt yarısı ise cricoid kıkırdağın iç yüzünü örten mukoza tarafından oluşturulur ve fiksedir. Subglottik bölgenin mikrosirkülasyonu bilateraldir<sup>10</sup>.



Şekil 3: Larinksin klinik bölgeleri. a). Supraglottik bölge b). Glottik bölge c). Subglottik bölge<sup>1</sup>.

### 2.3. Ses Fiziyojisi

**1- Sesin Oluşması:**Ses oluşumunun tam olarak anlaşılabilmesi için ses fiziyojisi ve fonasyon mekanizmalarının bilinmesi gerekir. Ses yer değiştiren dalgalardan meydana gelmiştir. Ses oluşumu için, maddesel ortamda titreşim yapabilen bir ses kaynağı ve ses dalgalarının yayılabileceği iletici bir ortama ihtiyaç vardır. Ses dalgaları; birinden diğerine ulaşan maddesel ortamların vibrasyonlarıdır<sup>22</sup>. Bu şekilde ses enerjisi, hava ortamında bulunan moleküllerin yer yer sıkışması ve gevşemeleri ile ses dalgaları şeklinde iletir<sup>24</sup>.

Her madde, komşu parçacık üzerine kendinde bulunan hareketi nakletmek için etki yapar. Ses dalgası bir düzlem üzerinde basınç meydana getirir ve bu da sesin fizik şiddetini ölçmeye yarar.

Periyodik bir ses; periyot, frekans ve amplitüdden oluşan üç temel özellik ile karakterizedir. Periyot; sinyalin birbirini takip eden iki geçişi arasındaki zamandır, saniye ile ölçülür. Frekans; saniyedeki periyot sayısına eşittir ve Hertz (Hz) olarak ölçülür<sup>22</sup>.

Sesler, ton ve gürültü olarak sınıflandırılır. Ton periyodik olduğu halde, gürültü periodik değildir. Ton, basit veya pür ton olarak adlandırılan ve diapozon tarafından çıkartılan tek bir sinüzoidal dalgadan meydana gelir. Diğer tüm tonlar ise birçok sinüzoidal dalgadan oluşur ve kompleks tonlar olarak adlandırılır. Doğada işitilen sesler, kompleks ton ya da gürültü şeklindedir<sup>24</sup>.

Bir saniye içinde tekrar eden dalga örneği sayısı, o sesin Hertz (Hz) cinsinden frekansını verir. Diapozon sesi gibi saf ton, yani tek frekansı olan seslerin dalga şekli, sinus eğrisi şeklindedir. Fakat insan sesi başta olmak üzere doğadaki seslerin çoğu, tek frekanslı olmayıp farklı frekans ve şiddetteki pek çok sesin bir araya gelmesi ile oluşmaktadır. Glottis düzeyinde oluşan ses, bir Temel Frekans (F0) ile bu Temel Frekansın harmonik adı verilen katlarından oluşur<sup>24</sup>.

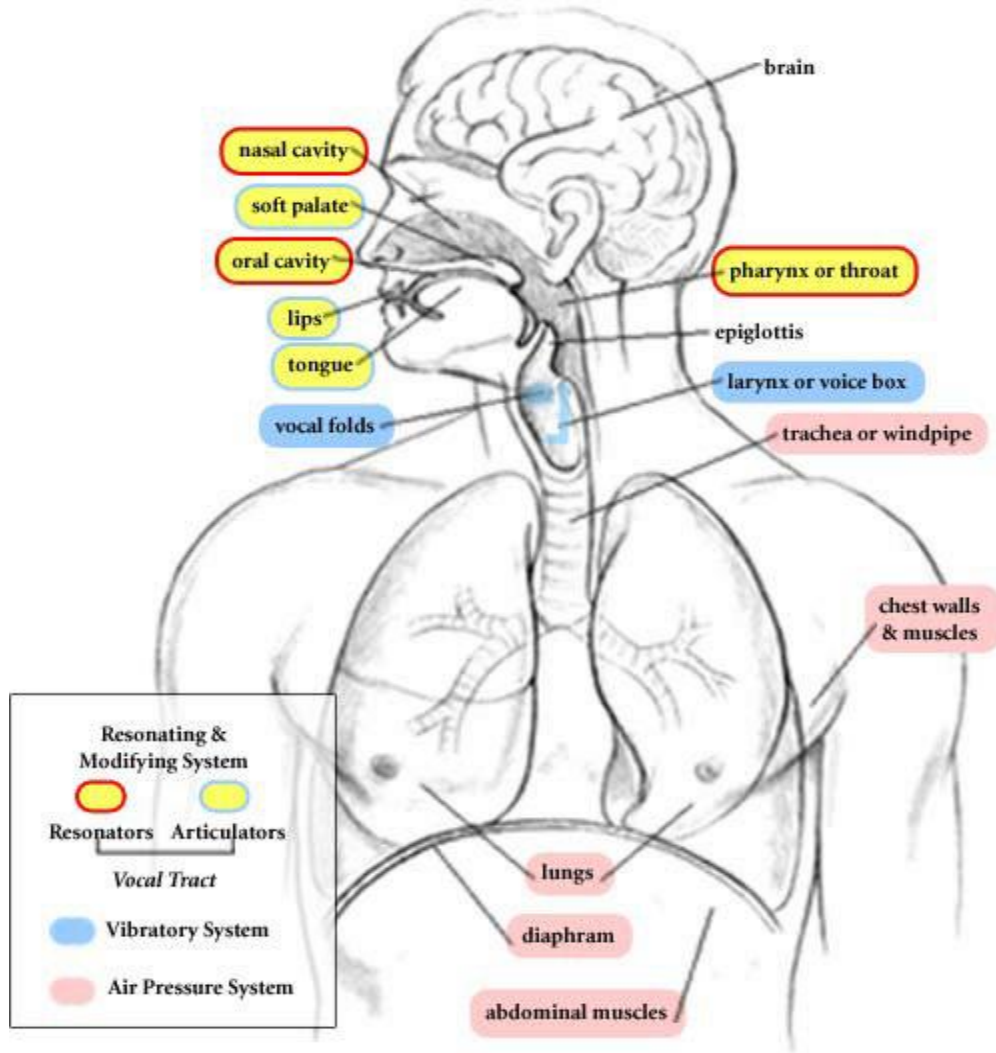
Temel olarak ses oluşumu, üç sistemin koordineli çalışması sonucu meydana gelir. Bu sistemler (şekil 4);

**A. Jeneratör Sistem:** Basınçlı havanın çıkışını sağlayan akciğerler tarafından oluşturulur. Bu güç akciğerdeki ekspiryum havasının hacmi, toraksın ve diyaframın elastik özellikleri ve abdominal ve interkostal kasların kuvvetiyle idare edilir. Normal konuşma için pasif ekspirasyon yeterlidir. Bağırma veya şarkı söyleme ise prefonatuar derin inspiryum ve aktif ekspiratuvar güç kullanımını gerektirir<sup>25</sup>.

**B. Vibratör Sistem:** Larinks ve plica vocalisler tarafından oluşturulur. Burada primer ses oluşumu gerçekleşir<sup>8</sup>. Solunum yolları ve akciğerde gerçekleşen nefes verme sırasında subglottik hava akımı meydana gelir (direk akım). Subglottik basıncın artmasıyla kapalı olan glottis açılmaya başlar. Akciğerden gelen direk hava akımı plica vocalislerin titreşimiyle glottiste kesintilere uğrayarak “alternatif akıma” çevrilir. Böylece glottisten kaynaklanan sese “glottik ses” veya “primer laringeal ton” denir<sup>25</sup>.

**C. Rezonatör Sistem:** Supraglottik larinks, pharynx, oral kavite, nazal kavite ve paranasal sinüslerce oluşturulur. Primer ses, bu sistem ile amplifiye ve modifiye edilir. Bu sistemlerce oluşturulan ses, son olarak dil, dudaklar ve yumuşak damakta artikülasyona uğrar. Böylelikle, anlaşılabilir sözcükler oluşur<sup>25</sup>.

Müzikal ses üretimi için, enerji kaynağının ve vibratör (larinks) organının yanında, rezonatörlere de ihtiyaç vardır. Akciğerler enerji kaynağı, larinks titreşim kaynağı ve supraglottik vokal trakt (supraglottal pharynx, oral kavite ve potansiyel nazal kavite) sesi sözlere ve şarkıya dönüştüren rezonatörlerdir. Ses, sesini profesyonelce kullananlar için bu üç sistemden herhangi birindeki değişiklikten etkilenir<sup>26</sup>.



Şekil 4: Ses oluşumunda görevli sistemler.  
([www.voiceproblem.org/anatomy/learning.asp](http://www.voiceproblem.org/anatomy/learning.asp))

**2. Konuşma Fizyolojisi:**İnsan sesi, akciğerlerden gelen hava ile larinksin çıkardığı temel sesin tüm üst solunum yolunun katkılarıyla şekillenmesi ve harmonik seslerin birleşmesi ile meydana gelir. Hamann, “Konuş ki kim olduğunu göreyim! ” diyerek herkesin kişiye özgün bir ses özelliği bulunduğunu belirtmiştir.

Konuşma; Ekspirasyon, fonasyon, rezonasyon, artikülasyon, entonasyon ve vurgu evrelerinden oluşmaktadır<sup>15</sup>.

**Ekspirasyon:** Fonasyon için hava akımının gerekliliği Hipokrat zamanından beri bilinmektedir. Ekspirasyon havasının akımı, torasik ve abdominal adalelerce kontrol edilir. Hava akımına karşı kuvvetler ise pasif olarak duran dokular ile aktif rol alan larinks adalelerinin kasılmasıdır. Akciğerlerde gerçekleşen nefes verme sırasında subglottik hava akımı meydana gelir (direkt akım)<sup>27</sup>.

Aktif solunumda interkostal, abdominal, sırt ve diyafram kasları çalıştırmaktadır. İspirasyondaki temel kaslar diyafram ve eksternal interkostal kaslardır. İspirasyondaki yardımcı kaslar, pektoralis major, pektoralis minor, serratus anterior, subclavius, sternokloideomasteideus, scalenius anterior-medial -posterior, serratus posterior-superior, latissimus dorsi ve levator costarum kaslarıdır. Yavaş solunum sırasında ekspirasyon büyük ölçüde pasiftir. Aktif ekspirasyonda abdominal, sırt ve torakal bölgedeki birçok kas sesi desteklemek için kullanılmaktadır. İspirasyon fazında diyafragma kasılarak düzleşirken eksternal interkostaller de kasılarak göğüs kafesini kabartır ve göğüs kapasitesini genişletir. Bu sırada abdominal kaslar gevşeyerek karnın kapasitesini artırır ve dışarı doğru bombeleşir. İspirasyonda temel rol diyafragmanınadır. Ekspirasyonda ise, ekspiratuar kaslar kasılırken inspiratuar kaslar gevşer. Bu fazda aktif rol abdominal kaslardadır. Abdominal kaslar kasılarak mevcut basıncı diyafragmayı iter, gevşek durumdaki diyafragma bu basıncı göğüs boşluğuna iterek havanın akciğerlerden boşalmasını sağlar. Ekspirasyonun büyük bir bölüm herhangi bir aktif kas fonksiyonunu gerektirmeksizin torasik kavitenin pasif kollapsı ile oluşur. Akciğerlerin hacim ve kapasiteleri konuşma ve ses kullanımında oldukça büyük bir rol oynar<sup>31</sup>.

**Fonasyon:** Uygun fonasyon için beş şartın sağlanması gerekir. Bunlar; yeterli hava desteği, plica vocalislerin yaklaşması (tam glottal kapanma), yeterli vibratuar kapasite, yeterli plica vocalis şekli, uzunluğu ve gerginliğin kontrol edilebilmesidir.

Normal konuşma sırasında fonasyonun durdurulması için dört mekanizma vardır.

1. Plica vocalislerin over adduksiyonu
2. Plica vocalislerin over abduksiyonu
3. Subglottik basıncın azaltılarak translaringeal basıncın düşürülmesi
4. Supraglottik basıncın artırılarak translaringeal basıncın düşürülmesi<sup>8</sup>.

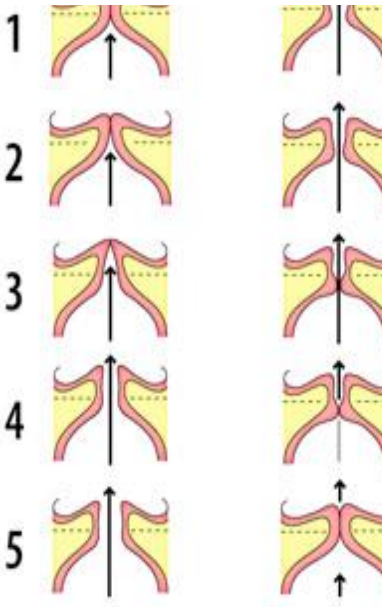
Profesyonel ses üretiminde glottal ses oluşumu, ses supraglottal trakta ulaşmadan önce, glottal sesin intensite ve frekans karakterini etkileyebilen istemsel kas aktivitesi tarafından komplike edilebilir<sup>6</sup>. Peşpeşe oluşan glottik siklus sayısı sesin Temel Frekansını belirler<sup>7</sup>.

Fonasyon için birçok teori geliştirilmiştir, bunlardan en çok bilinenleri J. Müller'in Aerodinamik teorisi ile Husson'un Nörokronaksik teorileridir. Husson'un teorisi günümüzde artık geçerli değildir. Johannes Müller'in Relaksasyon titreşimleri diyerek açıkladığı teori ise kısaca şöyledir. Müller, "Ses tellerinin pasif hava akımı ile oluşan vibrasyonlarla ve kas elastikiyeti yardımı ile vibrasyon sistemi oluşturdukları kabul eder" Bu görüşe göre, ses telleri fonasyonda santral sinir sistemi ile frekans ayarı yapılarak belirli hava basıncı ile pasif olarak hareket eder<sup>29</sup>.

Plica vocalislerin homojen olmayan kompleks yapısı nedeniyle tek başına örtükatman modeliyle veya miyoelastik-aerodinamik teoriyle mukozal dalga hareketini açıklayabilmek mümkün değildir. Vibrasyon horizontal planda medialden laterale doğru, longitudinal planda anteriordan posteriora fermuarın açılması şeklinde, vertikal planda ise inferiordan superiora doğrudur. Mukozal dalganın hızı plica vocalisin uzunluğu, hava akımının şiddeti, subglottal basınç ve fundamental frekans ile ilişkilidir<sup>15</sup>. Vibrasyonun frekansı ne kadar hızlı olursa oluşan ses de o kadar yüksek perdeli olur<sup>30</sup>.

İnsan vücudunda bir vibrasyonun oluşumu ve devamı için, titreşecek olan söz konusu bölgeye iki ayrı antagonist kuvvetin alternatif olarak etki etmesi gerekir. Bunlar genellikle birbirine ters yönde çalışan ve etki eden kuvvetlerdir. Plica vocalislerin titreşimi için düşündüğümüzde birinci kuvvet subglottik basınçtan kaynaklanan açılma, ikincisi ise plica vocalislerin elastikiyetinden ve Bernoulli etkisinden kaynaklanan kapanma kuvvetidir (şekil 5). Bernoulli fenomeni; dar bir yerden yüksek hızda bir akım geçerse duvarlara akım merkezindeki basınç etki eder. Fonasyonun başlangıcında tam

kapalı olan glottis, subglottik basıncın ortalama 7 cmH<sub>2</sub>O üzerine çıkmasıyla (normal aralık 3-10 cmH<sub>2</sub>O) açılmaya başlar. Dar olan glottisten havanın hızlı geçişi sırasında negatif basınç meydana gelir ve bu basınç plica vocaliste emme etkisi oluşturur. Plica vocalis mukozasının mobilitesi nedeniyle dalgalanma hareketi meydana gelir. Subglottal basıncın düşmesiyle glottis tekrar kapanır. Bu şekilde oluşan her bir açılma ve kapanmaya glottik siklus adı verilir<sup>15</sup>.

<p><b>1-</b>Hava basıncının kapalı pozisyondaki vokal kordlara doğru yukarıya hareketi</p>		<p><b>6,10-</b> Hızlı hareket eden hava geride düşük hava basıncı bırakarak Bernolli etkisi oluştur, bu etki ile vokal kordlar alttan kapanmaya başlar ve tamamına ulaşır.</p>
<p><b>2,3-</b> Hava basıncı, vokal kordların titreşen tabakasını alttan açar; vokal kordlar yerinde kalır</p>		<p><b>10-</b> Vokal kordların kapanması hava akımını keser ve havanın basıncı azalır.</p>
<p><b>4,5-</b> Hava basıncının yukarı doğru hareketi devam eder; plica vocalislerin üst kısmına ulaşır ve tamamen açılır.</p>		<p>Yeni vibratuar siklus başlar- 1,10 tekrarlanır.</p>

Şekil 5: Plica vocalis vibrasyonları ve glottik siklusun şeması.

([www.voiceproblem.org/anatomy/understanding.asp](http://www.voiceproblem.org/anatomy/understanding.asp))

**Fonasyonun Nörofizyolojisi:**Fonatur kontrolün kompleks mekanizması, insanoğluna merkezi ve periferik parçaların koordinasyonunu sağlar. Genelde larinks modeli, sistem olarak linguistik ve motor merkezlerden gelen santral emirlere cevap vermelidir. Sinyaller presantral gyrusdaki motor kortekse ve sonrada beyin dokusu içerisindeki motor kortekse ve spinal korda yüklenir. Bu sinyaller konuşma ve ses üretiminden sorumlu respiratuar, laringeal ve artikülasyon adelerine aktarılır. Mesajlar solunum, fonasyon ve artikülasyon üzerinde ince ayar yapan, serebral korteks, serebellum ve bazal gangliayı içeren ekstrapiramidal sistemden etkilenir. Traktus solitarius nükleusu, periakvaduktal gray, matter parabrakial nucleus, locus caeruleus ve

talamusun ventromedial nükleusu, tümü laringeal sistemle anatomik olarak ilişkili bölgelerdir. Motor ünite başına tahmin edilen 100 ile 200 hücre gibi yüksek innervasyon oranı laringeal adalelerin, konuşmanın frekans ve şiddet ayarı için gerekli yüksek derecede hassas kontrolü yapabilmesini olanaklı kılar.

Laringeal kaslar, fonasyonun başlangıcından yaklaşık 100 ile 200 msn. önce kasılmaya başlarlar. Bunun ötesinde fonasyon şeklinin (düşük gerginlikten yükseğe) değişiminde en önemli kas tyroarytenoiddir. Titreşim frekansı aşağıdakilere bağlıdır: 1) her iki plica vocalisin vibratuar kitlesi, 2) ön ve arka gerginlik, 3) yüksek frekansta fonksiyonel düşme, 4) subglottik basınç<sup>13</sup>.

**Rezonasyon:** Rezonans; aynı ses yüksekliğinde harekete geçen iki titreşim kaynağından birinin titreşmesi halinde, ötekinin de ona uyarak titreşmeyi sürdürmesidir<sup>3</sup>. Primer glottik sesin amplifiye ve modifiye edilmesi işlemidir. Bu işlem, supraglottik vokal traktus rezonatörleri ile gerçekleştirilir (supraglottik larinks, oropharynx, nazopharynx, oral kavite, nazal kavite ve paranasal sinüsler). Bu traktusun yapısında kas ve bağ dokusu bulunmaktadır. Bu sebeple, vokal traktusun duvarları sesi amplifiye ve absorbe edebilme özelliğine sahiptir. Bu yapıların anatomik ve fizyolojik anormallikleri, örneğin nazal konjesyon veya tonsiller hipertrofi gibi, plica vocalislerde belirgin bir patoloji olmaksızın ses kalitesinde bozulmaya sebep olabilir<sup>6</sup>.

Ses yolundaki yutak ve ağız boşluğu gibi tınlaticıların (rezonatörlerin) etkisi ile işlenmemiş sesin bazı frekans bölgelerinde ses şiddeti artar, şiddeti artan bu bölgelere formant adı verilir<sup>16</sup>. Vokal traktustaki formantlar da belirli frekanslardaki sesleri amplifiye ederler<sup>7</sup>. Amplifiye edilen harmonik frekanslar formant bölgeleri olarak tanımlanırlar. Şan eğitimi alan profesyoneller vokal traktusun karakteristiğini bu formant bölgelerini modüle edecek ya da değiştirecek şekilde etkileyebilirler. Formant bölgeleri vokal trakta (farenks, dil, çene, yumuşak damak, dudaklar) yapılan değişiklikler ile birbirine yaklaştırılınca birbirlerini amplifiye ederler ve böylece ortaya şarkıcı formantı denilen, dinleyici için estetik bir ses kalitesi ortaya çıkar. Genel olarak her ünlünün beş formantı varsa da bunlardan en önemlileri ilk ikisi veya üçüdür. Birinci formant daha büyük olan yutak boşluğunda, ikinci formant ise daha küçük olan ağız boşluğunda oluşur<sup>16</sup>. 2300-4000 döngü saniyedeki bu formant bölgesi diğer frekansların üzerinde algılanarak şarkıcının orkestra ile diğer aletlerin sesinin üzerinde duyulup anlaşılmasını sağlar<sup>30</sup>.

Formant (rezonans) frekansı, rezonatörün volümü tarafından belirlenir. Rezonatörün volümü küçük olursa, rezonans frekansı da yükselir<sup>6</sup>. Konuşma ve şarkı sesi harmonikleri zenginleştirilmiş karmaşık seslerdir. İnsan sesine dilin tüm inceliklerini ve ifade gücünü kazandıran rezonansın niteliğidir<sup>31</sup>.

Vokal traktusun uzunluğu ve biçimi, yaş ve cinsiyete bağlıdır. Kadınların ve çocukların erkeklere göre daha kısa vokal traktusu vardır ve daha yüksek formant frekanslarına sahiptir. Vokal traktusun boyutları, bir dereceye kadar bilinçli olarak ayarlanabilir ve bunun öğretilmesi de ses eğitiminin temelini oluşturmaktadır<sup>31</sup>.

**Artikülasyon:** Glottiste meydana gelen ses, vokal traktusun artikülatör organlarının (dil, dudaklar, yumuşak damak gibi) dinamik hareketleri sonucunda konuşma sesi biçimine dönüşür. Bu olaya artikülasyon denilir. Bir dili oluşturan en basit ve en temel birimler olup harf adı verilen simgeler ile temsil edilen sesler, ünlü (vowel) ve ünsüz (consonant) sesler olmak üzere iki grupta toplanır<sup>17</sup>. Akustik açıdan ünlüler, ses tellerinin titreşimi ile ortaya çıkan, bir temel frekans ve onun harmonik adı verilen katlarından oluşan ham sesin, ses yolunda işlenmesi ile meydana gelir<sup>16</sup>. Bir diğer tanımıyla akciğerden gelen soluşun hiçbir sürtünme ve engellemeye uğramadan dilin üstünden geçerken çıkardığı seslerdir. Bu sesler çıkarılırken konuşma organlarının herhangi bir yerinde kapanma ya da daralma olmadığı için gürültüsüzdürler. Ünlülerin çıkarılışında en önemli görevi üstlenen organlar dil, çene ve dudaklardır<sup>17</sup>. Ancak son zamanlarda yapılan çalışmalarda glottisin pozisyonunun ve şeklinin farklı harflerin üretimi sırasında değiştiği saptanmıştır. Ünsüzler, konuşma seslerinin ikinci büyük kümesini oluşturan ünsüzler, engelli seslerdir. Çıkarılışları sırasında konuşma organlarının herhangi bir yerinde alıkonulurlar ve bunun sonucu olarak bir sürtünme ya da patlama biçiminde oluşurlar.

Ünsüzler, konuşma seslerinin ikinci büyük kümesini oluşturan ünsüzler, engelli seslerdir. Çıkarılışları sırasında konuşma organlarının herhangi bir yerinde alıkonulurlar ve bunun sonucu olarak bir sürtünme ya da patlama biçiminde oluşurlar. Ünsüz sesler de kendi aralarında ötümlü (voiced) ve ötümsüz (unvoiced) olmak üzere iki gruba ayrılır.



Ötümlülük titreşimin varlığını, ötümsüzlük titreşimin yokluğunu belirtir.

Ötümlüler : b,d,g,v,z,j,c

-l, r, m, n, y

Ötümsüzler : p, t, k, f, s, ş, ç

h, -, -, -, -,

Ötümsüz ünsüzler için ses telleri açık tutulur. Ağız ve/veya burun boşluğunda havaya uygulanan kuvvetle hava türbulans yapar ve sonucunda gürültü şeklinde bir uyarı oluşur. Ötümlü ünsüzler ise ses tellerine ihtiyaç duyarlar. Ünsüzlerin her biri ayrı akustik özellik gösterir. Bazı ünsüzler ses yolunda meydana gelen bazı periyodik engellerle oluştuğu halde, bazıları yalnızca ses yolunun daralmasıyla oluşur. Bazıları da tamamen ağız boşluğunda veya burun boşluğunda oluşturulurlar. Bu farklılıklarından dolayı ünsüzler patlamalı, geniz ve sürtünücü gibi gruplara ayrılırlar<sup>18</sup>.

**Entonasyon:** Ses tellerinin belli bir tona ayarlanabilmesidir<sup>6</sup>. Konuşurken çıkarılan seslerin titreşim sayısının az ya da çok oluşu tonlamayı oluşturur. Titreşim sayısının çokluğu sesi tizleştirirken, bu sayının azalması da sesi pesleştirir. Kişinin müzikal olup olmasına ve ses tekniğine bağlıdır<sup>33</sup>.

Sözcükler arasında anlam ayırımı sağlamalarına karşın vurgu ve tonlama ayrılık gösterirler. Kişinin ruhsal durumu ile de ilgili olan tonlama; anlatıma coşkunculuk, kızgınlık, yumuşaklık, sertlik, kesinlik gibi ince ayrıntılar katarken, anlatılmak istenilen duygunun içeriği de tonlamayı doğrudan etkilemektedir<sup>33</sup>.

**Vurgu:** Bir kelime veya kelime grubunda, bir hecenin; bir cümlede ise bir kelimenin diğerlerine göre daha kuvvetli söylenmesine “vurgu” adı verilir. Vurgulu hece ya da kelime, diğer hece ya da kelimelere göre daha baskılı ve şiddetli bir söylenişe sahiptir.

Vurgu, konuşma ve yazı dilinde “özellikle ve öncelikle belirtme, dikkati çekme ve yoğunlaştırma” anlamında bir kavram olarak da kullanılmaktadır. Vurgu ses birlikteliklerine değer katmaktır, ses birlikteliklerini farklı kılmaktır, sesleri hakkını vererek kullanmaktır. Vurgu, dilin doğru kullanımında iki ayırt edici özelliğe sahiptir:

1- Sesin şiddetini ayırt edici vurgu: Sözcüğün söyleniş sırasında heceler üzerinde değişik soluk baskısı uygulanır. Sözcükteki bir hece diğerlerine göre daha şiddetli solukta söylenir.

2- Anlamı ayırt edici vurgu: yazılışları aynı anlamları farklı olan sözcükleri, sesteşleri, birbirinden ayırt etmede vurgu belirleyici olabilir. Vurgunun yapıldığı hece, anlamı belirleyici özelliğe sahiptir<sup>34</sup>.

### 3- Ses Analizi

**A. Fundamental Frekans (F0):**Sesin bazal frekansı, plica vocalislerin hava akımını kesmek üzere titreştikleri frekansa denk gelir. Hertz olarak ölçülür. Kabaca, bu frekans erkekler için 100-150 Hz, kadınlar için ise konuşma sırasında 200-300 Hz kadardır<sup>35</sup>. Ölçülebilen matematiksel bir değer olan F0'ın işitsel karşılığı perdedir. Ses perdeleri ana olarak üç faktör tarafından etkilenir. Bunlar; plica vocalislerin gerilme derecesi, kitlesi ve uzunluğudur. Teorik olarak ise, daha uzun plica vocalislerin, daha düşük perdeli sesler meydana getirmesi beklenir. Plica vocalisler erkeklerde, kadın ve çocuklara kıyasla daha uzun ve daha kalındır. Plica vocalislerin uzunluğu hemen her zaman sesin tipiyle paralellik gösterir. Bass'dan sopranoya doğru ses telleri gittikçe kısalır<sup>35</sup>.

Plica vocalislerin gerilmesi ve tansiyonlarının artması ile ses perdesi yükselir<sup>35</sup>. Her bir vibratuar siklusun süresine periyod (T) denir. Normal bir erkek plica vocalis mukozasını saniyede 100 kez titreştirdiğini, açılıp kapandığını düşünürsek, periyod T:  $1/F0$  formülünden  $1/100$  olarak bulunur<sup>15</sup>.

Frekansın, işitsel karşılığı perdenin değiştirilebilmesi fizyolojik olarak plica vocalisin gerginliğini ve kütlesini değiştirerek, subglottik basıncı artırıp azaltarak, larinksi eleve yada deprese ederek üç mekanizma ile sağlanır<sup>15</sup>. Plica vocalislerin sabit bir durumda pozisyonlarını muhafaza ettiği durumlarda, ses perdesi artan subglottik basınç nedeniyle hafifçe yükselir<sup>35</sup>.

**1. Plica vocalis gerginliğini ve kütlesini değiştirme:** M.Thyroarytenoid (vokalis)'in, m.cricothyroideus'un ve m. interarytenoideus'un etkileriyle sağlanır. Herhangi bir telin gerginliği ne kadar artarsa ve boyu ne kadar kısalırsa, vibrasyonunda çıkaracağı sesin frekansı o kadar artar.

**2. Subglottik basıncın değiştirilmesi:** Plica vocalis gerginliğinin ve kalınlığının sabit kaldığı, subglottal basıncın artırıldığı durumda(enerji artışı) fundamental frekansın yükselir. Subglottal basınçtaki her 1 cmH<sub>2</sub>O' luk değişim doğru orantılı olarak F0' daki 3-6 Hz'lik değişime denk gelir.

**3. Larinksin elevasyonu veya depresyonu:** Hyoid kemiğin suprahoid kasların kasılması sonucu anteriora doğru hareketi, thyroid kartilajın öne doğru yer değiştirmesine neden olur. Bu hareket m. cricothyroideus'un etkisine benzer bir şekilde plica vocalis gerginliğini arttırarak frekansın yükselmesine sebep olur. Sundberg'in çalışmalarına göre cricoid kartilajın, trakeanın aşağı doğru çekilmesiyle beraber olan inferior hareketi, plica vocalis boyunu kısaltarak frekansın düşmesine sebep olur<sup>7</sup>.

**B. Kalite:**Sesin kalitesi, primer olarak glottik sesin dalga biçimine bağlıdır. Bunun yanında periyodisitesi veya ne kadar oranda gürültü içerdiği de sesin kalitesini belirleyen faktörlerdendir. Glottik açılma ve kapanma, sesin bireysel özelliklerini belirleyen bir karakterdir<sup>35</sup>.

Solunum organları ile plica vocalislerin uyum içinde çalışması ve bunun sonucu olarak, plica vocalislerin supraglottik bölgede hava türbülansına meydan vermeyecek şekilde, eşit aralıklarla, düzgün bir şekilde titreşmesidir. Anormal ses kalitesinin algısal karşılığı; ses kısıklığı (hoarseness), ses düzensizliği (roughness) ve solukluluk (breathiness), fiziksel karşılığı ise; frekans pertürbasyonu (Jitter), amplitude pertürbasyonu (Shimmer), Harmonik/Noise Ratio gibi akustik parametre değerlerinin normale göre yüksek olmasıdır<sup>6</sup>.

**C. Amplitüd (Şiddet):**Ses dalgasının yayılma doğrultusundaki dik bir düzlem içinde 1cm<sup>2</sup>'lik yüzeye 1sn'de verdiği ses enerjisidir. Sesin şiddeti ise atmosfer basıncının milyonda biri olan mikrobar olarak ifade edilir. Sesin şiddetini belirleyen diğer bir ölçü de bell'dir (Telefonu bulan bilim adamı Graham Bell adına). Pratikte ise bell'in onda biri olan desibel kullanılır. Ses şiddeti, subglottik basıncın ve glottik direncin artması ile artar. İnsan sesi 130 dB' e kadar yükseltilebilen geniş bir aralığa sahiptir. Sesin şiddetini aşağıdaki parametreler kontrol eder<sup>36</sup>.

**1. Subglottal basınç:** Subglottik basıncı ekspirasyon gücü ve glottik kapanmanın şiddeti belirler. Değişik fonemlerde ve ses kalitesinde farklı olmakla birlikte basınç arttıkça şiddet artar. Subglottik basıncın 5 cmH<sub>2</sub>O artışı ile ses şiddetindeki yaklaşık 14 dB SPL (sound pressure level-ses basınç düzeyi) yükselme gözlenmektedir. Subglottik basınç trakea içinden kateter ile direkt ölçülebildiği gibi yaygın olarak kullanılan metod indirekt ölçüm yöntemidir. Fonasyon sırasında dudakların kapandığı anda glottis açılacak ve intraoral basınç subglottik basınca eşit olacaktır. Normal Subglottik basınç 5-10 cm su basıncındadır. Subglottik basınç

larinksin fiziksel özelliği olmayıp ekspiryum ve glottal adduksiyon ile ilişkili olduğu hatırlanmalıdır<sup>38</sup>.

**2. Plica vocalisin kapanma derecesi ve zamanı:** plica vocalislerin kapanma süresi arttıkça, altta basıncın yükselebilmesi için süre artacaktır, sonuç olarak üretilen sesin şiddeti artacaktır.

**3. Laringeal rezistans:** Laringeal rezistans subglottik basıncın fonasyon akım hızına oranıdır. Laringeal rezistans standart ses perdesinde ve şiddetinde yapılmıdır. Glottisin kapanma şiddeti ve adduksiyon gücü larinksin fiziksel özelliklerini yansıtır. Adduktor spazmotik disfoni, histerik afoni ve plica vocalislerin kapanmasına engel olan lezyonlar ise glottal rezistansı azaltır<sup>39</sup>. Özellikle düşük frekanslarda (ses aralığının alt ve orta kısımlarını oluşturan FO' larda) rezistans arttıkça şiddet azalır.

**4. Fonasyon Hava Akım Hızı:** Fonasyon sırasında birim zamanda glottisten geçen hava akım miktarıdır. Değerlendirme için karmaşık araçlara gerek yoktur, ölçüm yapılabilmesi için pnömotakograf yeterlidir. Normal ses perdesi ve şiddetindeki fonasyon sırasında ortalama hava akımı 200 ml/sn dir. Fonasyon akım hızı bu değer altında ise kişinin pulmoner kapasitesi yetersiz ya da adductor spazmotik disfonisi olabilir. Fonasyon akım hızı normalin üzerinde ise plica vocalis paralizisi, kitle lezyonu, polip, nodül gibi glottik kapanmayı bozan bir patoloji düşünülmelidir. Oral hava akımı fonocerrahi yapılan hastaların değerlendirilmesinde güvenilir bir metoddur<sup>41</sup>, Özellikle yüksek frekanslarda (falsettoda) şiddetin değişimini sağlayan asıl baskın faktördür.

**5. Ses spektrumu:** Bir tonu oluşturan frekansların kompozisyonu değiştirildiğinde, o tonun şiddetide değişecektir. Spektrumdaki frekans bileşenlerinin amplitüdlerinin değiştirilmesi veya yeni frekanslar eklenmesi, sesin şiddetinde değişiklik meydana getirir<sup>38</sup>.

**Ortalama Amplitüd:** Plica vocalis tarafından üretilen tonun gücünü veya amplitüdünü belirtmek için çoğunlukla desibel kullanılır. İnsanlarda normal konuşma sırasında ortalama amplitüd modal seste yaklaşık 75-80 SPL'dir.

**Amplitüd Değişkenliği:** Konuşma veya bir okuma pasajı sırasında söylenen kelimeye göre veya verilmek istenen mesaja göre amplitüd değişkenlik gösterir. Bu değişkenlik standart deviasyon (SD) olarak belirtilir.

**Amplitüd Aralığı:** İnsan sesinin ulaşabileceği şiddet aralığıdır. Ses bozukluğu olmayan birisi için yaklaşık 50dB – 115dB arasındadır. Erkeklerde, kadınlara oranla bir miktar daha yüksektir.

**D. Amplitüd Pertürbasyonu:** Plica vocalislerin vibrasyonlarındaki varyasyonları ifade eden ölçümlerdir.

**Shimmer:** Amplitüd pertürbasyonu olarak da adlandırılır. Her bir glottik siklustaki amplitüd varyasyonu olarak tanımlanır. Yüzde yada desibel olarak ifade edilir. Kısa aralıklarla ses dalgasındaki amplitüd değişimlerini ifade eder. Ses hastalıklarında genellikle artmış olarak bulunur.

Jitter ve Shimmer parametreleri, değişik programlarla ve değişik kayıt teknikleri ile farklı değerlerde hesaplanabilir ve farklı birimlerde ölçülür (milisaniye, %, dB, SD). Bu yüzden yapılan çalışmada kullanılan kayıt tekniği standardize edilmelidir. Bir çalışmaya göre; direkt olarak dijitalize edilmiş ses kayıtları ile bir teybe kaydedilen ses kayıtları arasında yapılan karşılaştırmalarda her iki parametrede de anlamlı derecede farklılıklar saptanmıştır<sup>6</sup>.

**Jitter:** Frekans pertürbasyonu olarak da adlandırılır. Plica vocalisin vibrasyonunun düzensizliğidir. Her bir glottik siklustaki frekans varyasyonu olarak tanımlanır. Milisaniye ya da glottik siklusun yüzdesi olarak ifade edilir. Ses hastalıklarında genellikle artmış olarak bulunur<sup>2</sup>. Jitter şu şekilde hesaplanır. Her bir vibratuar siklusun frekansı takip eden siklusun veya bir önceki siklusun frekansından çıkartılır. Değerlendirme yapılacak zaman aralığındaki tüm siklus frekanslarına aynı matematiksel işlem yapılır. Bulunan değerlerin aritmetik ortalaması alınır ve ortalama periyoda bölünür. Çıkan sonuç 100 ile çarpılarak jitter bulunur<sup>15</sup>.

**E. Harmonik/Gürültü Oranı (HNR):** Gürültü sesteki aperiodyik, düzensiz enerjidir. Sesin tüm frekans aralığında veya belirli frekans bantlarında görülebilir. Kompleks bir seste Temel Frekansın tam katları harmonikleri oluşturur. Frekansı F0' ın tam katı değil ise gürültü olarak değerlendirilir<sup>15</sup>.

Gürültü komponenti, glottisin vibratuar siklus sırasında tam kapanmamasına bağlı olarak türbülant hava akımının oluşmasından veya glottisin düzensiz vibrasyonundan kaynaklanır. Glottis düzeyinde meydana gelen hava akımındaki artış türbülansa yol açar. Yüksek frekanslardaki harmonik komponentlerin kaybı, vibratuar sikluslar sırasındaki kapanma fazının kısa yada tam olmamasına bağlıdır. Frekansını F0

ve harmoniklerinin oluşturduğu ses enerjisinin, gürültü frekanslarındaki ses enerjisine oranına Harmonik / Gürültü oranı denilir. Harmonik / Gürültü oranı disfoni ile korelasyon gösterir<sup>6</sup>.

**F. Normalleştirilmiş Gürültü Enerjisi (Normalized Noise Energy - NNE):**Dr. Speech programının kullandığı özgün parametrelerden biridir. Sesteki gürültü seviyesini daha objektif olarak gösterdiği iddia edilmektedir. HNR pozitif bir değerdir fakat NNE negative bir değerdir ve sayısal değer artması (sayının küçülmesi) gürültü oranının arttığını gösterir<sup>36</sup>.

**G. Maksimum Fonasyon Süresi:**Bir nefeste en fazla çıkartılabilecek ses süresidir. Yaşa, cinse ve ek hastalık olup olmadığına göre değişmekle beraber ortalama değerler erkeklerde 20 saniye, kadınlarda 15 saniye ve çocuklarda 10 saniyedir<sup>37</sup>.

**H. Fonetogram:**Ses genişliği profili (Voice Range Profile, VRP) de denir. Y ekseninde şiddetin (SPL), X ekseninde ses aralığının (semiton, Hertz veya % ses aralığı) bulunduğu bir grafikte kişinin çıkartabileceği tüm seslerin, en düşük şiddetten ve en düşük frekanstan en yüksek şiddete ve en yüksek frekansa kadar gösterilmesidir. Fonetogramın dezavantajı sesin perdesini ve şiddetinin değerlendirilip, kalitesinin değerlendirilememesidir. Ses sanatçı adaylarının gelişiminin takip edilmesi için kullanılan bir yazılımdır<sup>15</sup>.

**4. Ses Aralığı ve Ses Türleri:**Bir insanın çıkartabileceği frekansların toplamına sesin genişliği denir. İnsanlarda ortalama 2-2.5 oktavdır. Şarkıcılarda genellikle daha fazladır. Kompas ses genişliğinin müzik terminolojisindeki karşılığıdır. Sesin ulaşabileceği en yüksek ve en düşük frekans aralığı ses klasifikasyonunda önemlidir<sup>15</sup>.

Profesyonel ses kullanıcılarında ses türleri daha önemlidir. Anatomik özelliklerin yanısıra alınan eğitime bağlı olarak ses kalitesi değişiklikler gösterir ve rezonatör organların kullanımında da ses esas niteliğini kazanır. Tembr, tessitura ve ses aralığına göre insan sesleri başlıca; Kadınlarda; soprano, mezzosoprano ve alto, Erkeklerde; tenor, bariton ve bas şeklindedir<sup>8</sup>.

**Coloratura Soprano:** En ince kadın sesidir. Adını İtalyanca colore yani renkten almaktadır. Lirico (Lirik) Coloratura, Dramatik Coloratura, Leggero (Leje), Lirik, Lirico Leggero (Lirik Leje) ve Spinto türleri vardır. Spinto türü güçlü volumlü, metalik ve sağlam bir ses türüdür. Mezzo sopranoya benzer<sup>23</sup>.

**Yüksek Mezzo Soprano:** Orta kalınlıkta Coloratura Soprano gibi hareketli tiz zenginliğine sahip bir ses türüdür. Lirik mezzo ve dramatik mezzo türleri vardır<sup>23</sup>.

**Alto:** En kalın kadın sesidir. Peslerde erkek sesine benzer koyu ve sıcak renkli bir ses türüdür. Contra alto: Çok kalın kadın sesine Contra alto denir. Alto'dan daha kalın ve erkek sesine benzer. Dünya'da en az rastlanan ses türüdür<sup>23</sup>.

**Tenor:** En ince erkek sesine Tenor denir. Erkeklerde az rastlandığı için çok makbul bir ses cinsidir. Eğitimi çok dikkat ve sabır isteyen bir sestir. İnce'den başlayıp kalına doğru giden birçok Tenor türü vardır. Bunlar: Contura, Leggero (Leje), Lirico Leggero (Lirik – Leje), Lirico (Lirik), Lirico Spinto, Spinto ve Dramatik Tenor (Helden Tenor)'dur. Contura en ince erkek sesidir<sup>23</sup>.

**Bariton:** Orta kalınlıktaki erkek sesidir. Bariton ses en çok rastlanan erkek sesidir. Özelliği olan doğal tını gereği şan eğitiminde çok çabuk gelişme gösterirler. Fakat bu gelişme, bariton seslerin ilerleyen yıllarda karşılaşabilecekleri bir takım problemlere neden olabilir. Birçok bariton türü vardır: yüksek (leggero), lirico (lirik) ve dramatik baritondur<sup>23,58</sup>.

**Bas:** En kalın erkek sesidir. Birçok bas türü vardır: buffo, yüksek (bas bariton), liriko (lirik) ve dramatik (profondo) tir. Dramatik bas en pes erkek sesidir, son derece geniş bir ses registirine sahiptir<sup>58</sup>.

### 3. Sesin Klinik Değerlendirilmesi

**A. Laringostroboskopi:** İlk kez Oertel tarafından 1895 yılında, ışık kaynağının önüne yerleştirilen üzerinde yarıklar bulunan bir mekanik disk ile indirekt laringoskopi yapılarak kullanılmıştır. Stroboskopi ile fonasyon sırasındaki frekansa ayarlanmış kesintili ışık altında plica vocalisin morfolojik ve vibrasyon özellikleri değerlendirilir. 1977'de Yoshida stroboskopide bir kayıt sistemini geliştirdikten sonra günümüzde kullanılan prensiplerle videolaringostroboskopi tekniği kabul görmüştür<sup>41</sup>.

Larinksin morfolojik ve dinamik yapısı yanısıra plica vocalislerin vibrasyon özellikleri VLS (Videolaringostroboskopi) sayesinde daha detaylı ve doğru biçimde incelenir. VLS'nin; monitor ekranı vasıtası ile net ve büyütülmüş görüntü sağlaması, görüntünün video ortamına kaydedilebilmesi, tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırmaya olanak vermesi, tıp eğitimi ve hasta bilgilendirilmesinde kullanılabilmesi özelliklerinden dolayı klinik önemi büyüktür<sup>42</sup>. Stroboskopik incelemenin esasını, F0'a

eşit veya yaklaşık bir frekansa, ses tellerinin çok çabuk oluşan hareketleri, indirekt larengoskopi sırasında, stroboskobun oluşturduğu kısa süreli ışıklarla yavaşlatılmış titreşimler halinde gözle izlenilebilir duruma gelmesi oluşturur<sup>35</sup>.

**Metod:** Larinks altına yerleştirilen mikrofon üzerinde, ışık sayısı ile ses tellerinin titreşim sayısı senkronize edilir. Ses telleri, bazı titreşim fazlarında hareketsizmiş gibi gözükürler. Örneğin kapanma fazında, bir pedalla ışık yanıp sönme sayılarının azaltılıp çoğaltılması ile hareketli bir dalga elde edilir. Talbot yasasına göre tek tek dalgalar birbirleri arasında kaybolurlar. Her iki frekans arası ne denli az olursa —yani ışığın yanıp sönme ve ses tellerinin titreşim frekansı farkları— titreşim seyri de o denli yavaş izlenebilir.

**Talbot Yasası:**Her ışık 0,2 saniye süren pozitif bir görüntü oluşturur. Eğer ara, 1/5 saniyenin altında olursa, iki değişik şebeke ayrı ayrı algılanamaz. Stroboskopide saptanabilir şeyler şunlardır: Ses telleri titreşiminin düzenli ve düzensiz frekansları, ses tellerinin birlikte titreşip titreşmediği, sağ sol arasındaki titreşim farkı, titreşim amplitütlerinin ölçüsü, ses tellerinin tam kapanıp kapanmadığı, ses tellerinin tüm bir ses kapasitesi içinde hareketsiz mi kaldığı veya yalnızca belirli tonlarda mı hareketsiz kaldığı, bir tonu tutma sırasında, titreşimlerin yavaşlayıp, çabuklaşması, titreşim şeklinin değişmesi, (örneğin, bir ses teli vertikal diğeri horizontal hareket etmektedir) ses telinin fonatuar hareketsizliği gibi<sup>35</sup>.

Videolaringostroboskopiyle temel frekans, glottik kapanma, simetri, periodisite, vibrasyon amplitude ve nonvibratuar segment değerlendirilir<sup>41</sup>.

#### **Supraglottik değerlendirme:**

- Ventriküllerin lateral kompresyonunu
- Epiglot ve arytenoidlerin anterior- posterior yaklaşmasını gösterir.

**4. Şan Tekniği:**Dilimize, Fransızca'daki "chant" sözcüğünden geçen bu kelimenin asıl anlamı; "dayanıklılık ve sağlamlık kazandırılmak üzere sesi işlemek, yetiştirmek, sesle ilgili dayanıklılık sanatı, ses müziği sanatı, tekniği ve insan sesiyle oluşturulan müziksel ve teknik sesler bütünü"dür. Türkçe sözlükte ise "insan gırtlığından çıkan ve perde ayrımlarıyla çeşitli duyular uyandıran ses dizisi"dir. Şan eğitimi ise, sesin dayanıklılık ve sağlamlık kazanabilmesine ilişkin olan davranışların ve



özellikle opera eserlerinin tür, müzik ve dönem özelliklerine uygun olarak söylenebilmesine yönelik davranışların hedeflendiği ileri düzey bir ses eğitimi türüdür<sup>43</sup>.

Şan eğitimi, insan sesinin istenilen akustik değerlere ulaşmasında önemlidir<sup>23</sup>.

Güzel şarkı söylemek için iyi bir şan tekniğine sahip olmak gerekir. Şan tekniğinin ilk kuralı doğru nefes tekniği ile başlar. Doğru nefes alıp vermek için doğru bir duruş gerekir<sup>58</sup>.

Baş, göğüs ve kalça birbiri üzerinde gelerek birleşecek şekilde bel kemiği tarafından desteklenmelidir. Baş dik, göğüs yüksek, kalça hafif önde olmalıdır. Omuzlar rahat ve gevşek olmalı, ayaklar yere sağlam basmalıdır<sup>23,43</sup>. 1800'lerin başında Fransız okulu İtalya'daki opera – komik türünden etkilenmiş, şanda nefesin ne kadar önemli olduğu anlaşılmıştır<sup>23</sup>.

Şan sanatı, nefes alma ve özellikle nefes vermede ustalık kazanarak sesi ve onun yapılarını öğrenerek kullanma sanatıdır. Şarkı söyleme kalitesini artıran en önemli etken nefes vermede kazanılacak ustalıktır. Nefes vermede kazanılacak ustalık şarkı söyleme kalitesini de birebir etkileyecektir<sup>23,43</sup>.

Şan tekniğinde şarkı söylerken doğru nefes almaya en uygun nefes biçimi Diyafram Nefesi'dir. "Solunumun kral kası" denilen diyafram, göğüs boşluğu ile karın boşluğunu birbirinden ayıran kas-kiriş karışımı bir perdedir. Nefes almayı sağlayan başlıca kas olan diyaframın iki işlevi vardır: Kubbelerini indirir, alt kaburgalarını açar ve genişletir. Nefes alma sırasında en az 5 cm, en fazla 8 cm aşağı inen diyafram nefes verme sırasında da aynı ölçüde yukarı çıkmaktadır<sup>23</sup>.

Şan sanatında düzenli bir ses şiddetine ihtiyaç vardır ki bu sesin şiddeti, ses tellerinin altındaki akciğerlerden gelen hava basıncı ile ayarlanmaktadır. Bu hava basıncını sabit tutabilmek için, nefes alma ve vermeye yarayan kasların uyumlu bir şekilde çalışması gerekmektedir. Bu uyum nefes almayı sağlayan kasları uzun süre tutarken, diyaframı yavaş-yavaş gevşetir ve karın kaslarını da yavaş-yavaş kasmaktadır. Şan sanatında amaç çok miktarda havayı hapsedmek değil, nefesi kontrol altında tutmaktır. Bu sayede diyaframın kullanılması ile ses telleri altında sabir bir basınç sağlanarak düzenli bir ses şiddeti elde edilmektedir.

İspanyol Manuel Garcia'nın şan pedagojisine olan katkıları büyüktür. Paris Konservatuvarında İngiliz Kraliyet Akademisinde şan hocalığı yapmış, yetiştirdiği

büyük sanatçıların yanı sıra bilimsel araştırmalar da yaparak Laryngoskop denilen aleti bulmuştur<sup>23</sup>. Şan sanatının doruğu kabul edilen opera sanatı “zorlanmadan ve uzun süre şarkı söyleyebilme tekniğini öğrenmektir” denilebilir. 1589 da başlayan opera sanatı, günümüze kadar çeşitli evrimler geçirerek beraberinde opera şarkıcılığı ve şan eğitimi gereksinimini ortaya çıkarmıştır<sup>43</sup>.

**5. Supraglottik Aktivite:**Supraglottik aktivite terimi, gerçek plica vocalislerin hemen üzerindeki yapıların hareketi olarak tanımlanmaktadır<sup>45</sup>. Supraglottik aktivite varlığı, transnasal yada transoral yaklaşımlar ile gerçek plica vocalislerin tamamının yada bir bölümünün görünümünün geçici obstruksiyonu ile tipik olarak ilişkilendirilmektedir. Supraglottik aktivite ses üretimi sırasında 2 tipe ayrılmaktadır. Anteriordan posteriora supraglottik aktivite; aritenoid kıkırdakların epiglottisin petiolüne yaklaşmasıyla oluşmaktadır (A-P kompresyon). Medial supraglottik aktivite ise; vestibuler kordların adduksiyonu ile karakterize görünüm kazanmaktadır. Bu 2 tip supraglottik aktivite bir kişide birinin varlığı yada ikisinin kombinasyonu şeklinde gözlenebilmektedir<sup>45</sup>.

Stager, Bielamowicz, Gupta, Regnell ve Barkmeier A-P kompresyonu en iyi statik komponent olarak; FVF kompresyonu ise hem statik hem de dinamik komponent olarak tanımlamıştır. Statik komponenti, bağlı konuşma sırasında supraglottik yapıların aldığı bir pozisyon yada şekil olarak tarif etmişlerdir<sup>45</sup>. Stager ve ark.<sup>45</sup> supraglottik yapıların konuşmanın başlangıcında bir pozisyon aldığını, konuşma boyunca pozisyonu sürdürdüğünü ve konuşma bittiğinde eski pozisyonuna geri döndüğünü bildirmişlerdir. Dinamik komponentin ise FVF’ nin (yalancı vestibüler fold) hızlı adduksiyon hareketiyle oluşarak, bağlı konuşma sırasında birkaç kez gerçekleşmesi ile statik komponentten farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir<sup>46</sup>.

Her birey ve her konuşma bazı tiplerde supraglottik aktivite gösterir. Supraglottik aktivitedeki farklılıklar bireysel olarak ve verilen konuşma seslerine göre değişiklik göstermektedir. Statik supraglottik aktivite; konuşmacıya bağlı olarak, dinamik supraglottik aktivite ise sözel içeriklere bağlı olarak farklılaşmaktadır<sup>45</sup>.

Supraglottik aktivitenin; gerçek plica vocalisler tamamen kapanamadığında kompensatuvar bir davranış olarak yada aşırı kas gerilimli vokal kullanımına karşılık bir davranış olarak oluştuğu kabul edilmiştir<sup>46</sup>. Fleksible fiberoptik inceleme yöntemi kullanılarak normal larinkslerde supraglottik yapıların fonksiyon ve yapılarını

değerlendirmek amacıyla çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda hiçbir vokal eğitimi olmayan kadın ve erkek konuşmacılarda hareketin ve yapının değişkenliğini bildirmişlerdir<sup>46</sup>. Casper ve ark. FVF’ de hareket farklılıkları bildirmişlerdir, fakat A-P boyutta bildirmemişlerdir. Pemberton ve ark. deneklerin %24 ünde A-P laringeal boyutta darlık ve %16 sında hafif FVF kompresyonu bildirmişlerdir<sup>44</sup>.

Stager ve ark<sup>45</sup>. supraglottik yapıların incelemek için görüntüleri, derin nefes alma ve içe çekme sırasında gerçek plica vocalisler abduksiyondayken almışlardır. Her iki görev için en geniş abduksiyon ve gerçek plica vocalislerin aritenoidler ve petiol arası görüntüden en uzak mesafe (supraglottik aktivite olmadığı an) ölçülmüştür. “i” ve “mi” vokalizasyonu sırasında da adduksiyon görüntüsü seçilmiştir. Plica vocalisler adduksiyonda iken maksimum supraglottik kompresyonun gerçekleştiği pozisyonda 2 görüntü seçilmiştir. İlk görüntüde; ilk sesli vokalizasyonu verirken, diğer görüntüde ise son tekrarlanan hece verilirken seçilmiştir. Minimum ve maksimum kompresyon arasındaki pozisyon farkı dinamik supraglottik aktiviteyi göstermektedir. Glottal stoplar sırasında dinamik supraglottik aktiviteyi, yalancı ventriküler kordun medial kompresyonundan ayırt etmek için “we eat eels every day” cümlesi söylenmiştir. Glottal stoplar “we ve eat” ile “eat ve eels” arasında oluşmaktadır. A-P kompresyonu en iyi A-P mesafe uzunluğunun gösterdiği düşünülmüştür. A-P uzunluk, plica vocalis uzunluğu ve alanı gerçek ölçümler olarak gösterilmiştir<sup>45</sup>.

**A. Anterior-Posterior Kompresyon:**Anterior- posterior supraglottik aktivite; temelde arytenoid kıkırdaklar birbirine yaklaştığında yada epiglottis petiolünün plica vocalisin üzerini kısmen yada tamamen kapadığında oluşur. Lateralden mediale supraglottik aktivite ise vestibuler kordlar adduksiyonda kısmen yada tamamen plica vocalisleri kapadığında gerçekleşir (FVF kompresyon)<sup>45</sup>. Behrman ve ark<sup>47</sup>. disfonik gruplarla normal bireyler arasında yapılan karşılaştırmalı çalışmalarında anterior-posterior kompresyon derecesini anlamlı biçimde yüksek bulmuşlardır.

**B. Medial Kompresyon:**Medial kompresyon ise addüktör kaslar olan lateral cricoarytenoid ve interarytenoid kaslarla elde edilmektedir. Arytenoidler eğimli cricoid sınırının üzerine yerleştiği için cricoarytenoidlerin addüksiyonu kordları aşağı ve içe doğru döndürmektedir. Behrman ve ark.<sup>47</sup> çok fazla medial kompresyon varlığında kordların titreşiminin olanaksız hale geleceğini ve az bir addüksiyonla glottik direnç ve glottik siklusun kapalı fazında subglottik basıncı arttırarak fundamental frekansı

arttıracğını bildirmişlerdir. Medial kompresyonun fizyolojisi tam olarak anlaşılmasına rağmen anterior posterior eksen boyunca epilaringeal alanda plica vocalisin hareketsizliğini arttırmak için oluştuğu düşünülmektedir.

**6. Subglottal Basınç ve Hava Akımı:**Aerodinamik parametreler; ses üretimi sırasında oral hava akımı ve subglottal basıncın fonatuar performanstaki fonksiyonunu değerlendirmektedir<sup>48</sup>.

Basınç ve akım; fonasyon fizyolojisinde önemli parametrelerdir; ses üretiminin myoelastik-aerodinamik teorisine göre plica vocalis seviyesinde basıncın düşmesi ile glottisten geçen hava akımı glottal vibrasyonların oluşması için gerekli bir durumdur. Ayrıca subglottal hava basıncı ve transglottal hava akımı normal ve patolojik koşullar altında bir ses jeneratörü olan glottisin etkinliğini gösterir çalışmalarında kullanılmaktadır. Linguistik açıdan, çeşitli dil fonksiyonlarının nasıl oluştuğu, konuşmanın ifadesi ve nasıl kontrol edildiği, tonlamanın nerede gerçekleştiğine dair subglottal basıncın ve laringeal mekanizmaların rolü hakkında tartışmalar devam etmektedir<sup>49</sup>. Plant ve ark<sup>50</sup>. subglottal ve intraoral hava basıncını ölçerek tahmini intraoral hava basıncı eşitliğini belirledikleri çalışmalarında dudakların kapandığı anda intraoral basıncın subglottal basınca neredeyse aynı olduklarını tespit etmişlerdir.

Aerodinamik ölçümler Rothenberg'in yüzü çepeçevre saran dairesel pnömotakograf maskesi ile ölçülmektedir. İlk olarak 1973' Rothenberg tarafından direk ölçüm metodu yerine kullanılması için geliştirilen bu yöntemle "p" patlamalı ünsüz söylenmeden önce intraoral basınç hızla subglottal basınç düzeyine ulaşarak subglottal basınca eşitlenmektedir<sup>51</sup>. Subglottal basınç plica vocalisler adduksiyonda iken cmH<sub>2</sub>Ocinsinden ölçülen basınç miktarıdır. Subglottal basıncın direk ölçüm yöntemi subglottal yapılardan geçirilen trakeal iğne gibi invaziv yöntemlerle ölçülmektedir. İndirek klinik ölçümlerinde ise "p" gibi sessiz patlamalı ünsüzlerin söylenmesi sırasında tahmini intraoral basınç ölçümü elde edilmektedir. Bu sesin üretilmesinde dudaklar kapalı iken plica vocalisler abduksiyona geçmekte ve bu şekilde oral kavite hava ile dolmaktadır. Oral kavitedeki basınç plica vocalisler adduksiyona geçtiğinde subglottal basınca eşit olmaktadır. Subglottal ölçümlerdeki anormallikler, göğüs duvarındaki nöromüsküler anormallikler ve pulmoner hastalık vokal yollardaki bir direncin göstergesi olabileceği ve yetişkin popülasyondaki aerodinamik değerlendirmelerde hava akımı ve hava basıncı ölçümlerindeki farklılıkların şiddeti etkilediği bildirilmiştir<sup>52</sup>.

Ses üretiminin hem supraglottal hem de subglottal yapıların akustik özellikleri ve hava yolu yapılarından etkilendiği çok iyi bilinmektedir.

Hava akımı ölçümlerinde plica vocalis vibrasyonlarının ossilasyonlarını ortadan kaldırmak için 2,56 saniye hızında incelemeler uygun görülmüştür<sup>51</sup>. Hava akımı birimi saniyede cm<sup>3</sup> yada litre/saniye olarak gösterilmektedir.

### 3. MATERYAL METOD

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Devlet Konservatuvarı Sahne Sanatları Opera ve Şan bölümünde eğitim gören, 19 kadın ve 25 erkek, 44 kişilik öğrenci grubu üzerinde Ağustos 2010- Ağustos 2011 tarihleri arasında, Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Balcalı Hastanesi KBB Kliniği Ses Laboratuvarında yapılmıştır.

KBB uzmanı tarafından araştırmaya katılan öğrencilerin ses hastalıkları indeksi ve profesyonel ses hastalıkları form değerlendirmesi ile laringoskopi muayenesi değerlendirilmesi yapıldıktan sonra ses nodülü, sigara içme ve tam kapanamayan vocal kord varlığı nedeniyle 4 öğrenci çalışma dışı bırakılmıştır. Laringofaringeal reflü varlığı patoloji dışı bırakılmıştır. Tüm incelemeler sırasında üst solunum yolu enfeksiyonu bulunan kişiler iyileşme sonrası tekrar incelemeye alınmışlardır. Uzman araştırmacı tarafından uygulanan laringostroboskopi muayenesi 90° ileri görüş özellikli rijid endoskop kamera ile XION EndoStrob-DH ve miroVIDEO DC30 series ile yapılmıştır. 19" TFT LCD ve 1280x1024 pixel çözünürlüklü, 1000:1 kontrast özellikli PC, 80 Hz-1000 Hz voice frequency, 0,5 Hz- 2 Hz slow motion phase ve 90x312x312 (hxwxd) mm boyut ve derinlik stroboskop özellikli videolaringostroboskop ve bilgisayar donanımı kullanılmıştır..

Kişilere uygulamanın nasıl yapılacağı anlatıldıktan sonra isteyen kişilere % 10' luk sprey formulu lokal anestetik olarak lidokain uygulaması yapılmıştır. Tolere edebilenlere istekleri doğrultusunda uygulanmamıştır. Oral geçişli rijid endoskop epiglot ucu görülene kadar ilerletildikten sonra kişilere söyleyebilecekleri uygun perdede 'i' sesi vermeleri istenmiştir. Plica vocalisleri ve ventriculer kordlar tam olarak görüntülene kadar işlem sürdürülmüştür. Görüntü tam elde edildiğinde birkaç saniye boyunca söylenilen vokalin verilmesi istenmiştir. Görüntü çerçevesi olarak en iyi kapanma gösteren glottal siklus seçilmiştir. Daha sonra kişilere özel görüntüler kaydedilmiştir. Tüm bu uygulamalar KBB Kliniği Öğretim Üyesi Prof. Dr. Ülkü Tuncer tarafından gerçekleştirilmiştir.

Popolo ve ark<sup>59</sup>. glottal siklus sırasında alınan ölçümlerde kantitatif yöntem olan videostroboskopi ile laringeal görünümlemede plica vocalis genişlik ve uzunluk

ölçümlerinin güvenilirliğini test etmek amacıyla Videokymography yöntemiyle karşılaştırmalı görüntü elde ederek ölçüm yöntemin doğruluğunu ve güvenilirliğini test etmiştir. 2 noktalı lazer ekipmana sahip videokymography ile tekrarlanan dinamik görüntüler elde etmişlerdir. Simule edilmiş sentetik insan plica vocalisi üzerinde boyut, açı ve mesafe uzaklığı gerçek boyutla -hata yüzdesi dahilinde- eşlenerek, ölçümleri her iki yöntemle model üzerinde uygulamışlardır. Endoskop açısı glottal düzeye 3 cm derinlikte hesaplanmıştır. Simule plica vocalis uzunluğu gerçek boyutta 17 mm olarak ölçülmüştür. Plica vocalis ölçümlerinde medial uzunluk midmembranöz noktadan elde edilmiştir. Elde edilen video görüntüler MPEG olarak Adobe Systems Incorporated Adobe Premier Pro ile pixel ölçümleri elde edilmiş daha sonrada milimetre olarak dönüştürülmüştür<sup>59</sup>. Glottis seviyesinde, laringostroboskopi aracılığıyla plica vocalis ve ventricularisten fotoğraf yolu ile ölçüm yapmak dil kökü ile glottis arası mesafenin kişiden kişiye değişiklik göstermesi ve laringostroboskopinin boyut özelliklerinden dolayı güçtür. Bugüne kadar ölçümler direkt olarak kadavradan ya da X-ray yöntemleriyle elde edilmiştir. Su M. C. ve ark. fotografik ölçüm yöntemi için mikrolaringoskopi kullanarak elde ettikleri fotoğraf yoluyla, kişilere nöroleptik anestezi uygulanarak direk laringoskopi yöntemi uygulamışlardır. 400 mm. lens derinliği sabitlenerek plica vocalisten ölçüm alınmıştır<sup>60</sup>.

Videolaringostroboskobik görüntüler ölçümler için MPEG formatında kaydedilmiştir. Ölçümlerde, Popolo ve ark<sup>59</sup>. Su M C. ve ark.<sup>60</sup> yöntemine benzer olarak 3 cm derinlik ve 3 kat makrobüyütme ile elde edilen görüntüler aynı boyutta ve derinlikte standardize edilmiştir. Böylece supraglottal yapıların en iyi gözlenebildiği görüntü alınarak anterior-posterior ve medial kompresyon derecesi ölçümü yapılmıştır. Anterior-posterior ölçümleri plica vocalisler addüksiyonda iken epiglottisin petiolünden arytenoid kıkırdaklara uzanan plica vocalisin midmembranöz bölümü Adobe System üzerinde pixel olarak ölçülmüştür. Medial kompresyon ölçümü ise plica vocalisler yine addüksiyonda iken plica vocalisin ventriküler kordun en medial kısmından başlanılan ölçü plica vocalisin karşı taraf sonlanma noktasına kadar olan mesafenin pixel olarak ölçülmesi ile elde edilmiştir. Elde edilen pixel verileri daha sonra pixel-cm dönüştürücü kullanılarak sonuçlar cm cinsinden kaydedilmiştir. Popolo ve ark. dan farklı olarak ölçümler; çalışma için elde edilen diğer sayısal verilerle eşlik ve standart oluşturması açısından cm cinsinden belirlenmiştir.

Bu incelemeler sonrasında ses patolojisi bulunmayan 40 öğrenciye diğer testler uygulanmıştır. Glottal Enterprises'den temin edilen (<http://www.glottal.com/>) AeroviewPro Phonatory Aerodynamics System seti ile öğrenciler subglottik aktivite değerlendirmesi amacıyla tahmini intraoral hava akımı ve hava basıncı incelemesine alınmışlardır. Bu incelemenin uygulama süreci şu şekilde uygulanmıştır.

**İntraoral Hava Akımı Ölçümü:**Subglottal hava basıncı direkt yöntemle cricothyroid membrandan yada intranasal geçişle plica vocalisler anesthetize edilerek transkütanöz yolla geçirilen bir transduser aracılığı ile ölçülmektedir. Ancak bu yöntem invaziv olarak nitelendirilmektedir ve kişiyi rahatsız etmektedir. Bu durum subglottik hava basıncını ölçmek için noninvaziv yada indirek metodların geliştirilmesine yol açmıştır. Laringeal hava yolu direnci kullanılarak intraoral hava basıncı ölçülerek tahmini subglottik hava basıncı ölçülmektedir. Kişiyi patlamalı konson ile sessiz bir hece söyletilerek ölçüm yapılmaktadır. Hava akımını ölçmek için kişinin yüzüne bir maske tamamen yerleştirilmektedir. İntraoral hava basıncı yüz maskesinin içinden kişinin ağzına yerleştirilen küçük bir katater geçirilerek ölçülmektedir. Patlamalı ünsüzün başlangıcı sırasında dudaklar kapanır ve glottis açılır böylece intraoral hava basıncının subglottik hava basıncına eşit olduğu bildirilmektedir. Laringeal hava yolu direnci dudaklar açıldığında pik yapan intraoral hava basıncının sesli segment kısmındaki hava akımına bölünmesi ile elde edilmektedir. Birçok durumda hesaplama sesli segmentin orta noktasında yapılmaktadır. Çünkü hava akımı ve hava basıncı subglottik hava basıncının sabit olduğu varsayılan iki farklı zaman noktasında ölçülmektedir ki bu durum indirek yöntemin geçerliliği için esastır<sup>51</sup>.

Oral hava akımı 1 dB içinde 4000 Hz'e yanıt veren düz frekanslı bir yüksek zaman çözünürlüklü MS-110 bilgisayar arayüzü ile bağlantılı olan PT-2E basınç transduseri ile ölçülmüştür. Dual-chamber oranazal maskenin tüm çevresi dairesel tel süzgeçlerle kaplı havalandırma deliklerinden oluşmaktadır.





**Resim 1: Glottal Enterprises aerodinamik phonatory system MS-110-PT-2E-Dual-Chamber Adult Mask.**

**Rothenberg Maskesi:** Vokal fonksiyonu değerlendirmek için ortalama hava akımını dudaklardan ölçmek için kullanılmaktadır. Bu yolla tahmini olarak glottisin kapanma yeterliliğini vermektedir. Pnömotakograf maskesi sıklıkla fonasyon sırasındaki sesli vokalizasyonu ile ortalama hava akımını ölçmek için kullanılmaktadır. 1973'te Rothenberg tarafından dizayn edilmiş olan maskenin çevresi, yüze tamamen yerleştirildiğinde hava sızdırmayacak şekilde düzenlenmiştir. Bu maskede ağız kapatan kısma yakın yerleştirilmiş birçok tellerle kaplı delikler bulunmaktadır. Bu telli delikler akustik direnci üretmek için çift katla kaplanmıştır. Geniş bir frekans ayıraçlı basınç transduseri ile bir mikrofon olarak kullanılmaktadır<sup>53</sup>.

CV (circumferentially vented) maske, araştırmacı tarafından tutulan tutacak ile kişinin yüzüne mümkün olduğu kadar en sıkı şekilde yerleştirilmiştir. Yüz ve maske arasında ses üretimine engel olmayacak şekilde sıkı bir kapanmanın sağlanmasına dikkat edilmiştir. Kayıt sırasında vokal traktusun birinci formant ve transduser maskenin resonant etkilerini elimine etmek için doğrusal bir faz filtresi (8 kutuplu Bessel) kullanılarak akım sinyali 1100 Hz'e düşük geçişli filtrelenmiştir. 0 akım seviyesi akım ölçüm sistemindeki hataları (sapmaları) minimize etmek için bir ölçüm

referansı olarak her hece dizesi önce kaydedilmiştir. Maske; bu 0 akım noktasında tüm kayıt süresince sabit bir düzeyde tutulmuştur.

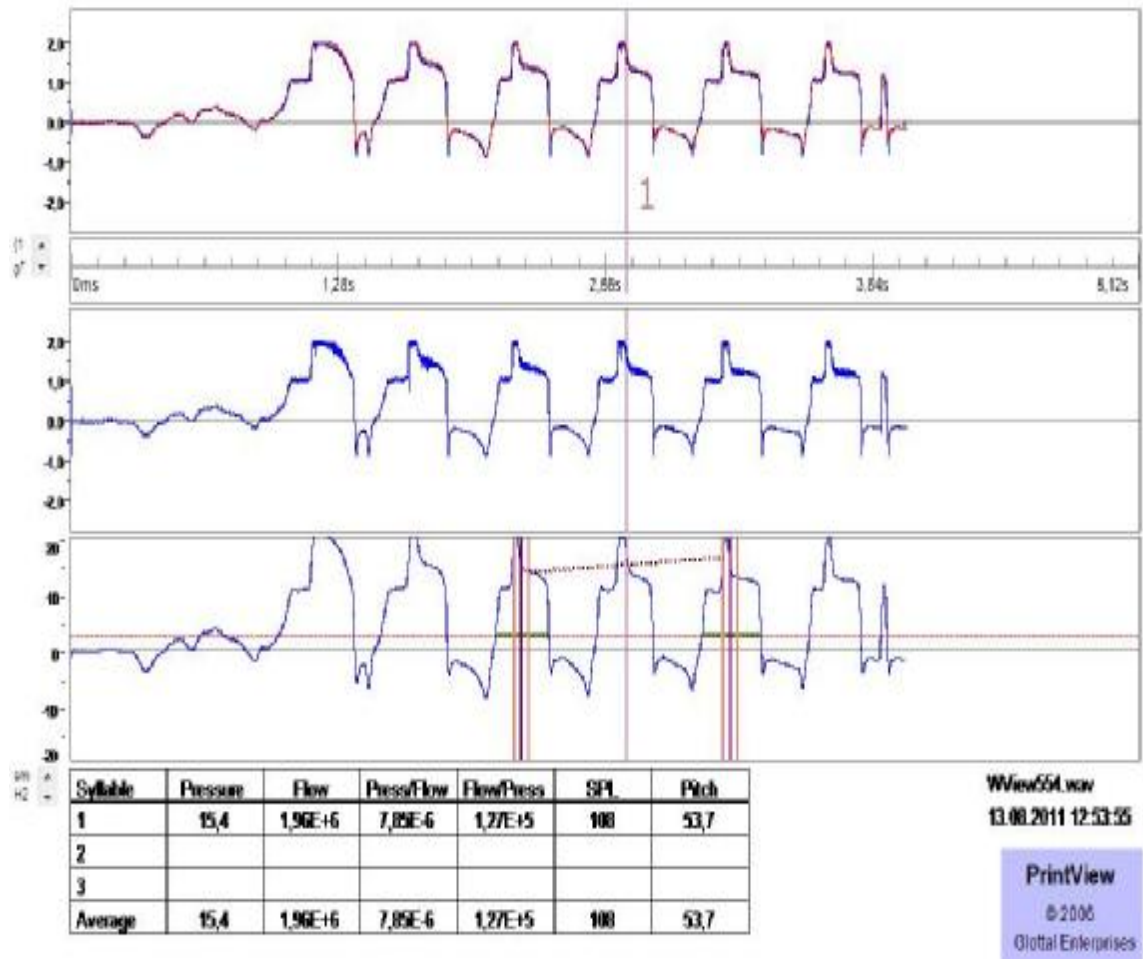
Akım için kalibrasyon sinyalleri ve bireysel yüz maskesi kombinasyonu herbir kişi için ayrı yapılarak kaydedilmiştir. Hava akımı kalibrasyonunda, akım seviyesini monitörize için bir rotometer ve hava akım kaynağı olarak bir hava tankı kullanılarak oluşturulmuştur. Kalibrasyon için 0-40 -cc flow- l/s basınç aralıklı bir basınç kaynağı şırınga ile monitorizasyondan elde edilen grafikler izlenerek 0 akım düzeyinde kalibre edilmiştir. Yüz maskesi olarak çift akım kaynağı olan oronasal dual-chamber maske kullanılmıştır (glottal enterprises). Airflow LPF 500 Hz, 2,56 sn hızında ve 1 akım seviyesi (flow gain) ve heceleme oranı 2,5-4,0 aralığında ayarlanarak kayıtlar alınmıştır (glottal com. Aerowiev phonatory manuel description and operation).

**İntraoral Hava Basıncı Ölçümü:**İntraoral hava basıncı yüze yerleştirilen maskeden geçirilen ince, kısa bir kateter ile ölçülmüştür. Glottal Enterprises PT-25 ile 25 cmH<sub>2</sub>O basıncında intraoral basınç trasduserli basınç dönüştürücüsü kullanılmıştır. MS-110 arayüz elektronik ünitesine bağlı olarak bilgisayar bağlantısı sağlanmıştır. Kataterin bir ucu kişinin dudaklarından oral kaviteye geçirilerek tahmini olarak dişlerin hemen arkasına yerleştirilmiş ve diğer ucu yaklaşık 30 Hz'e yanıt veren düz frekansla ayırıcı bir basınç transduser ile bağlantı kurularak ölçümler alınmıştır.

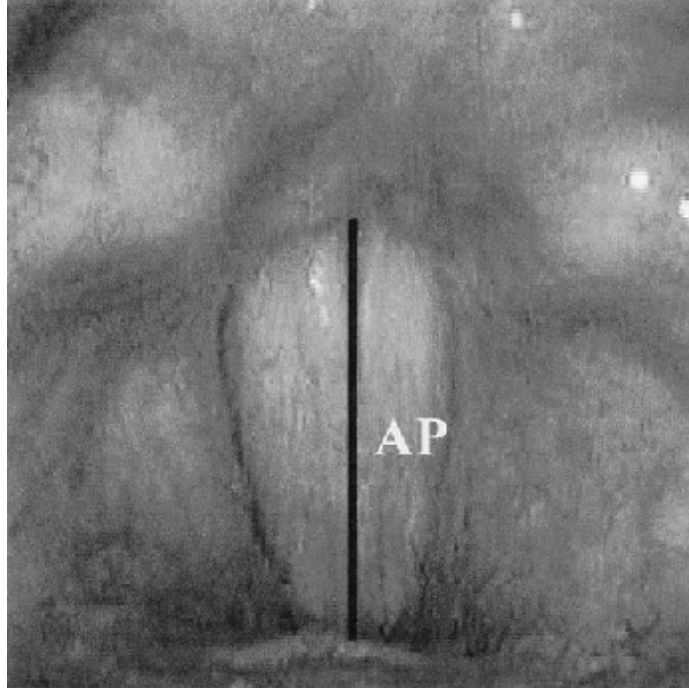
Hava basıncı kalibrasyonu her kayıt bölümü için bir kez yapılmıştır. Bir dizi 0-20 cm H<sub>2</sub>O basınç aralıklı bir basınç kaynağı (şırıngası) ve su manometresi ile moniterize edlierek 6 basınç düzeyi üretilerek kalibre edilmiştir. Her örneklem kaydında 10 cm H<sub>2</sub>O basıncında kalibrasyon sabitlenmiştir. Ancak grafiğin sayısal veriye dönüştürülmesi sırasında 20 cmH<sub>2</sub>O basıncı ve 2,56 saniye (time scale) sabitlenerek ölçümler kaydedilmiştir. Hece dizin tekrarı 2.5-4.0 sn aralığında ayarlanmıştır. Kayıt sırasında ortalama 5 kez hece tekrarı önerilmiştir. Sayısal verileri elde etme her basınç eğrisinin midpoint (orta noktası) referans alınarak bir diğer basınç eğrisinin orta noktasına kadar olan aralık seçimi yapılmıştır. Program bu aralıktan ortalama basınç değerlerini vermiştir.

**Veri Toplama Süreci ve Analizleri:**Veri toplama aşamasında bireylere aldıkları derin nefesin ardından giderek azalan ses yüksekliğinde ardarda ortalama 5 kez patlamalı ses ünsüzü olan “pa” hecesini söylemeleri istenmiştir. Bilgisayardan grafik kayıtları gözlenenerek sürdürülen kayıtlarda en iyi kayıt elde edilene dek en az 3 kez

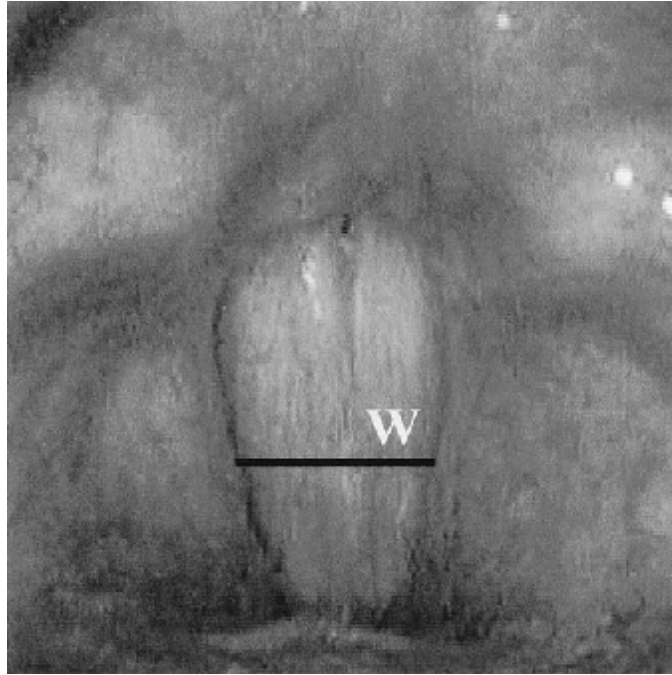
tekrarlanan verileri alınarak kaydedilmiş ve en iyi grafik eğrisi gösteren veri değerlendirmeye alınmıştır. Kayıt edilen oral hava akımı, oral hava basıncı değerleri kendiliğinden sayısal veriler halinde kaydedilmiştir. “.wav” formatında kaydedilen grafikler ardından “jpeg” formatına çevrilmiştir. Bu yolla grafik üzerinde basınç ve akımdaki “pa” sessizine denk gelen dalgalanmalardan en iyi ve en az 3 (önerilen 5 eğri) bölüm seçilerek sayısal veri biçimine dönüştürülmüştür.



Şekil 6: Aeroview fonatory aerodinamik sistem ile elde edilen kayıt grafiği ve sayısal veri elde etme yöntemi (2,44 syllable rate-(heceleme oranı), 3.-5. eğri tepe noktaları arası basınç-akım ölçümü).



**A-Fonasyon sırasında görünen gerçek vocal kordların anterior-posterior boyutunda pixel ölçümü<sup>47</sup>.**



**B- Fonasyon sırasında görünen gerçek vocal kordların genişlik boyutunda pixel ölçümü<sup>47</sup>.**

**Şekil: 7 Behrman ve ark. supraglottisin medial ve A-P kompresyon ölçüm yöntemi.**



**Şekil 8: A-P ve Medial uzaklık ölçüm metodu.**

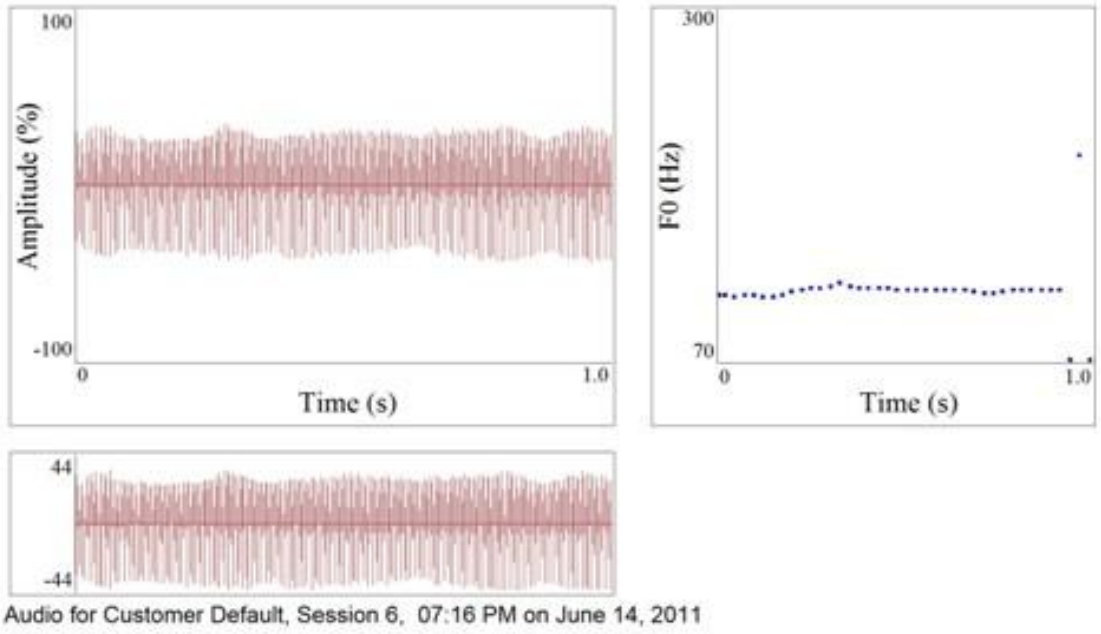
**Akustik Analiz Ses Verisi Ölçüm Yöntemi :**Ses örnekleri her bireyin kendisi için uygun bulunduğu ses perdesinde 3 saniye süreli uzatılmış normal konuşma tonunda ve

yüksek şiddette 3'er örneklem adetinde /a/ fonemi ile 15 sn uzunluğunda Ömer Seyfettin'in "Diyet" pasajı okutularak kaydedilmiştir. Literatür çalışmalarının birçoğunda, sesli ünlülerden /a/ fonemi kullanılmıştır. Bu fonemin seçilmesindeki bir etken; ses kanalının akustik etkileri, yeterli derecede uzun aralıkta oldukça kararlı olduğu için /a/ foneminin transfer fonksiyonu küçük hareketlerden nispeten etkilenmediği bildirilmiştir. Bu özellik analiz yapılan aralıkta fonemin özelliğinin değişiminin gürültü bileşenini arttırması nedeniyle önemli olmaktadır. Buna ek olarak, bu ünlü fonem için glottisdeki bir devirdeki hava akışının tepe değeri kolayca belirlenebilmektedir. Böylece, jitterin gürültüye olan etkisi oldukça azaltılmaktadır<sup>54</sup>.

Ses verileri kişisel bilgisayarda Shure SM58S mikrofon ve GoldWave yazılımı kullanılarak deneyimli bir laringolog tarafından kaydedilmiştir. Ses kayıtları ".wav" formatında Dr Speech Real Analysis programına aktarılarak analiz verileri elde edilmiştir. Karşılaştırma çalışmaları için her ses örneklemeinden ortalama Temel Frekans, Jitter, Shimmer, Harmonik/Gürültü Oranı ve Normalleştirilmiş Gürültü Enerjisi değerleri elde edilmiştir.

Kayıtlar; çevresel gürültünün minimal olduğu anekoik bir odada, bireyler 5 dakika dinlendirildikten sonra M-Audio Fast Tracker USB II ses kartına bağlı Shure SM58S mikrofonla, ağız arasında 5 cm uzaklık kalacak şekilde ayarlanarak kayıtlar alınmıştır.

Kişilerden veri toplama öncesinde bilgilendirilmiş onam formu okutularak rızaları imza karşılığı alındıktan sonra uygulamalar gerçekleştirilmiştir.



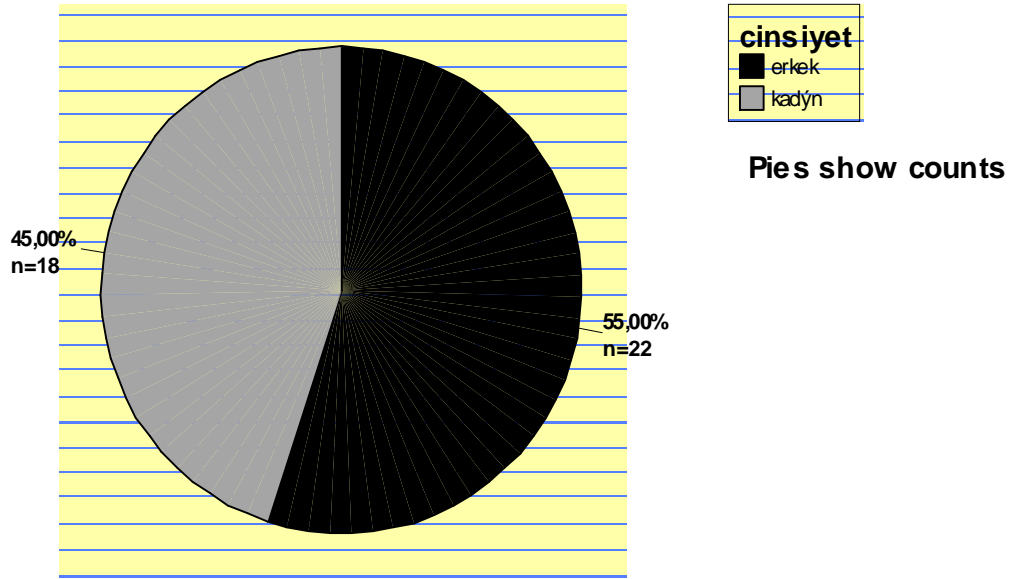
Şekil 9: Akustik analiz kayıt değerlendirme örnek ses spektrogramı

**İstatistiksel Analiz:**Elde edilen subglottal basınç ve hava akımı değerleri, supraglottik bölge değerlendirme ölçütlerinden A-P ve Medial ölçümleri ve aynı örneklem grubunun akustik analiz parametrelerinin (F0, Jitter, Shimmer, HNR, NNE) kendi aralarındaki ilişki korelasyon katsayısı ile ölçülmüştür. Bu parametrelerin ses kategorilerinde ortalamalarında farklı olup olmadıkları parametrik One Way Anova ve alternatif non-parametrik yöntemlerden Kruskal-Walls istatistiksel test metodları kullanılarak karşılaştırılmıştır. Özet bilgiler hem ölçütlerde hem de grafik yöntemlerde (histogram-boxplot) ile verilmiştir. Akustik değerlerin skoru ve supraglottik ve subglottik aktivite faktörleriyle ilişkileri korelasyon analizi ile karşılaştırılmıştır. Grafiklerle ve regresyon eğrisi ile gösterilmiştir. Sonuçlar (ortalama±standart sapma) olarak verilmiştir. Testlerde önemlilik seviyesi % 95 güven aralığı ve  $p < 0,05$  değerleri anlamlılık düzeyinde önemli kabul edilmiştir.  $p < 0.01$  ileri derecede anlamlı ve  $p < 0.001$  çok ileri derecede anlamlı farklılığı göstermektedir.

## 4. BULGULAR

15 Soprano (%37,5), 3 Mezzosoprano (%7,5), 7 Tenor (%17,5), 11 Bariton (%27,5) ve 4 Bas (%10) ses türü özellikli kişiden oluşan 40 Opera ve Şan öğrencisi laringeal muayeneleri ve ses hastalıkları yönünden normal bulunmuşlardır. 44 Opera ve Şan öğrencisi olarak başlanılan incelemede sigara içen, plica vocaliste tam kapanma gerçekleşmeyen ve nodülü bulunan 4 kişi çalışma dışı bırakılmıştır.

Araştırmaya katılan (n=40) kişilik Devlet Konservatuarı Opera ve Şan Bölümü öğrencilerinin (19-32) yaşları arasında olduğu ve yaş ortalamasının  $23.37 \pm 2.66$  olduğu görülmektedir. Katılımcıların (n=18) %45'i kadın ve (n=22) %55'i erkeklerden oluşmaktadır (grafik 1).



Grafik 1: Cinsiyetin örneklem grubuna oransal dağılımı

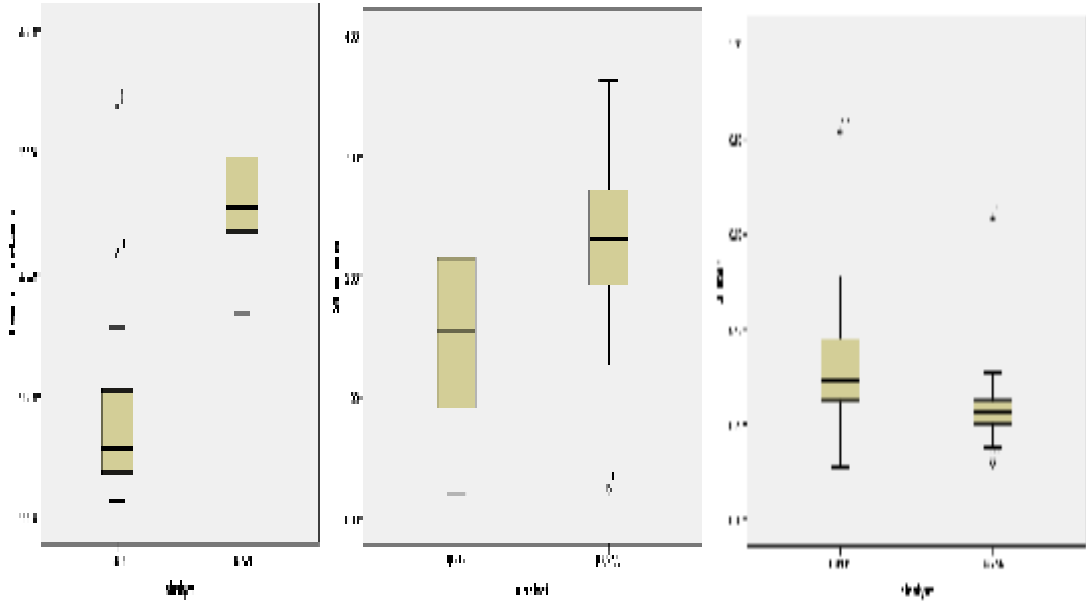


**Tablo 1: Akustik Analiz sonuçlarının cinsiyete göre ortalama değerleri**

<b>Opera ve Şan öğrencilerinin akustik analiz verilerinin ortalama değerleri</b>				
Ortalama±SD				
	Kadın	Erkek	Genel Ortalama	Ölçüm Birimi
Temel Frekans	232,53±23,76	142,38±37,76	182,95±55,46	Hz
Jitter	0,24±0,11	0,33±0,14	0,29±0,13	%
Shimmer	2,28±0,77	1,61±0,88	1,91±0,89	%
HNR	26,71±2,76	26±2,98	26,32±2,87	dB
NNE	-13,74±2,34	-11,97±2,59	-12,77±5,15	dB

Akustik analiz verilerinin ortalama değerleri Temel frekans (F0) 182,95±55,46 Hz, cinsiyet dağılımına göre ortalama değerleri erkeklerde 142,38±37,76 Hz, kadınlarda ortalama değer 232,53±23,76 Hz olarak bulunmuştur. Jitter 0,29±0,13 %, cinsiyet dağılım ortalamaları; erkeklerde 0,33±0,14 %, kadınlarda ise 0,24±0,11 % olarak tespit edilmiştir. Shimmer parametresinin ortalama değeri 1,91±0,89 %, cinsiyet dağılımında ise erkeklerde 1,61±0,88 %, kadınlarda 2,28±0,77 % olarak tespit edilmiştir (tablo 1). Harmonik/Gürültü Oranı (HNR) ortalama değeri 26,32±2,87 dB, cinsiyet dağılım ortalamaları erkeklerde 26±2,98 dB, kadınlarda ortalama değer ise 26,71±2,76 dB olarak bulunmuştur. Normalleştirilmiş Gürültü Enerjisi (NNE) parametresinin ortalama değeri -12,77±5,15 dB, cinsiyet dağılımındaki ortalamaları ise erkeklerde ortalama -11,97±2,59 dB, kadınlarda ortalama değer de -13,74±2,34 dB olarak tespit edilmiştir.

Temel Frekans ve Shimmer değer ortalamasında grafik 2 de görüldüğü üzere kadınlarda erkeklere oranla daha yüksek değer aralıklarında bulunmuştur. Jitter verisi ise erkeklerde kadınlara kıyasla daha yüksek değerler göstermiştir. HNR ve NNE değerlerinde ise cinsiyete göre dağılımda çok anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir.



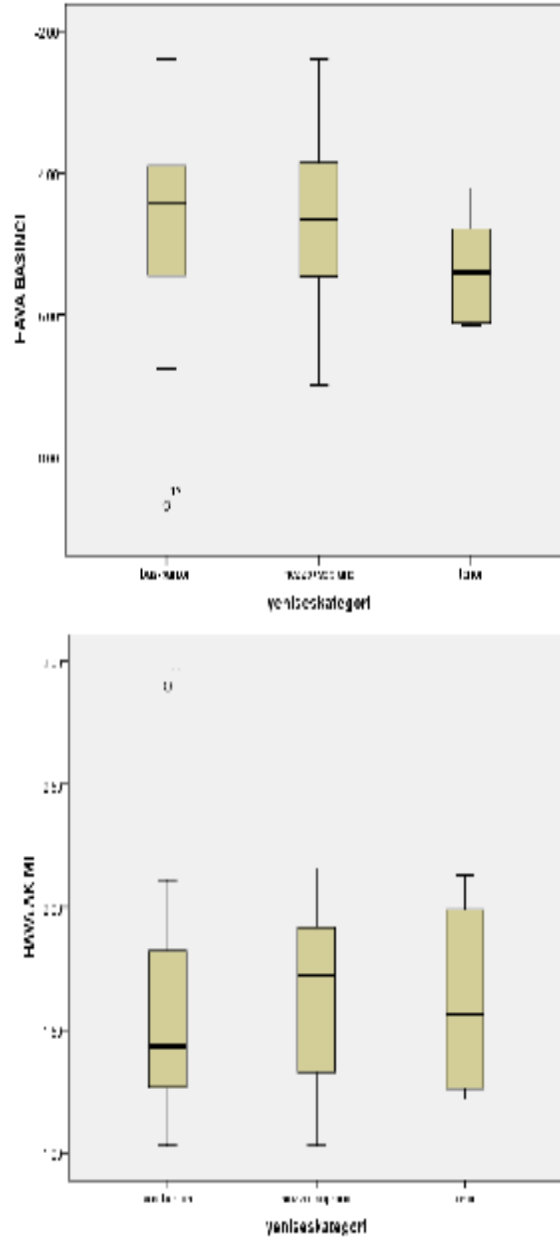
**Grafik 2: Akustik analiz parametrelerinin cinsiyete göre dağılım grafiği**

**Tablo 2: Ses kategorilerine göre cinsiyet dağılımındaki ortalama sayı değerleri**

Ses kategorilerine göre cinsiyet dağılımı			
	Kadın 18(%45)	Erkek 22(%55)	Toplam 40 (%100)
Soprano	15 (%83,3)	Ø (%0)	15 (%37,5)
Mezzosoprano	3 (%16,7)	Ø (%0)	3 (%7,5)
Bariton	Ø (%0)	11 (%50)	11 (%27,5)
Bas	Ø (%0)	4 (%18,2)	4 (%10)
Tenor	Ø (%0)	7 (%31,8)	7 (%17,5)
Toplam	18(%100)	22(%100)	40 (%100)

Ses kategorilerine göre subglottal aktivite ve supraglottal aktivite ile akustik analiz arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak incelenebilmesi için ses kategorileri kendi aralarında yeniden kategorize edilerek değerlendirmeye alınmıştır. Çünkü 5 ayrı sınıfta bulunan ses çeşitleri sayısal olarak gruplandırma yapılarak analiz edilebilme

yeterliliğine sahip değildi. Kategori şu şekilde yapılandırılmıştır. Soprano ve mezzosoprano 1.grup, bas-bariton 2. grup ve tenor 3. grup olarak ele alınmıştır.



**Grafik 3 : Ses kategorilerinin dağılım grafiği**

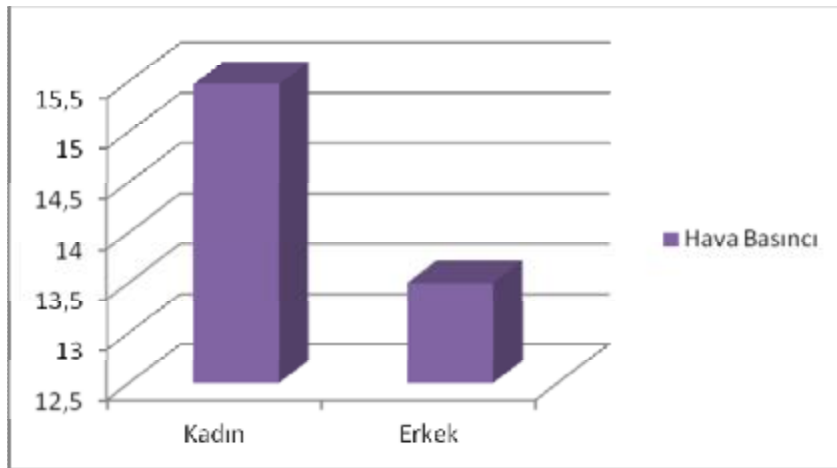
**Tablo 3: Aerodinamik parametrelerin cinsiyete göre ortalama değerleri**

<b>Opera ve Şan öğrencilerinin subglottik aktivite verilerinin cinsiyete göre ortalama değerleri</b>			
	Kadın(n=17)	Erkek(n=23)	P değeri
	Ortalama±s.sapma	Ortalama±s.sapma	
Hava Basıncı	15.47±2.21	13.50±3.07	0.030*
Hava Akımı	1.66±0.32	1.56±0.36	0.394

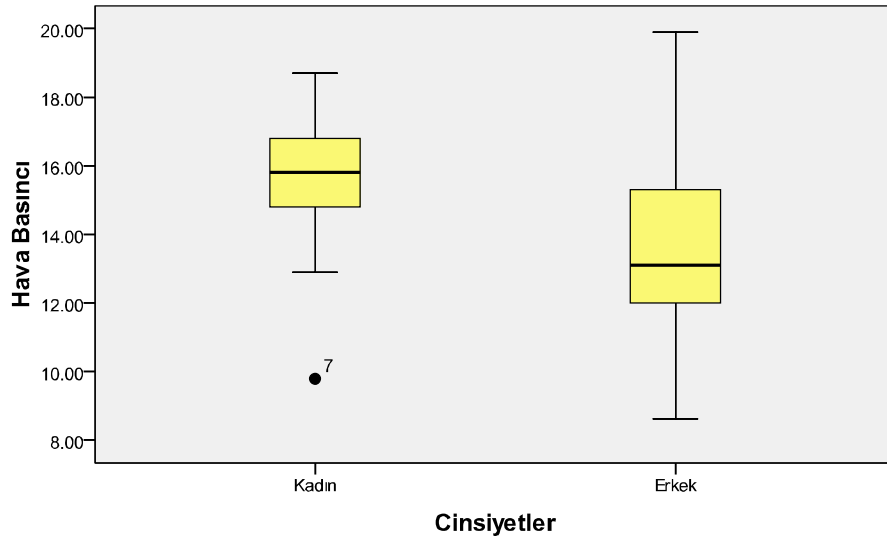
\*p<0,05

Hava basıncı ile cinsiyet arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılık görülmektedir ( $p>0.05$ ). Kadınların ortalama hava basıncı  $15.47\pm 2.21$  bulunurken, erkeklerin ortalama hava basıncı  $13.50\pm 3.07$  olarak bulunmuştur. Kadınların hava basıncı ortalaması erkeklerden yüksek bulunmuştur.

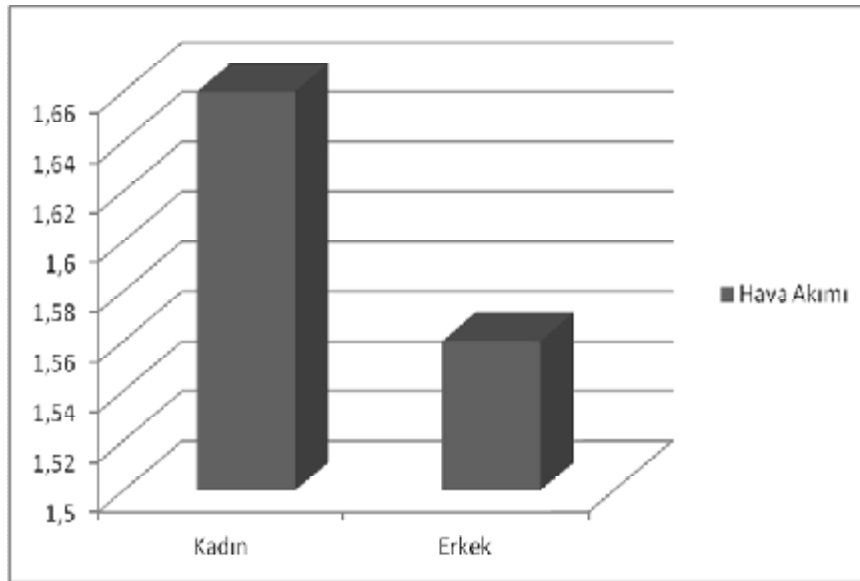
Kadın ve erkeklerin hava akımı ortalamasında farklılık görülmemektedir ( $p>0.05$ ). Kadınların hava akımı ortalama değeri  $1.66\pm 0.32$  olarak bulunmuştur. Erkeklerin ortalama hava akımı  $1.56\pm 0.36$  bulunmuştur.



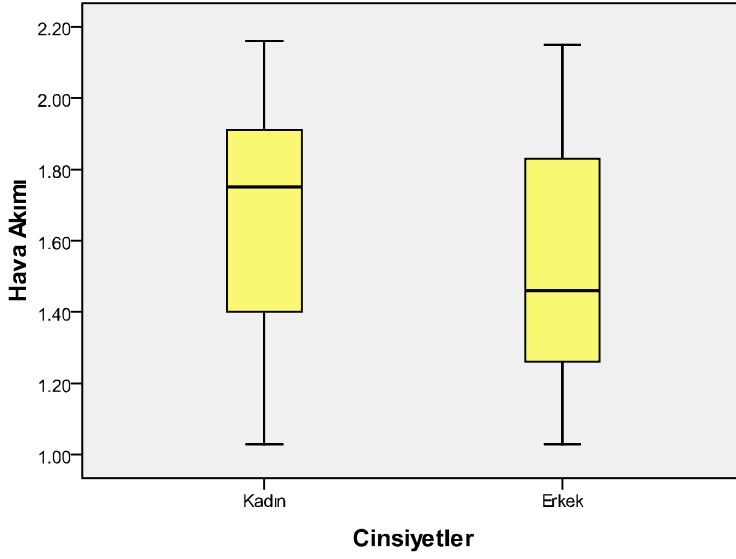
**Grafik 4: Hava Basıncının Cinsiyete Göre Dağılımı**



**Grafik 5: Hava Basıncının Cinsiyete Göre Dağılımı**



**Grafik 6: Hava Akımının Cinsiyete Göre Dağılımı**



**Grafik 7: Hava Akımının Cinsiyete Göre Dağılımı**

**Tablo 4: Hava Basıncı ile Akustik Analiz Sonuçları Arasındaki İlişki**

Opera ve Şan öğrencilerinin subglottik aktivite verilerinden hava basıncının akustik analiz verileri arasındaki ilişki		
	Hava Basıncı	P değeri
	r değeri	
FO	0.325	0.040*
JITTER	0.006	0.973

\*p<0,05

Hava basıncı ile Temel Frekans değeri arasında istatistiksel olarak pozitif bir ilişki bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Hava basıncı arttıkça FO değeri de artış göstermektedir. Hava basıncı azaldıkça Temel Frekans değeri de azalmaktadır. Hava basıncı ile Jitter, Shimmer, NHR, NNE ve SPL değerleri arasında istatistiksel bir ilişki bulunamamıştır ( $p<0.05$ ).

**Tablo 5: Hava Akımı ile Akustik Analiz (FO, JİTTER, SHİMMER, HNR, NNE ve SPL) Arasındaki İlişki**

<b>Opera ve Şan öğrencilerinin subglottik aktivite verilerinden hava akımı ile akustik analiz verileri arasındaki ilişki</b>		
	Hava Akımı	P değeri
	r değeri	
TEMEL FREKANS	0.276	0.085
JİTTER	0.112	0.491
SHİMMER	0.022	0.892
HNR	-0.212	0.188
NNE	0.108	0.505
SPL	0.304	0.056

Hava akımı ile Temel Frekans, Jitter, Shimmer, NHR, NNE ve SPL değerleri arasında istatistiksel bir ilişki bulunamamıştır ( $p < 0.05$ ).

**Tablo 6: Hava Akımı ve Hava Basıncı Arasındaki İlişki**

<b>Opera ve Şan öğrencilerinin subglottik aktivite verilerinin kendi aralarındaki korelasyon</b>		
	Hava Basıncı	P değeri
	r değeri	
Hava Akımı	0.626	0.001*

\* $p \leq 0,001$

Hava akımı ile hava basıncı arasında istatistiksel olarak % 62 oranında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Hava akımı arttıkça hava basıncı da artmaktadır. Hava akımı azaldıkça hava basıncı da azalmaktadır.

**Tablo 7: Hava Basıncı ve Hava Akımı ile Ses Kategorileri Arasındaki İlişki**

<b>Opera ve Şan öğrencilerinin subglottik aktivite verilerinden hava basıncı ve hava akımının ses kategorilerine göre ortalama değerleri</b>				
	Bas-Bariton	SopranoMezzosoprano	Tenor	P
	Ortalama±s.sapma	Ortalama±s.sapma	Ortalama±s.sapma	değeri
Hava Basıncı	12.84±3.45	15.46±2.30	14.10±1.46	0.028*
Hava Akımı	1.45±0.35	1.67±0.30	1.71±0.41	0.149

\*p<0,005

Hava basıncı ile ses katogorileri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılık görülmektedir ( $p<0.05$ ). Bu farklılık Bas-bariton ile Soprano-mezzosoprano arasında görülmüştür. Bas-bariton ortalama değeri (12.84±3.45), Soprano-mezzo soprano ortalama değerinden (15.46±2.30) yüksek bulunmuştur. Soprano-mezzosoprano ortalama değeri diğerlerinin ortalama değerinden farklı bulunmamıştır.

Hava akımı ile ses katogorileri arasında istatistiksel olarak bir farklılık görülmemiştir ( $p>0.05$ ). Bas-bariton ortalama hava akımı 1.45±0.35 olarak bulunmuştur. Soprano-mezzosoprano ortalama hava akımı 1.67±0.30 'dir. Tenor ortalama hava akımı 1.71±0.41'dir (tablo 7).



**Tablo 8: Hava Akımı ile A-P Uzaklık ve Medial Uzaklık Arasındaki İlişki**

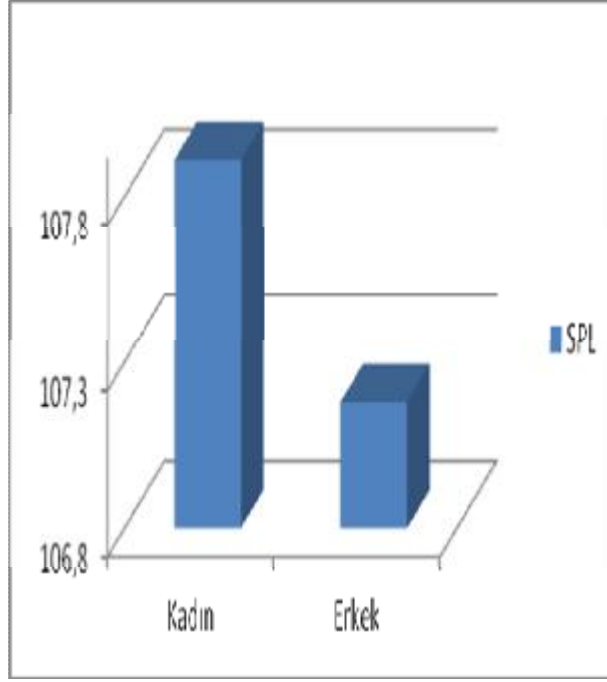
<b>Opera ve Şan öğrencilerinin subglottik aktivite verilerinden hava akımının supraglottik aktivite verileriyle arasındaki ilişki</b>		
	Hava Akımı	P değeri
	r değeri	
A-P Uzaklık	0.025	0.224
Medial Uzaklık	0.880	0.164

Hava akımı ile A-P uzaklık ve Medial uzaklık arasında bir ilişki bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

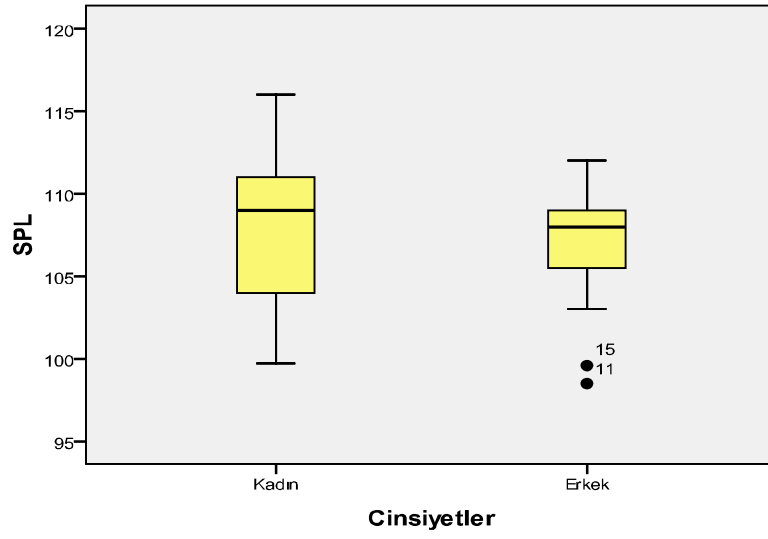
**Tablo 9: Hava Basıncı ile A-P Uzaklık ve Medial Uzaklık Arasındaki İlişki**

<b>Opera ve Şan öğrencilerinin subglottik aktivite verilerinden hava basıncı ile supraglottik aktivite verileri arasındaki ilişki</b>		
	Hava Basıncı	P değeri
	r değeri	
A-P Uzaklık	-0.068	0.679
Medial Uzaklık	-0.068	0.676

Hava basıncı ile A-P uzaklık ve Medial uzaklık arasında bir ilişki bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).



**Grafik 8: SPL'nin Cinsiyete Göre Dağılımı**



**Grafik 9: Sound Pressure Level (SPL)/ Ses Basıncı Düzeyi Dağılımı**

**Tablo 10: SPL ile Cinsiyet Arasındaki İlişki**

<b>Opera ve Şan öğrencilerinin subglottik aktivite verilerinden Ses Basınç Düzeyinin cinsiyete göre ortalama değerleri</b>			
	Kadın(n=17)	Erkek(n=23)	P değeri
	Ortalama±s.sapma	Ortalama±s.sapma	
SPL	107.91±4.94	107.18±3.58	0.592*

Kadın ve erkeklerin ortalama SPL değerleri arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

**Tablo 11: SPL ile Ses Kategorileri Arasındaki İlişki**

<b>Opera ve Şan öğrencilerinin subglottik aktivite verilerinden Ses Basınç Düzeyinin ses kategorilerine göre ortalama değerleri</b>				
	Bas-Bariton	Soprano-Mezzosoprano	Tenor	P değeri
	Ortalama±s.sapma	Ortalama±s.sapma	Ortalama±s.sapma	
SPL	106.44±4.33	107.92±4.56	108.5±1.51	0.494*

SPL değeri ile ses kategorileri arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

**Tablo 12: SPL ile A-P Uzaklık ve Medial Uzaklık Arasındaki İlişki**

<b>Opera ve Şan öğrencilerinin subglottik aktivite verilerinden Ses Basınç Düzeyi ile supraglottik aktivite verileri arasındaki ilişki</b>		
	Ses Basınç Düzeyi	P değeri
	r değeri	
A-P Uzaklık	-0.176	0.278
Medial Uzaklık	0.088	0.588

Ses basınç düzeyi ile A-P uzaklık ve Medial uzaklık arasında istatistiksel olarak bir ilişki bulunmamıştır ( $p < 0.05$ ).

**Tablo 13: Supraglottik aktivite ortalama değerleri**

<b>Opera ve Şan öğrencilerinin supraglottik aktivite verilerinin Ortalama değerleri</b>			
	Kadın	Erkek	Genel Ortalama±SD
A-P uz.	6,06±0,47	7,37±0,10	6,78±0,81
Medial uz.	2,77±0,48	3,52±0,58	3,19±0,65

Supraglottik aktivite parametrelerinden Anterior-Posterior uzunluk ortalaması  $6,78 \pm 0,81$  cm, Medial uzunluk ortalaması  $3,19 \pm 0,65$  cm olarak bulunmuştur. Cinsiyete göre dağılımları incelendiğinde erkeklerde Anterior-Posterior uzunluk ortalaması  $7,37 \pm 0,10$  cm, kadınlarda ortalama uzunluk değerleri  $6,06 \pm 0,47$  cm olarak tespit edilmiştir.

**Tablo 14: A-P Uzunluk ile Cinsiyet Arasındaki İlişki**

<b>Opera ve Şan öğrencilerinin supraglottik aktivite verilerinden A-P uzunluğun cinsiyete göre ortalama değerleri</b>			
	Kadın(n=18)	Erkek(n=22)	P değeri
	Ortalama±s.sapma	Ortalama±s.sapma	
A-P Uzunluk	6.06±0.47	7.37±0.10	0.842

Kadın ve erkeklerin A-P uzunluğu ortalama değeri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ( $p>0.05$ ).

**Tablo 15: A-P Uzunluk ile Ses Kategorisi Arasındaki İlişki**

<b>Opera ve Şan öğrencilerinin supraglottik aktivite verilerinden A-P uzunluğun ses kategorilerine göre ortalama değerleri</b>				
	Bas-Bariton	Soprano-Mezzosoprano	Tenor	P değeri
	Ortalama±s.sapma	Ortalama±s.sapma	Ortalama±s.sapma	
AP Uzunluk	7.54±0.47	6.06±0.47	7±0.28	0.773

A-P uzunluk ile Ses Kategorileri arasında istatistiksel bir ilişki bulunamamıştır ( $p>0.05$ ).

**Tablo 16: A-P Uzunluk ile Akustik Analiz Arasındaki İlişki**

<b>Opera ve Şan öğrencilerinin supraglottik aktivite verilerinden A-P uzunluğun akustik analiz sonuçları ile arasındaki ilişki</b>		
Akustik Parametreler	A-P uzunluk	P değeri
	r değeri	
TEMEL FREKANS	-0,612	0.000*
JİTTER	0.217	0.178
SHİMMER	-0.126	0.438
HNR	-0.060	0.715
NNE	0.149	0.358

A-P uzunluk ile Temel Frekans arasında çok yüksek, negatif yönlü anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür ( $p < 0,01$ ). A-P uzunluğu arttıkça F0 değerleri azalmaktadır. A-P uzunluk ile diğer akustik parametrelerden Jitter, Shimmer, NHR ve NNE değerleri arasında istatistiksel bir ilişki bulunamamıştır ( $p > 0,05$ ).

**Tablo 17: Medial Uzunluk ile Cinsiyet Arasındaki İlişki**

<b>Opera ve Şan öğrencilerinin supraglottik aktivite verilerinden medial uzunluğun cinsiyete göre ortalama değerleri</b>			
	Kadın(n=18)	Erkek(n=22)	P değeri
	Ortalama±s.sapma	Ortalama±s.sapma	
Medial Uzunluk	2,77±0,48	3,52±0,58	0.598

Kadın ve erkeklerin medial uzunluk ortalama değerleri erkeklerde kadınlara oranla daha yüksek değerlerde bulunmuştur ancak sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ( $p>0.05$ ).

**Tablo 18: Medial Uzunluk ile Ses Kategorisi Arasındaki İlişki**

<b>Opera ve Şan öğrencilerinin subraglottik aktivite verilerinin ses kategorilerine göre ortalama değerleri</b>				
	Bas-Bariton	Soprano-Mezzosoprano	Tenor	P değeri
	Ortalama±s.sapma	Ortalama±s.sapma	Ortalama±s.sapma	
Medial Uzunluk	3.57±0.53	2.78±0.48	4.43±0.72	0.036*

\* $p<0,05$

Medial uzunluk ile ses kategorisi arasında istatistiksel bir ilişki bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Tenor ses grubunda Medial uzunluk ortalama değeri ( $4.43±0.72$ ) olarak bulunmuştur. Diğer seslerden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur. Bas-bariton ve soprano mezzosoprano ortalama Medial uzunlukları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır.

**Tablo 19: Medial Uzunluk ile Akustik Analiz Sonuçları Arasındaki İlişki**

<b>Opera ve Şan öğrencilerinin supraglottik aktivite verileri ile akustik analiz sonuçlarıyla karşılaştırılması</b>		
Akustik Parametreler	Medial Uzunluk	P değeri
	r değeri	
TEMEL FREKANS	0.001	0.994
JITTER	-0.135	0.405
SHİMMER	-0.225	0.162
HNR	0.080	0.625
NNE	-0.178	0.271

Medial uzunluk ile Temel Frekans, Jitter, Shimmer, HNR ve NNE değerleri arasında istatistiksel bir ilişki bulunamamıştır ( $p < 0.05$ ).



## 5- TARTIŞMA

Zhang ve ark. normal populasyon içinden rastgele seçilmiş 153 kişi üzerinde Dr. Speech yazılım programı ile yaptıkları akustik analiz çalışmasında Jitter  $0,18 \pm 0,07$  %, shimmer  $1,6 \pm 0,74$  %, HNR  $25,34 \pm 3,12$  dB ve NNE  $-16,95 \pm 3,57$  dB olarak bulmuşlardır. Ortalama Temel Frekans kadınlarda  $279,42 \pm 35,89$ , erkeklerde  $160,81 \pm 24,27$  toplamda ise  $206,35 \pm 70,77$  Hz olarak bulunmuştur. Çalışmamızda ise akustik analiz verilerinden Temel Frekans ortalama değeri  $182,95 \pm 55,46$  Hz, cinsiyet dağılımına göre ortalama değerleri ise erkeklerde  $142,38 \pm 37,76$  Hz, kadınlarda  $232,53 \pm 23,76$  Hz olarak bulunmuştur. Jitter genel ortalama değeri  $0,29 \pm 0,13$  %, cinsiyet dağılım ortalamaları; erkeklerde  $0,33 \pm 0,14$  %, kadınlarda ise  $0,24 \pm 0,11$  % olarak tespit edilmiştir. Shimmer parametresinin ortalama değeri  $1,91 \pm 0,89$  %, cinsiyet dağılımında ise erkeklerde  $1,61 \pm 0,88$  %, kadınlarda  $2,28 \pm 0,77$  % değer olarak tespit edilmiştir. Harmonik/Gürültü Oranı (HNR) ortalama değeri  $26,32 \pm 2,87$  dB, cinsiyet dağılım ortalamaları erkeklerde  $26 \pm 2,98$  dB, kadınlarda ortalama değer ise  $26,71 \pm 2,76$  dB olarak bulunmuştur. Normalleştirilmiş Gürültü Enerjisi (NNE) parametresinin ortalama değeri  $-12,77 \pm 5,15$  dB, cinsiyet dağılımındaki ortalamaları ise erkeklerde ortalama  $-11,97 \pm 2,59$  dB, kadınlarda ortalama değer  $-13,74 \pm 2,34$  dB olarak tespit edilmiştir. Temel Frekans ve Shimmer değer ortalamaları kadınlarda erkeklere oranla daha yüksek değer aralıklarında bulunmuştur. Plica vocalislerin cinsiyet farklılığına bağlı uzunluk ölçümlerinde farklılık göstermesi nedeniyle erkeklerde plica vocalisin daha uzun ve daha gevşek olması erkek sesinin Temel Frekansının daha düşük olmasının nedeni gösterilmiştir<sup>8</sup>.

Jitter verisi ise erkeklerde kadınlara kıyasla daha yüksek değerler göstermiştir. HNR ve NNE değerlerinde ise cinsiyete göre dağılımda çok anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Özdoğanoglu T<sup>55</sup>. konservatuar ve normal populasyon karşılaştırmasında konservatuar öğrencilerinde akustik analiz verileri şu değerlerde elde etmiştir: Temel Frekans  $212,15$ , Jitter  $0,23$ , Shimmer  $0,58$ , HNR  $25,37$  ve NNE değerlerini  $-13,91$  olarak bulmuştur. Konservatuar öğrencilerinde, konuşma ve şarkı seslerinin, akustik analiz ile farklılıklarının ortaya konulduğu bir çalışmada, tüm

parametrelerin normal sınırlar içerisinde bulunduğu, yalnızca HNR ve Shimmer'in konuşma sesinde şarkı sesine oranla belirgin yüksek olduğu bulunmuştur. Bunun nedeninin şarkı sesinin eğitim sırasında kalitesinin artmasının olabileceği ve bu farkın şarkıcı eğitiminin etkinliğini değerlendirmede kullanılabileceği belirtilmiştir<sup>55</sup>.

Smitheran, Hixon, Löfquist ve ark. tahmini subglottal hava basıncı ve oral hava akımı ölçümünü transtrakeal yöntemlerle ölçülerek doğruluğu belgelenmiş şekli ile intraoral yoldan ölçmüşlerdir. Çalışmalarında bizim çalışmamızda kullandığımız Aeroview phonatory aerodinamik sisteme benzer yolla ölçüm yapan EVA sistemini kullanmışlardır. Aynı uygulama şekli ile ağıza yerleştirilen plastik bir transduser kullanılmıştır. Giovanni ve ark<sup>48</sup>. totale yakın larengektomili hastalar ile normal özellikli bireyler üzerinde yaptıkları karşılaştırmalı çalışmalarında tahmini intraoral hava akımını aynı yöntemle ölçerek hasta bireylerde ortalama değer olarak  $447 \pm 1,39 \text{ cm}^3/\text{s}$  (litreye dönüştürüldüğünde 0,447 litre/sn), normal bireylerde ise  $170 \pm 129 \text{ cm}^3/\text{sn}$  (0,17 lt/sn) olarak bulmuşlardır. Hava basıncını ise hastalarda  $23 \pm 10,5 \text{ cmH}_2\text{O}$ , normal bireylerde ise  $6,2 \pm 1,3 \text{ cmH}_2\text{O}$  olarak bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda ise Opera ve Şan öğrencilerinin hava akım değerleri L/s cinsinden ortalama değer olarak  $1.66 \pm 0.32$ , hava basıncı ise  $\text{cmH}_2\text{O}$  cinsinden  $15.47 \pm 2,21$  olarak bulunmuştur. Hava basıncının ses patolojisi bulunan bireylerde yüksek çıkmasına 2 faktör neden olabilir. Birinci neden mukozanın vibrasyonunu başlatmada gerekli hava basıncını elde etmek için glottal kaçağı kompensasyon mekanizmasıdır. İkinci faktör ise rezidual mukozanın kötü vibrasyon kalitesi normal kordun vibrasyonu başlatabilmek için ihtiyacı olan basınçtan çok daha fazlasına ihtiyaç duymasındır.

Birçok çalışmada subglottal hava basıncının segmental eğrisi üzerinde segment sayısı ve ölçülen noktalara özgü kesin bilgiler verilmemiştir. Plant ve ark<sup>50</sup>. segmentin tek bir nokta noktasından, Gauffin ve ark<sup>53</sup>. da aynı yöntemle pik yapmış segmental bölümleri seçmişlerdir. Biz çalışmamızda glottal com. çalışma talimatnamesine uygun olarak ortalama kaydedilmiş 5 segmenti bulunan grafikler üzerinden en az 3 segment alınarak seçilen eğriler üzerinde basıncın pik yaptığı orta noktası başlangıç noktası seçilmiş seçilen son eğri üzerinde de benzer pik orta noktası seçimi yapılarak ölçülmüştür. Ship ve ark. spazmodik disfonili bireylerde ortalama intraoral subglottal basıncı normal konuşma kaydı ile  $12,0-13,5 \text{ cmH}_2\text{O}$  olarak bulmuşlardır. Giovanni ve ark.<sup>48</sup> çalışmalarında tahmini subglottal basınç ve Jitter arasında anlamlı bir ilişki

bulmuşlardır ve hava basıncı ile hava akımının hastalarda normallere oranla daha yüksek bulmuşlardır. Bizim bulgular ile karşılaştırıldığında çalışmamızda hava basıncının akustik parametrelerle karşılaştırılmasında Temel Frekans ve cinsiyet faktörü ile hava basıncı arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılık görülmüştür ( $p>0,05$ ). Kadınların ortalama hava basıncı  $15,47\pm 2,21$  cmH<sub>2</sub>O bulunurken, erkeklerin ortalama hava basıncı  $13,50\pm 3,07$  cmH<sub>2</sub>O olarak bulunmuştur. Kadınların hava basıncı ortalaması erkeklerden yüksek bulunmuştur. Hastalarla normal popülasyon karşılaştırılmalarında önemli oranda basınç, Temel Frekans, Jitter gibi verilerde farklılık çıktığı gözlenmiştir.

Björkner ve ark<sup>56</sup>. bariton şarkıcılar üzerinde yaptıkları subglottal basınç ölçümü ve normalize edilmiş şiddet eşiği çalışmalarında baritonlarda Temel Frekans ve subglottal basınç arasında yüksek korelasyon bildirmişlerdir. Sundberg ve ark<sup>57</sup>. yine erkek bariton şarkıcılar üzerinde subglottal basınç ölçümü inceledikleri çalışmalarında Temel Frekans ve subglottal basınç arasında tipik ilişki tespit etmişlerdir.

Bizim çalışmamızda da hava basıncı ile Temel Frekans değeri arasında istatistiksel olarak pozitif bir ilişki bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Hava basıncı arttıkça Temel Frekans değeri de artış göstermektedir. Hava basıncı azaldıkça Temel Frekans değeri de azalmaktadır. Hava basıncı ile Jitter, Shimmer, NHR, NNE ve SPL değerleri arasında istatistiksel bir ilişki bulunmamıştır ( $p<0,05$ ). Ayrıca hava basıncı ile ses kategorileri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılık görülmüştür ( $p<0,05$ ). Bu farklılık Bas-bariton ile Soprano-mezzosoprano arasında gerçekleşmiştir. Bas-bariton ortalama değeri ( $12,84\pm 3,45$  cmH<sub>2</sub>O), Soprano-mezzo soprano ortalama değerinden ( $15,46\pm 2,30$  cmH<sub>2</sub>O) yüksek bulunmuştur. Soprano-mezzosoprano ortalama değeri diğerlerinin ortalama değerinden farklı bulunmamıştır.

Yiğit ve ark. cinsiyete göre akustik analiz değerlerinde kadınlarda erkeklere oranla F0, F3, F4, açılardan kadınlarda erkeklere oranla daha yüksek değerlerle anlamlı farklılık elde etmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise Temel Frekans ve Shimmer değerlerinin kadınlarda erkeklere oranla daha yüksek değerlerde olduğu gözlenmiştir.

Ventriküler kordun fonksiyonu çok açık belirlenebilmiş değildir<sup>45</sup>. Daha önce yapılan çalışmalarda ventriküler kordun kas lifi içermediği düşünülmüştür ancak Rosen, Malmgren ve Gacek'in yaptıkları çalışmalarda ventriküler kordda da kas aktivitesinin gerçekleştirildiği bildirilmiştir<sup>45</sup>. Supraglottik aktivite Parkinson hastalığı yada

unilateral paralizili hastalar gibi incomplete glottal kapanma gösteren bireylerde görülmektedir. Spazmodik disfonili hastalar gibi bu durumun görülmesine sebep artmış kas gerilimi düşünülmektedir<sup>40</sup>. Bu nedenle çalışmalar bu bilgilerin doğruluğunu kanıtlama yönünde çoğunlukla ses patolojisine sahip hasta bireyler üzerinde çalışılmıştır. Sonuçlar bu verileri doğrulamıştır<sup>46,47</sup>. Ancak profesyonel ses eğitimi almamış normal bireylerde de bu aktivitenin gözlenmesi normal bireylerden oluşan daha büyük örneklem gruplar üzerinde çalışılması önerilerinde bulunmuşlardır<sup>46</sup>. Biz de tüm ses incelemelerinde normal bulunan ve profesyonel eğitim alan Opera ve Şan öğrencileri üzerinde bu incelemeyi amaçladık. Ancak literatür metodlarından farklı olarak kişilere söylenen farklı ses, hece ve cümle üzerinde kompresyon derecesini inceleyen araştırmacıların standardizasyonuna uygun inceleme gerçekleştirilememiştir çünkü Opera ve Şan öğrencileri seslerine zarar gelebileceği endişesi ile tüm incelemelerden kaygı duyarak uzaklaşma eğilimi göstermişlerdir. Bu nedenle çok kısa sürebilecek uygulama tercihlerine yönelmek durumunda kalınmıştır. Laringoskopi incelemesinde sadece “ı” vokalizasyonu kullanılarak ventriküler kordun en iyi adduksiyon ve abduksiyon görüntüsü elde edilerek ölçümler uygulanabilmiştir. Bulgularımızda da literatürü destekler anterior-posterior kompresyon varlığını gösteren istatistiksel analizlerde anlamlı sonuç elde edilememiştir. Ancak vizual olarak laringostroboskopi sırasında tenor ses kategorisine sahip öğrencilerde görülebilir bir kas aktivasyonu tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak ta medial kompresyon verisi ile ses kategorisi arasında bir ilişki bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Tenor ses grubunda Medial uzunluk ortalama değeri ( $4,43\pm 0,72$  cm) olarak bulunmuştur. Diğer ses türlerine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur. Bas-bariton ve soprano mezzosoprano ortalama Medial uzunlukları arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır.

Şarkıcıların seslerinin ses eğitimi almamış normal popülasyonun sesleri ile karşılaştırıldığında, şarkıcılarda maksimum fonasyon frekans aralığının fazla olduğu, vibratonun ve şarkıcı formantının bulunduğu saptanmıştır. Bu farkların yalnızca şarkı söylerken ortaya çıktığı ve normal konuşma paterninde herhangi objektif bir değişikliğin de bulunmadığı bildirilmiştir<sup>55</sup>.

Behrman ve ark<sup>47</sup>. Anterior-Posterior ve Medial kompresyonu incelemek için non organik disfonisi bulunan hasta bireyler ile normal bireyler arasında yaptıkları karşılaştırmalı çalışmalarında disfonili hastalarda normal bireylere oranla Anterior-

Posterior kompresyon derecesi anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ( $p<0,001$ ), fakat Medial kompresyon derecesinde 2 grup arasında farklılık tespit edememişlerdir. Her iki ölçümde cinsiyet arasında da bir ilişki bulamamışlardır.

Stager ve ark<sup>44</sup>. değişik yaş gruplarında, ses eğitimi almamış normal 37 kişi üzerinde cinsiyete göre supraglottik aktiviteyi inceledikleri çalışmalarında, nazal fiberendoskop kullanarak A-P ve Medial kompresyon derecesini incelemişlerdir. “i” vokalizasyonunda kompresyon varlığını dinamik ve statik olarak sınıflandırarak incelemişlerdir. FVF (false vocal fold/ventriküler kord) kompresyonu %94 sıklıkta tespit etmişlerdir. Statik supraglottik aktivitenin oluşumu cinsiyet faktörüne ve aşırı kas gerilimli vokal kullanıma bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Kadınlarda kist, nodul gibi nedenlerle erkeklerden daha fazla aşırı kas gerilimli kullanım olduğunu bildirmişlerdir. .

Bu veri ile aşırı kas gerilimli kullanımla statik supraglottik aktivite ilişkisini doğrulamamaktadır. Ancak Stager bu çalışmada statik supraglottik aktiviteyi erkeklerde kadınlardan daha fazla tespit etmişlerdir. Çalışmamızda bu aktivitenin yalnızca tenorlarda gözlenmesi ve bu grubun yalnızca erkeklerden oluştuğu düşünülürse savunulması yeterli örneklem sayısı ile kolay olabilirdi ancak daha fazla kadın ve erkeklerden oluşan büyük gruplarla aynı bulguların çalışılması, daha doğru bilgilere ulaşılması bakımından uygun olacaktır.

Stager ve ark.<sup>46</sup> vokal nodüllü, disfonili ve hiperfonksiyonlu ile normal 3 farklı grup üzerinde yaptıkları dinamik ve statik supraglottal aktivitenin laringeal artikülasyonun mu yoksa vokal hiperfonksiyonun mu kanıtı olduğunu inceledikleri çalışmalarında nodüllü ve disfonili bireylerle hiperfonksiyonel larinksli bireylerde normal bireylere oranla yüksek oranda Medial kompresyon gözlemlemişlerdir. Bu literatür ışığında profesyonel ses eğitimi alan Opera ve Şan öğrencilerinde A-P ve Medial kompresyon araştırması öneriler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Disfonili, hiperfonksiyonel ve aşırı kas gerilimli ses kullanımının neden olduğu kompresyon varlığının bulgularımıza göre herhangi bir ses patolojileri bulunmamasına rağmen tenorlarda gözleniyor olması tenorlarda aşırı kas gerilimli kullanım olasılığını düşündürmektedir. Ancak örneklem grubumuzdaki tenor sayısının azlığı nedeniyle bütün popülasyona genellemek objektif veri olmayacaktır. Bu nedenle daha fazla tenor sayısına sahip ve yine Opera ve Şan profesyoneli olan bireylerle çalışılması önerilmektedir.

## 6- SONUÇLAR

19 Soprano (%47,5), 3 Mezzosoprano (%7,5), 6 Tenor (%15), 7 Bariton (%17,5) ve 5 Bas (%12,5) ses türü özellikli kişiden oluşan 40 Opera ve Şan öğrencisi laringeal muayeneleri ve ses hastalıkları yönünden normal bulunmuşlardır. 44 Opera ve Şan öğrencisi olarak başlanılan incelemede sigara içen, plica vocaliste tam kapanma gerçekleşmeyen ve nodülü bulunan 4 kişi çalışma dışı bırakılmıştır

Hava basıncı ile cinsiyet arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılık görülmektedir ( $p>0.05$ ) (0.030). Kadınların ortalama hava basıncı  $15.47\pm 2.21$  cmH<sub>2</sub>O bulunurken, erkeklerin ortalama hava basıncı  $13.50\pm 3.07$  cmH<sub>2</sub>O olarak bulunmuştur. Kadınların hava basıncı ortalaması erkeklerden yüksek bulunmuştur. Hava basıncı ve hava akımı ile akustik analiz verilerinin korelasyon incelemesinde hava basıncı ile Temel Frekans arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif bir ilişki bulunmuştur. ( $p<0.05$ ) ( $p=0.040$ ). Hava akımı ile bir korelasyon bulunamamıştır. Hava akımı ile hava basıncı arasında istatistiksel olarak %62 oranında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Hava akımı arttıkça hava basıncı da artmaktadır ( $p=0.001$ ).

Hava basıncı ile ses katogorileri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılık görülmüştür. Bu farklılık Bas-bariton ile Soprano-mezzosoprano arasında görülmüştür. Bas-bariton ortalama değeri ( $12.84\pm 3.45$ cmH<sub>2</sub>O), Soprano-mezzo soprano ortalama değerinden ( $15.46\pm 2.30$ cmH<sub>2</sub>O) yüksek bulunmuştur ( $p<0.05$ ) ( $p=0.028$ ). Hava akımı ile ses katogorileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir ( $p>0.05$ ).

Kadın ve erkeklerin A-P (Anterior-Posterior) uzunluğu ortalama değeri istatistiksel olarak farklılık göstermemektedir ( $p>0.05$ ). A-P uzunluk ile ses katogorisi arasında istatistiksel bir ilişki bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Kadın ve erkeklerin Medial uzunluğu ortalama değeri istatistiksel olarak farklılık göstermemektedir ( $p>0.05$ ). Medial uzunluk ile ses katogorisi arasında istatistiksel bir ilişki bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Tenor ses grubunda Medial uzunluk ortalama değeri ( $4.43\pm 0.72$ ) cm olarak bulunmuştur. Diğer seslerden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur

( $p=0.036$ ). Sound pressure level (SPL-Ses Basınç Düzeyi) ile hava akımı ve hava basıncı karşılaştırmasında bir ilişki bulunamamıştır.

Şan tekniğinin ses kalitesine belirli etkileri bulunmaktadır. Ses frekans ve şiddet aralığını maksimuma çıkarmak, ses kalitesini optimize etmek, notaları daha uzun söyleyebilmek bu etkilerden önemli olanlarıdır. Verilerin analizi sonunda Opera ve Şan profesyonellerinin respirasyon kapasitelerini kullanımda, diğer bireylere oranla hava akımı ve basınç oranlarındaki farklılık, yüksek hava akımında düşük basınç ile daha kapasiteli kullanım gerçekleştirdikleri anlaşılmıştır. Supraglottik aktivite ile ilgili yapılan çalışmalarda disfoni gibi ses patolojisine yada laringeal hastalığa sahip bireylerde gerçekleştiği düşünülmüştür ancak bazı normal popülasyonlarda da gözlenmesi aktivitenin normal bir eylem mi yoksa patolojik bir durum mu olduğuna dair şüpheli yaklaşımlar bizi de bu yönde araştırmaya yönlendirmiştir. Çalışmamızda da yalnızca tenorlarda gözlemlediğimiz bu aktivitenin normal ses özelliğine sahip kişilerde de olabileceğini ancak bu duruma literatür desteğinde aşırı gerilimli vokal kullanıma bağlı olabileceği olasılığını güçlendirmiş olduk.

## KAYNAKLAR

- 1- **Öğüt F.** Objektif Ses Analizi. *T Klin KBB.* **2002**; 2:121-126.
- 2- **Kitzing P.** Subglottal And Oral Air Pressures During Phonation-Preliminary Investigation Using A Miniature Transducer System. *Medical And Biological Engineering.* **1975**
- 3- **Berdan M.** Söyleyen Sesin Objektif Analizi. *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi, Adana, **2007**.
- 4- **Dere F.** Anatomi Atlası ve Ders Kitabı. Cilt 2, 5. Baskı, Adana: Nobel Tıp Kitabevi, **1999**.
- 5- **Arıncı K, Elhan A.** Anatomi. Cilt 1, Ankara: Günes Kitabevi, **2001**.
- 6- **Woodson G E, Cannito M.** Voice Analysis. In Cummings CW and Others. *Otolaryngology Head and Neck Surgery.* 3<sup>th</sup> Edition. Missouri, Mosbyyear Book Inc. **1998**; 1876-1890
- 7- **Sarıdoğan Ç.** Müzik Bölümü Giriş Sınavında Başarılı Olan Öğrencilerin Objektif Ses Parametreleriyle Değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi, Ankara, **2007**.
- 8- **Yelken K.** Farklı Müzik Türlerinde Eğitim Gören Öğrencilerin Seslerinin Akustik Analiz ile Karşılaştırılması, Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İstanbul, **2005**
- 9- **Güneri E A.** Solunum Sistemi ve Larenks Anatomisi. Erişim: [http://www.tavsiyedyorum.com/makale\\_18.htm](http://www.tavsiyedyorum.com/makale_18.htm). **2007**.
- 10- **Akgün H.** Total Larenjektomili Hastalarda Ses Protezi Uygulanması, Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İstanbul, **2006**.
- 11- **Özkaptan Y, Tosun F.** Larenks Anatomisi ve Fizyolojisi. *T Klin J E.N.T.* **2002**, 2
- 12- **Gerçek M, Yorulmaz İ, Ural A.** Ses ve Konuşma. *K.B.B. ve Baş Boyun Cerrahisi Dergisi*, 2000; 8 (1): 71-78.
- 13- **Kırış M, Müderris T.** Profesyonel Ses. *Türkiye Klinikleri J E N T.* **2011**; 4(2):61-9
- 14- **Ballenger J J, Snow J B.** *Otolaringoloji Baş Boyun Cerrahisi.* **2000**; 15. Baskı. Syf: 430
- 15- **Sataloff R.** The Human Voice. *Scientific American.* **1992**; 267:108-115.
- 16- **Kılıç, M A.** "Türkiye Türkçesindeki Ünlülerin Sesbilgisel Özellikleri", *10. Uluslararası Türk Dilbilim Kurultayı (ICTL)*, 16-18 Ağustos **2000**. İstanbul
- 17- **Güner L, Ergenç İ.** Sesin Doğası ve Oluşumu. Erişim: ([www.Jandarma.tsk.tr/criminal/yazilar\\_dosyalar](http://www.Jandarma.tsk.tr/criminal/yazilar_dosyalar)).
- 18- **Mengüoğlu E.** Bir Türkçe Sesli İfade Tanıma Sisteminin Kural Tabanlı Tasarımı ve Gerçekleştirimi. *Yüksek Mühendislik Tezi*. Hacettepe Üniversitesi, Ankara, **1999**.
- 19- **Aytekin E.** Müzik Öğretmenliği Programlarında Bireysel Ses Sürecinin Akustik Ses Parametreleriyle İzlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi, Ankara, **2006**.



- 20- **Coşkun H.** Larenksin Lenfatik Drenajı. *T. Klin. J. E.N.T.* 2, **2002**.
- 21- **Keser R.** Larenksin Supraglottik Bölge Karsinomu. *T. Klin. J. E.N.T.*; **2002**; 2:29.
- 22- **Öğüt F, Kalaycı T, Uluöz B.** Ses Analizinde Son Gelişmeler. *24. Ulusal Türk Otorinolarenoloji ve Baş-Boyun Cerrahisi Kongre Kitabı.* **1997**:681-685.
- 23- **Kıvanç A.** Opera Sanatına Yönelik Ses Eğitiminde (Şan) Nefesin, Sesin Oluşumu ve Fiziksel Özelliklerinin İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi.* Gazi Üniversitesi, Ankara, **2005**.
- 24- **Colton R, Casper K C.** Understanding Voice Problems. *A Physiological Perspective for Diagnosis Treatment.* 2<sup>th</sup> Ed. Lippincot Williams&Wilkins. **1996**:339-340.
- 25- **Devge C, Oğuz A.** Konuşmanın Fizyolojisi ve Fizyopatolojisi. **Oğuz A, Demireller A.** *Ses ve Ses Hastalıkları.* **1996**.
- 26- **Kazancıoğlu M A.** Şan Eğitiminin Bariton Sese Etkisinin Akustik ve Larengostroboskopik Olarak İncelenmesi, Doğru Ses Elde Edebilmek İçin Egzersiz Önerileri. *Sanatta Yeterlilik Tezi.* Dokuz Eylül Üniversitesi, İstanbul, **2008**.
- 27- **Kaya S.** Larenks Fizyolojisi. In: Kaya S, Editor. *Larenks Hastalıkları.* 1st ed. Ankara: Bilimsel tıp yayınevi; **2002**:70-74.
- 28- **Scherer R C.** Laryngeal Function During Phonation. *Diagnosis and Treatment of Voice Disorders.* **1995**
- 29- **Saraç H.** Bireysel Ses Eğitiminde Fonasyonun Önemi ve Özellikleri. Erişim: *e-dergi.atauni.edu.tr/index.php/GSED/article/view /2385/2395*, **2010**.
- 30- **Öğüt F.** The Two Signal Processing Method to Evaluate The Change of Registers in Trainee Singers. *2. Avrupa Kulak Burun Boğaz Kongresi.* Napoli. **1992**
- 31- **Sarıdoğan Ç.** Müzik Bölümü Giriş Sınavında Başarılı Olan Öğrencilerin Objektif Ses Parametreleriyle Değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi.* Gazi Üniversitesi, Ankara, **2007**.
- 32- **Jiang J, Lin E, Hanson D G.** Vocal Fold Physiology. In Rosen C. Murry T. *The Otolaryngologic Clinics of North America.* **2000**;33:699-702.
- 33- **Özçimen A.** Etkili-Anlaşılır Konuşma Eğitimi İçin Gerekli Temel Faktörler. *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi.* **2008**;26;155-166.
- 34- **Dursunoğlu H.** Türkiye Türkçesinde Vurgu. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi.* **2010**. Erişim: ( -e-dergi.atauni. edu. tr.)
- 35- **Cevanşir B, Gürel G.** *Foniatiri. Sesin Oluşumu, Bozuklukları ve Korunmasında Temel İlkeler.* İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi. **1982**.
- 36- **Koca Ö, Boyacı Z.** Spektogram ve Fonetik Analiz In Ses ve Ses Hastalıkları. Oğuz A, Demireller A. Ekin Tıbbi Yayın. **1996**;53-54.
- 37- **Nordenberg M, Sundberg J.** Effect on LTAS of Vocal Loudness Variation. *TMH-QPSR, KTH.* **2003**;45:93-100.
- 38- **Giovanni A, Heim C, Demolin D at all.** Estimated Subglottic Pressure in Normal and Dysphonic Subjects. *Ann Otol. Rhinol Laryngology.* **2000**.
- 39- **Sataloff R, Spiegel J, Carroll L at all.** Professional Voice: The Science and Art of Clinical Care. *Clinical Voice Laboratory.* New York, **1991**;101-137.

- 40- **Giovanni A, Revis J, Triglia JM.** Objective Aerodynamic and acoustic Measurement of Voice Improvement After Phonosurgery. *Laryngoscope.* **1999**;109:656-660.
- 41- **Ossof R, Postma G.** Laryngovideostroboscopy. In Charles W, Cummings J M, Ossof R at all. *Otolaryngology Head&Neck Surgery.* 3<sup>th</sup> Ed. Chapter 109:1841-1842.
- 42- **Tatlıpınar A U, Dursun G.** Videolarenkostroboskopinin Ses Hastalıklarının Tanı ve Tedavisindeki Klinik Önemi. *KBB ve Baş Boyun Cerrahisi Dergisi,* **2000**;8(3):195-201.
- 43- **Kaya Z.** Eğitim Fakültesi Müzik Öğretmenliği Programı Bireysel Ses Eğitimi Öğrencilerinin Başarılarını Etkileyen Faktörler. *Yüksek Lisans Tezi.* İnönü Üniversitesi, İstanbul, **2006.**
- 44- **Stager, S.V, Neubert R, Miller, S, Regnell J R ve Bielamowicz S.A.** Incidence of Supraglottic Activity in Males and Females: A Preliminary Report. *Journal of Voice,* **2002**;17 (3):395–402.
- 45- **Stager S.V, Bielamowicz S, Gupta A.** Quantification of Static and Dynamic Supraglottic Activity. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research.* **2001**;44:1245–1256.
- 46- **Stager S.V, Bielamowicz S.** Supraglottic Activity: Evidence of Vocal Hyperfunction or Laryngeal Articulation? *Journal of Speech, Language, and Hearing Research.* **2000**;43(1):229.
- 47- **Behrman A, Dahl L D, Abramson A L and Schutte H K.** Anterior-Posterior and Medial Compression of the Supraglottis: Signs of Nonorganic Dysphonia or Normal Postures? *Journal of Voice,* **2002**;17(3):403-410.
- 48- **Giovanni A, Guelfucci B, Yu P, Robert D, Zanaret M.** Acoustic and Aeodynamic Measurements of Voice Production after Near-Total Laryngectomy with Epiglottoplasty. *Folia Phoniatr Logop.* **2002**;54:304–311.
- 49- **Kitzing P.** Subglottal And Oral Air Pressures During Phonation-Preliminary Investigation Using A Miniature Transducer System. *Medical And Biological Engineering.* **1975.**
- 50- **Plant R L, Hillel A D.** Direct Measurement of Subglottic Pressure and Laryngeal Resistance in Normal Subjects and in Spasmodic Dysphonia. *Journal of Voice.* **1998.**
- 51- **Holmberg E, Hillman R E and Perkell H S.** Glottal Airflow and Transglottal Air Pressure Measurements for Male and Female Speakers in Soft, Normal and Loud Voice. *J. Acoust. Sec. Am.* August **1988**;84(2):511-529.
- 52- **Weinrich B, Salz B ve Hughes M.** Aerodynamic Measurements: Normative Data For Children Ages 6:0 to 10:11 Years. *Journal of Voice.* **2005**;19(3):326- 339.
- 53- **Hertegard, S, Gauffin, J.** Acoustic Properties of the Rothenberg Mask. **1992**;33(2-3):09-18.
- 54- **Engin E Z, Kuyucuoğlu F.** Sayısal Ses İşlemenin Tıbbi Tanıda Kullanılması. *Bitirme Projesi Tezi.* Ege Üniversitesi, İzmir, **2003.**
- 55- **Özdoğanlı T.** Mimar Sinan Üniversitesi Opera ve Şan Bölümündeki Öğrencilerin Akustik Analiz ve Laringofaringeal Reflü Bulgularının Normal Popülasyon ile Karşılaştırılması. *Uzmanlık Tezi,* Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İstanbul, **2006.**
- 56- **Björkner E, Sundberg J, Alku P.** Subglottal Pressure and Normalized Amplitude Quotient Variation In Classically Trained Baritone Singers. *Logopedics Phoniatrics Vocology.* **2006**;31:157-165.
- 57- **Sundberg J, Andersson M, Hultqvist C.** Effects of subglottal pressure variation on professional baritone singers' voice sources. *J Acoust Soc Am.* **1999**;105(3):1965-71.

- 58- **Gökođlu U.** Operada Şan Tekniğinin Tarihsel GeliŐimi. *Yüksek Lisans Tezi*. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstanbul, **2009**.
- 59- **Popolo P S, Titze I R.** Quantitative Laryngeal Imaging System Using Videostroboscopy and Videokymography. *Ann Otol. Rhinol Laryngol.* **2008**;117(6):404-412.
- 60- **Su M C, Yeh T H at all.** Measurement of Adult Vocal Fold Length. *The Journal of Laryngology&Otology.* **2002**;116:447-449.

## ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Hatay'ın Dörtyol ilçesi Payas Beldesinde doğdu. İlk ve Orta öğrenimini burada tamamladı. Liseyi Hatay 70. Yıl Sağlık Meslek Lisesi'nde okudu. Harran Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu Hemşirelik Bölümünden 2004 yılında birincilikle mezun oldu. 2004-2007 yılları arasında Harran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Anatomi Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans yaptı. 2007 yılında Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Anatomi Anabilim Dalı'nda Doktora eğitimine başladı.



T.C.  
SAĞLIK BAKANLIĞI  
İlaç ve Eczacılık Genel Müdürlüğü

Sayı : B.10.0.İEG.0.11.00.01  
Konu : Klinik Araştırma

88342

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ  
Adana Klinik Araştırmalar Etik Kurulu  
ADANA

İlgi: Bakanlık evrak kayıt tarih 22.12.2009 ve 645282 sayılı yazınız

İlgi sayı yazı ekinde gönderilen "Çukurova Üniversitesi opera ve şan öğrencilerinin supraglottik ve subglottik aktivitelerinin incelenmesi ve akustik analiz sonuçlarının karşılaştırılması" başlıklı çalışma genel müdürlüğümüz tarafından değerlendirilmemektedir. Bilginizi rica ederim.

Uzm.Dr.Burçak Deniz DEDEOĞLU  
Genel Müdür a.  
Şube Müdürü

Ek. 1 adet dosya

ADANA KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
Tarih:	05.01.2010
Kayıt No:	

**KLİNİK ARAŞTIRMA BAŞVURUSU ETİK KURUL DEĞERLENDİRME FORMU**

<b>ETİK KURULUN ADI</b>	<b>ADANA KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU</b>
<b>AÇIK ADRES</b>	<b>ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ</b>
<b>TELEFON</b>	0322 3386060 Dahili: 3465
<b>FAKS</b>	0322 3386572
<b>E-POSTA</b>	adana.kaek@gmail.com

<b>BAŞVURU BİLGİLERİ</b>	<b>ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI</b>	Çukurova Üniversitesi opera ve şun öğrencilerinin supraglottik ve subglottik aktiviteilerinin incelenmesi ve akustik analiz sonuçları ile karşılaştırılması.		
	<b>ARAŞTIRMA PROTOKOLÜNÜN KODU</b>			
	<b>EUDRACT NUMARASI</b>			
	<b>SORUMLU ARAŞTIRMACI ÜNVANI/ADI/SOYADI</b>	Prof. Dr. Ahmet Hilmi Yücel		
	<b>SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI</b>	Anatomi		
	<b>KOORDİNATÖRÜN ÜNVANI/ADI/SOYADI</b>			
	<b>KOORDİNATÖRÜN UZMANLIK ALANI</b>			
	<b>ARAŞTIRMA MERKEZİ</b>	Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı		
	<b>ARAŞTIRMA MERKEZİNİN AÇIK ADRESİ</b>	Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı Sarsçam/Adana		
	<b>BAŞVURULAN ETİK KURULUN ADI</b>	Adana Klinik Araştırmalar Etik Kurulu		
	<b>DESTEKLEYİCİ VE AÇIK ADRESİ</b>			
	<b>DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ VE ADRESİ</b>			
	<b>UZMANLIK TEZİ/AKADEMİK AMAÇLI</b>	UZMANLIK TEZİ <input type="checkbox"/>	AKADEMİK AMAÇLI <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ</b>	FAZ 1	<input type="checkbox"/>	
FAZ 2		<input type="checkbox"/>		
FAZ 3		<input type="checkbox"/>		
FAZ 4		<input type="checkbox"/>		
BE/BY		<input type="checkbox"/>		
DİĞER		<input type="checkbox"/>		
İLAÇ DIŞI ARAŞTIRMA		<input checked="" type="checkbox"/>		
<b>ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER</b>	TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>
			Diger ise belirtiniz: Belirtiniz: Etkililik	

<b>DEĞERLENDİRİLEN BELGELER</b>	<b>Belge Adı</b>	<b>Tarihi</b>	<b>Versiyon Numarası /Sayısı</b>	<b>Dili</b>
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ			
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			
	UZMANLIK TEZLERİ VE/VEYA AKADEMİK AMAÇLI YAPILACAK OLAN İLAÇ DIŞI KLİNİK ARAŞTIRMALAR İÇİN BAŞVURU FORMUNU İÇEREN BİLDİRİM	24.11.2009	110	Türkçe
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe
OLGU RAPOR FORMU				

DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı		Açıklama
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input type="checkbox"/>	
	SIGORTA	<input type="checkbox"/>	
	HASTA KARTI/GÜNLÜKLERİ	<input type="checkbox"/>	
	İLAN	<input type="checkbox"/>	
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>	
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>	
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>	
	DİĞER	<input type="checkbox"/>	

KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 511	Tarih: 03.12.2009
	<p>Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı'nda Prof. Dr. Ahmet Hilmi Yücel yönetiminde, Arş. Gör. Emine Petekkaya tarafından doktora tez projesi olarak yapılması tasarlanan ve yukarıda başvuru bilgileri verilen klinik araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekece, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş, gerçekleştirilmesinde etik sakınca bulunmadığına ve kurumumuz kararının başvuru sahibi tarafından Sağlık Bakanlığı'na arzına toplantıya katılan etik kurul üyelerinin oybirliği ile karar verilmiştir.</p>	

ETİK KURUL BİLGİLERİ						
ÇALIŞMA ESASI: Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu ve Etik Kurul SOP						
ETİK KURUL BAŞKANI UNVANI/ADI/SOYADI: Prof. Dr. Mehmet Satar						
ETİK KURUL ÜYELERİ						
Unvanı/Adı/Soyadı Etik Kurul Üyeliği	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	İlişki*	Kabılım**	İmza
Prof. Dr. Mehmet Satar Başkan, Klinisyen Üye	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi	E	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input checked="" type="checkbox"/>	Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>	
Yar. Doç. Dr. Selim Kadioğlu Başkan Yardımcısı, Dermatolog Üye	Tıp Tarihi ve Etik	Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi	E	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input checked="" type="checkbox"/>	Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Nurtan Dikmen Biyokimya Uzmanı Üye	Biyokimya	Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi	K	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input checked="" type="checkbox"/>	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Cemil Göçmen Farmakolog Üye	Farmakolog	Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi	E	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input checked="" type="checkbox"/>	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input checked="" type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Şeref Erdoğan Fizyolog Üye	Fizyoloji	Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü	E	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input checked="" type="checkbox"/>	Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. A. Filiz Koç Klinisyen Üye	Nöroloji	Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi	K	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input checked="" type="checkbox"/>	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input checked="" type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Şule Akın Klinisyen Üye	Anesteziyoloji	Bağkent Üniversitesi Adana Uygulama ve Araştırma Merkezi	K	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input checked="" type="checkbox"/>	Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>	
Yar. Doç. Dr. Gülçin Yapıcı Halk Sağlığı Uzmanı Üye	Halk Sağlığı	Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi	K	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input checked="" type="checkbox"/>	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input checked="" type="checkbox"/>	
Öğr. Gör. H. Sinem Büyüknacar Eczacı Üye	Eczacılık	Çukurova Üniversitesi Adana Sağlık Yüksek Okulu	K	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input checked="" type="checkbox"/>	Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>	
Av. Mehmet Ali Akgül Hukukçu Üye	Hukuk	Adana Barosu	E	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input checked="" type="checkbox"/>	Evet <input checked="" type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Menşure Özgüven Kurum ve Sağlık Mesleği Dışı Üye	Tarife Bitkileri	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi	K	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input checked="" type="checkbox"/>	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input checked="" type="checkbox"/>	

\*Araştırma ile İlişki \*\*Toplantıda Bulunma