

**T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
İSTANBUL GÖZTEPE EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
KULAK BURUN BOĞAZ KLİNİĞİ**

KLİNİK ŞEFİ: DOÇ.DR. MUHAMMET TEKİN

**NASAL OBSTRÜKSİYONU OLAN VE OLMAYAN
HASTALARIN SESİN BAŞLAMA SÜRELERİNİN (VOICE
ONSET TIME) ÖLÇÜLEREK, KARŞILAŞTIRILMASI VE
ARTİKÜLASYONA OLAN ETKİLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

(Uzmanlık Tezi)

Dr. Aytuğ ALTUNDAĞ

İstanbul - 2008

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince yetişmem ve kendimi geliştirmem açısından engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, çalışmalarım sırasında, büyük özveri ve sabırla yol gösteren, her konuda benden yardımlarını esirgemeyen hocam Doç. Dr. Muhammet Tekin'e saygı ve şükranlarımı sunarım.

Bilimsel çalışmalarımızda bizden yardımlarını esirgemeyen ve her zaman destekçimiz olan başhekimimiz Prof. Dr. Hamit Okur'a teşekkür ederim

Klinik bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım hocam Op. Dr. Yavuz Özkan'a; Klinik Şef Yardımcımız Op. Dr. Hüseyin Karabulut'a, değerli uzmanlarımız Op. Dr. Ali Şefik Çağlar, Op. Dr. Süha Özbilgen, Op. Dr. Fikri Can Arıbal, Op. Dr. Ahmet Bütün, Op. Dr. Okan Akkaya, Op. Dr. Osman İlkyay Özdamar ve Op. Dr. Gül Özbilen Acar'a;

KBB ihtisasına başladığım ilk günden beri sadece mesleki olarak değil, hayatın tüm alanındaki tecrübelerini, vizyonunu benimle paylaşan, sıkıntılı günlerimde ve mutlu anlarımda yanımda olan ve tezimin tüm aşamalarında hem teorik desteğini hem de kliniğinin alt yapısını benimle paylaşan, her zaman yanımda olan sevgili abim Yrd. Doç. Dr. İsmail Koçak'a;

Özel tıp hekimliğindeki tecrübelerini ve bilgilerini benimle paylaşan Op. Dr. Gaffar Aslan, Op. Dr. Süreyya Şeneldir ve Op. Dr. Abdülkadir Gökşel'e.

Kliniğimizde yıllardır birlikte çalıştığım asistan arkadaşlarıma, odyometrist ve hemşire arkadaşlarıma, kliniğimiz ve hastanemiz personeline;

Bugünlere gelmemde emeği bulunan tüm aileme, ihtisasım süresince desteğini esirgemeyen ve tez hazırlık sürecinde de bu dönemi huzurla ve keyifle geçirmemi sağlayan sevgili eşime ve hayat felsefemin şekillenmesinin asıl emektarı ve hayatı nasıl yaşamamız gerektiğini bizlere gösteren sevgili babama, sevgi ve şükranlarımı sunarım

Dr. Aytuğ ALTUNDAĞ

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	i
ŞEKİL LİSTESİ.....	ii
TABLO LİSTESİ	iv
ÖZET.....	v
İNGİLİZCE ÖZET (ABSTRACT).....	vi
1.GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİLER.....	2
2.1.Sesin Akustik Özellikleri (Akustik Teori).....	2
2.2.Tımı (Rezonans).....	3
2.3.İnsan Sesi.....	4
2.3.1.Ekspirasyon.....	4
2.3.2.Fonasyon.....	5
2.3.3.Rezonasyon.....	5
2.3.4.Artikülasyon.....	7
2.4.Konuşmayı oluşturan sesler	8
2.4.1.Ünlüler.....	8
2.4.2.Ünsüzler.....	10
2.4.2.1.Artikülasyon oluşum tarzına göre.....	11
2.4.2.1.1.Patlamalı-kapantlı ünsüzler (Plosives-Stops).....	11
2.4.2.1.2. Sürtünmeli ünsüzler (Fricatives).....	11
2.4.2.1.3. Yarı-kapantlı ünsüzler (Affricates).....	11
2.4.2.1.4 Genizsi sesler (Nasal).....	11
2.4.2.1.5. Yarı Ünlü sesler (Semi-vowels).....	11
2.4.2.1.6. Akıcı (Liquid) ünsüzler	11
2.4.2.2. Artikülasyon bölgesine göre ünsüzler.....	12
2.4.2.3.Sesin oluşumunda ses tellerinin titreşiminin olup olmamasına göre ünsüzler.....	14
2.5.Akustik Analiz.....	16
2.5.1.Fourier Teoremi.....	16
2.5.2.Linear Prediktif Kodlama (LPK).....	17

2.5.3.Filtreler	18
2.5.4.Spektrografi Parametreleri.....	19
2.5.4.1.Formant frekansları.....	19
2.5.4.2.Formant aralıkları.....	19
2.5.4.3.Burst barr spektrumu	20
2.5.4.4.Burst barr morfolojisi	21
2.5.4.5.TF (Transition of formant).....	22
2.5.4.6.Geniş bant spektrogramlar	22
2.5.4.7.Dar band spektrogram	23
2.5.4.8.Frikasyon enerjisinin alt sınırı (the lower limit of frication).....	23
2.5.4.9.Frikasyon spektrogramının morfolojisi.....	23
2.5.4.10.VOT (voice onset time) (sesin başlama süresi).....	23
2.5.4.10.1.Aerodinamik Kanunlar.....	25
2.5.4.10.2.Artikülatorlerin hareketi.....	25
2.5.4.10.3.Artikulator temasın derecesi (temasın yaygınlığı).....	26
2.5.4.10.4.Glottal açılma bölgesinin değişimi.....	27
2.5.4.10.5.VOT un ölçülmesi	28
2.5.4.10.6.VOT'un önemi.....	29
2.6. Nasal Solunum ve Oral Solunumun Farkları.....	30
2.7.Burun Tıkanıklığının Değerlendirilmesi, Görsel Analog Skala ve Akustik Rinometri.....	30
3.MATERYAL ve METOT.....	33
3.1.İstatistiksel İncelemeler.....	34
4.BULGULAR.....	35
5.TARTIŞMA.....	45
6.SONUÇ.....	49
7.KAYNAKLAR.....	50

KISALTMALAR

LPK	: Lineer Prediktif Kodlama
VOT	: Voice Onset Time, Sesin Başlama Süresi
MCA	: Minimal Kesitsel Alan
GAS	: Görsel Analog Skala
ms.	: milisaniye

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Ses sinyallerinin zaman ekseninde yayılım şekilleri gösterilmektedir	2
Şekil 2: Hirano'nun "örtü-gövde modeli" tanımına göre vokal kordun histolojik yapısı	5
Şekil 3: Küresel cismin (Helmholtz rezonatörü) yanında titreştirilen diapozonun sesini, cisim yükseltir veya alçaltır	6
Şekil 4: Formant oluşumundaki rezonator bölgeleri gösterilmektedir	7
Şekil 5: Uluslararası fonetik alfabede ünlülerin uzaysal formant üçgeninde yerleşimleri gösterilmektedir.....	9
Şekil 6: Ünlü oluşumunda vokal traktın her ses için aldığı pozisyon şematik olarak gösterilmektedir	10
Şekil 7: Yukarıdaki şekilde artikülasyon alanlarını görmekteyiz	12
Şekil 8: Ünsüzlerin (konsonantlar) oluşum yerleri gösterilmektedir	13
Şekil 9: Uluslararası fonetik alfabede ünsüzlerin yerleşimi tabloda belirtilmiştir	14
Şekil 10: Bilabial (çift dudak) patlamalı, ötümsüz /p/ sesi	15
Şekil 11: Alveolar (diş ardı),patlamalı(üretim biçimi), ötümsüz /t/ sesi	15
Şekil 12: Yumuşak damak (velar), patlamalı(üretim biçimi), ötümsüz /k/ sesi.....	15
Şekil 13: FFT (Fast Fourier Teoremi) sonucu bulunan harmoniklerin tepe intensite değerlerinin işaretlenmesi ile elde edilen LPK (Lineer Prediktif Kodlama) ve intensite tepe noktalarının yoğunlaştığı bölgeler olan formantlar (F1, F2, F3, F4) görülmektedir.	18
Şekil 14: Formant frekansları ve formant aralıkları gösterilmektedir	19
Şekil 15: Burst barr spektrumu gösterilmektedir	20
Şekil 16: Burst barr morfolojisi; uzun okla gösterilen görüntü osilografik görüntüsü, kısa ok ise spektrografik görüntüsüdür	21
Şekil 17: Geniş band filtre kullanılarak elde edilmiş spektrogramda koyu renkli bölgeler yoğunluğun arttığı yerleri göstermektedir	22
Şekil 18: /pa/ sesi için için VOT değerinin hesaplanması gösterilmektedir	29
Şekil 19: Akustik rinometri cihazı donanımının şematik görünümü	31
Şekil 20: Akustik Rinogram Görüntüsü	32

Şekil 21: Olguların cinsiyetlere göre dağılımı	35
Şekil 22: /pa/ sesi VOT değerlerinin gruplara göre dağılımı	38
Şekil 23: /ta/ sesi VOT değerlerinin gruplara göre dağılımı	39
Şekil 24: /ka/ sesi VOT değerlerinin gruplara göre dağılımı	40
Şekil 25: GAS ölçümlerinin gruplara göre dağılımı	41
Şekil 26: MCA alan ölçümlerinin gruplara göre dağılımı.....	42
Şekil 27: MCA hacim ölçümlerinin gruplara göre dağılımı	44

10. TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Çeşitli dillerdeki aynı seslerin VOT değerlerindeki farklar.....	24
Tablo 2: VOT üzerine yapılan çalışmalarda, çeşitli Amerikan yerli gruplarının dillerinde elde edilen VOT (milisaniye) değerleri tabloda sunulmuştur.....	27
Tablo 3: /p/,/b/,/t/,/d/,/k/,/g/ ünsüzleri için Türkçe Fonetikindeki ortalama VOT değerleri.....	28
Tablo 4: Olguların demografik özelliklerin dağılımı.....	35
Tablo 5: /pa/, /ta/ ve /ka/ seslerinin dağılımı (n=41).....	36
Tablo 6: GAS ölçümlerinin dağılımı (n=41).....	36
Tablo 7: Demografik özelliklerin gruplara göre değerlendirmesi.....	37
Tablo 8: /pa/ sesi VOT ortalamasının gruplara göre değerlendirmesi.....	37
Tablo 9: /ta/ sesi VOT ortalamasının gruplara göre değerlendirmesi.....	38
Tablo 10: /ka/ sesi VOT ortalamasının gruplara göre değerlendirmesi.....	39
Tablo 11: GAS ölçümlerinin gruplara göre değerlendirmesi.....	40
Tablo 12: MCA 1 ve MCA 2'nin alan ölçümlerinin dağılımı.....	41
Tablo 13: MCA 1 ve MCA 2'nin hacim ölçümlerinin dağılımı.....	43

ÖZET

Amaç: Kronik burun tıkanıklığının, plosif seslerin artikülasyon kalitesi üzerine etkisi incelenmiştir.

Materyal ve Metot: Bu çalışma Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi KBB Kliniği'nde Ocak 2008- Nisan 2008 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Araştırmada kronik nazal obstrüksiyonu bulunan ve obstrüksiyon seviyesi görsel analog skala ve akustik rinometri ile saptanan 20 olgu ile nazal tıkanıklığı ve artikülasyon problemi olmayan 21 olgunun VOT analizleri yapılmış ve aralarındaki temporal (zamansal) değişiklikler incelenmiştir.

Nazal obstrüksiyon saptanan olgularda /p/ sesinde 32.56 ms. /t/ sesinde 34.36 ms. /k/ sesinde 41.81 ms. ortalamalar saptanmıştır. Kontrol grubunda ise bu sesler sırasıyla 33.23 ms., 32.88 ms. ve 41.47 ms. ortalamalarındadır. Ki kare tekniği ile istatistik analizi yapılan olgularda anlamlı fark bulunmamıştır. /p/ sesi için p değeri 0.809, /t/ sesi için p değeri 0.528, /k/ sesi için p değeri 0.649 olarak saptanmıştır.

Sonuç: Bu çalışma, septum deviasyonu ve alt konka hipertrofisine bağlı kronik nazal obstrüksiyonu olan bireylerde, plosif seslerin oluşumunun artikülasyonlarda değişim ve bozukluğa neden olmadığını göstermektedir.

Anahtar sözcükler: Artikülasyon, voice onset time, nasal obstrüksiyon, akustik rinometri

ABSTRACT

Objective: To evaluate the effect of chronic nasal obstruction on the articulation quality of plosive voices.

Material and Method: The study was established in Goztepe Education and Research Hospital Ear Nose and Throat Department, between January and April 2008. Twenty patients with chronic nasal obstruction, of which severity was detected by acoustic rhinometry and visual analog scale and 21 subject without obstruction and articulation problem was compared by VOT analyses and examined temporal differences.

Results: In the nasal obstruction group; the mean VOT value of /p/ voice is 32.56 ms., /t/ voice is 34.36 ms., /k/ voice is 42.81 ms. In the control group; the mean VOT value of /p/ voice is 33.23ms., /t/ voice is 32.88 ms., and /k/ voice is 41.47 ms. The difference between two group was found statistically insignificant.

Conclusion: Our study revealed that, chronic nasal obstruction due to septal deviation and inferior turbinate hypertrophy did not changes and disturb the articulation of plosive voices.

Keywords: Articulation, voice onset time, nasal obstruction, acoustic rhinometry.

1. GİRİŞ

İnsanlar arasındaki iletişimin temel kuralı, üretilen bir veri ve verinin algılanarak anlamlandırılmasıdır. Bu durum sesli iletişim için de geçerlidir. Alt düzeyde iletişim bazı temel vejetatif seslerin duygu yükü ile birlikte üretilmesi ve algılanması ile oluşmakla birlikte, komplike seslerin kullanımı, daha fazla veri içererek üst seviyede iletişim kalitesi sağlamaktadır. İletişimde kullanılan seslerin oluşturduğu sistemi inceleyen bilim dalı fonetik olarak tanımlanmaktadır Fonetik bilimi, bir lisandaki seslerin nasıl çıkarıldığını, iletildiğini ve algılandığını araştırır (1,2).

Fonetik bilimi kelimelere yüklenen anlamları hesaba katmadan, objektif olarak fiziksel yapılarını inceler (3). Fonetğin farklı alt grupları vardır: Artikulatuar fonetik, algi fonetiği, akustik fonetik, fizyolojik fonetik, sosyo-fonetik gibi (4,5).

Artikulatuar fonetik (söyleyiş sesbilimi) konuşma seslerinin oluşumu sırasında konuşma organlarının nasıl hareket ettiğini, akustik fonetik (fiziksel sesbilim) ise sesin kalitesini ve fiziksel özelliklerini incelemek için yapılan akustik analizi içerir (6,7,8).

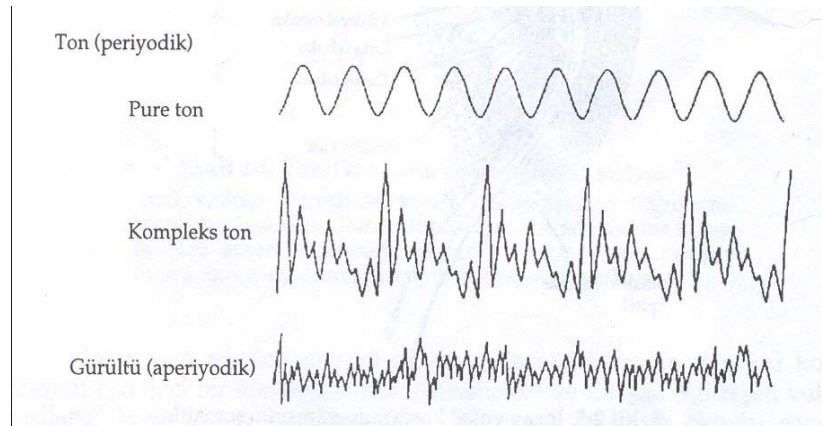
Bizim çalışmamız nazal tıkanıklığı olan olguların ses ve artikülasyon kalitesindeki bilinen farklılığının plosif ses yapılarında da varlığını incelemek için yapılmıştır. Ayrıca, bu incelemenin akustik analiz parametrelerinden birisi olan voice onset time (VOT) (sesin başlama süresi) ile yapılması planlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Sesin Akustik Özellikleri (Akustik Teori)

Ses, fiziksel olarak gaz, sıvı veya katı ortamlarda oluşan mekanik titreşimlerdir. Akustik teori, bu titreşimlerin ses olarak algılanabilmesi için yayılım ortamı, işitsel hassasiyeti (duyu yeteneği) ve enerjii gerektiren şartları tanımlar (9). Maddesel ortamın herhangi bir bölgesinde oluşan bir hareket, maddenin esnekliği nedeniyle diğer bölgelerin de harekete başlamasına neden olur, bu hareket sesin oluşmasını ve algısını sağlar. Havasız (vakum) ortamda ses yayılamayacağı için duyulamaz. Bir maddenin her titreşmesinde, çevresini saran ortamın yoğunluğu (örneğin havanın nemi) gibi dış etkenler de akustik enerjide farklılıklara neden olur. Diyapozon sesinin başka bir maddede (örneğin ağaç veya metal) daha fazla yüzey titreşimini sağlayarak güçlenmesi buna örnek olarak verilebilir. Sesler her zaman aynı süre ve kalitede duyulmazlar. Zaman ile boşluk arasında önemli bir bağ vardır. Çünkü ses bir dalgadır ve zaman ile boşluk içinde ilerleme göstermektedir. Buna göre, üç çeşit akustik sinyal modeli tanımlanmıştır (10).

1. Süreğen- tekrarlayan (periyodik) ses sinyalleri
2. Rastgele-gürültü benzeri sinyaller (beyaz gürültü)
3. Darbe benzeri sinyaller



Şekil 1. Ses sinyallerinin zaman ekseninde yayılım şekilleri gösterilmektedir.

Akustik sistemin oluşabilmesi için ortamdaki moleküllerin işitilebilir frekansta harekete geçmesi gereklidir. Bu hareketi sağlayan mekanik kuvvetler insan sesinde periyodik özellikler taşımaktadır. Tekrarlayan bu hareket tek boyut üzerinde oluşuyorsa buna basit uyumlu hareket denir (9).

Ucunda ağırlık asılı bulunan bir yayın çekilip bırakılmasıyla oluşan hareket periyodik bir harekettir. Dengedeki bir sisteme dışarıdan bir kuvvet uygulanırsa, dengesi bozulacak ve sistemin her bir parçası bu kuvveti yok edecek yönde davranarak sistemi denge konumuna getirmeye çalışacaktır. Böylece sistem denge konumunun çevresinde uyumlu bir salınım yapacaktır.

Sistemin herhangi bir anda denge konumuna olan uzaklığına uzanım, uzanımın en fazla olduğu uzaklığa da genlik (amplitude) denir. Küçük genlikli basit uyumlu harekete titreşim denir. Basit uyumlu hareketin bir defa tamamlanması için geçen saniye cinsinden süreye periyot (T) denir. Bir saniyelik süre içinde oluşan titreşim sayısına ise frekans (f)denir ve Hertz olarak adlandırılır. 5 Hz saniyede beş devire karşılık gelir. Dönüş veya titreşim hızı arttıkça frekans büyür, periyot küçülür ($f=1/T$)(10).

Sistem değişmediği sürece basit uyumlu hareket sonucu oluşan frekans ve periyot değişmez. Basit uyumlu hareket zaman içinde bir sinüs eğrisi oluşturur. Seste de aynı kural geçerlidir. Titreşim genliği sesin gürlüğü ile doğrudan ilişkilidir. Genlik arttıkça şiddet artar, genlik azaldıkça şiddet azalır. Ses duyulmaz hale gelene kadar geçen süreye sönümlenme (damping) süresi denir. Birden fazla basit sinyalin aynı anda oluşturduğu sinyallere de karmaşık sinyaller denir.

2.2.Tını (Rezonans)

Bir sarkaca anlık bir kuvvet uygulandığında oluşan titreşime öz titreşim denir. Öz titreşimin oluşabilmesi için birbirine enerji aktarabilecek iki ayrı sisteme gerek vardır. Bu sistemden daha güçlü olanına uyarıcı sistem denir. Uyarıcı sistemin etkisiyle titreşime zorlanmış bir sisteme rezonatör denir (11).

Uyarıcı sistemin frekansı ile rezonatörün öz frekansı aynı değerde ise etkili bir titreşim oluşur. Bu titreşimin genliği, uyarıcı titreşimin genliğine göre çok büyük değerler alabilir. Böylece uyarıcı titreşim, rezonatör tarafından güçlendirilmiş olur. Bu olaya tını

(rezonans) denir (10). Rezonatörlerin davranışları, kendi öz titreşimlerinin sönme süreleriyle ilişkilidir ve genlikleri zamanla küçülür ve bir süre sonra titreşim sönür.

2.3. İnsan Sesi

İnsan sesleri üretim aşamasına bağlı olarak vejetatif sesler ve konuşma sesleri olarak iki temel gruba ayrılmaktadır (12). Vejetatif sesler; gülme, ağlama, çığlık atma, öksürme gibi durumlarda oluşan duygu ya da refleks içeren seslerdir (13). Birçok sesin filogenetik olarak vejetatif sesler üzerinde oluştuğu öne sürülmektedir. Konuşma sesleri ise günlük hayatta iletişim amacıyla kullandığımız ve yan yana gelmesiyle önce hecelerin sonra anlamlı kelimelerin oluştuğu, iletişim aracımız olan bölgeye özgü dilin oluşumunu sağlayan seslerdir (14).

İnsan sesinin oluşumu, temel olarak dört evrede incelenmektedir.

1. Ekspirasyon
2. Fonasyon
3. Rezonasyon
4. Artikülasyon

2.3.1 Ekspirasyon

Ses oluşumu için hava akımının gerekliliği Hipokrat zamanından beri bilinmektedir. Ekspirasyon sırasında havanın akımı, torasik ve abdominal adalelerce kontrol edilir. Hava akımına karşı kuvvetler ise pasif olarak duran dokular ile aktif rol alan larenks adalelerinin kasılmasıdır. Akciğerlerde gerçekleşen nefes verme sırasında subglottik hava akımı meydana gelir (direkt akım). Bu hava akımı kapalı olan glottiste kesintilere uğrayarak (alternatif akım) vokal kordların titreşmelerine neden olur. Subglottik hava basıncı $7\text{cmH}_2\text{O}$ basıncına eşdeğer oranda yükselince vokal kordlar açılır. Hava yukarıya çıkınca basınç düşer ve Bernouilli fenomeni etkisiyle vokal kordlar kapanır (15,16).

Doğru ses oluşumu için vokal kordlar arasından fonasyon esnasında yeterli sürede, yeterli miktarda havanın düzenli olarak geçmesi ana koşuldur. Ancak bu doğru ve düzenli bir solunum ile mümkündür. Glottisin düzenli hava akımının fonasyon esnasında

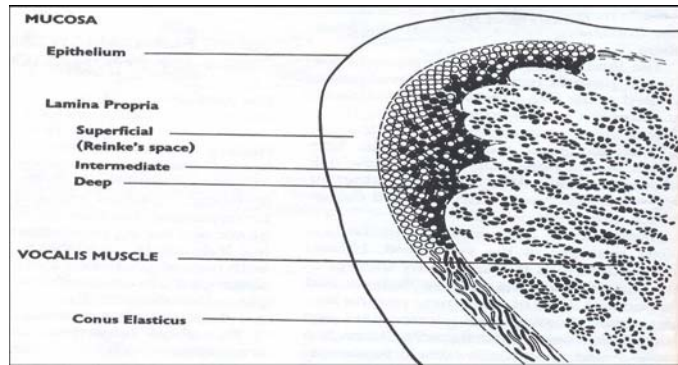
sağlanabilmesi karın solunumu ile mümkündür. Sistemin doğru çalışmaması kompensatuar larengeal biyomekaniklerin devreye girmesi ile fonksiyonel ses bozukluklarına zemin hazırlamaktadır (17).

2.3.2. Fonasyon

Vokal kordların titreşimi ile meydana gelir. Glottisten kaynaklanan sese “primer larengeal ton” veya “glottik ses” denir. İnsan vokal kordu katmansal bir yapıya sahiptir. Hirano, histolojik katmanları tanımlamış ve “örtü-gövde modeli” kavramını ortaya koymuştur (18,19).

Histolojik olarak vokal kordlar beş tabakadan meydana gelmektedir. Bunlar; epitel, lamina proprianın yüzeyel, orta ve derin tabakaları ile m.vocalistir. Lamina proprianın yüzeyel tabakası, çok az miktarda elastik ve kollajen liflerle yine çok az sayıda fibroblast içeren gevşek bir dokudan oluşmaktadır. Bu tabaka Reinke boşluğu olarak da bilinir. Histolojik olarak beş tabakadan oluşan vokal kord, fonksiyonel olarak üç kısma ayrılmaktadır (20).

- a) **Örtü:** Epitel ve lamina proprianın yüzeyel tabakası.
- b) **Geçiş bölgesi:** Lamina proprianın orta ve derin tabakalarından oluşur.
- c) **Gövde:** M.vokalis oluşturur.



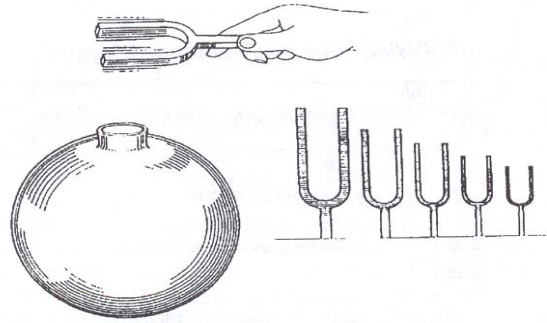
Sekil 2. Hirano'nun “örtü-gövde modeli” tanımına göre vokal kordun histolojik yapısı (21).

2.3.3. Rezonasyon

Primer larengeal tonun amplifiye ve modifiye edilmesidir. Bu işlev, supraglottik hava yollarının (supraglottik larenks, orofarenks, nazofarenks, oral kavite, nazal kavite ve paranazal sinüsler) tınlaması ile gerçekleştirilir (22). Bu havayollarının çeperinde kas,

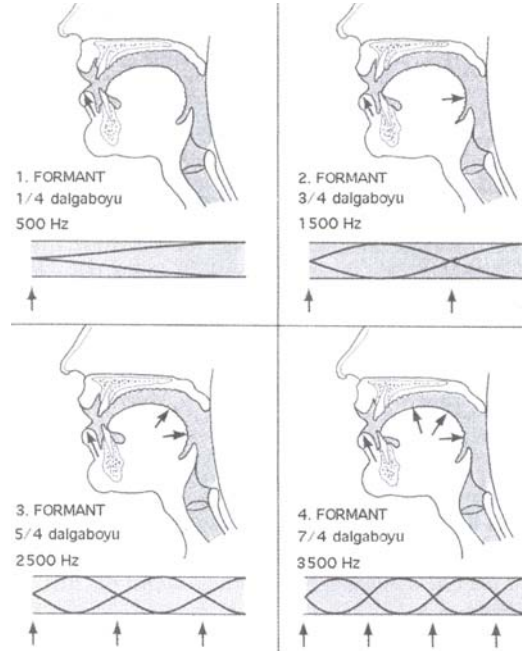
kıkırdak ve baş dokusu bulunmaktadır. Bu sebeple, vokal traktusun duvarları sesi amplifiye ve absorbe edebilme özelliğine sahiptir. Bu yapıların anatomik ve fizyolojik anormallikleri, örneğin nazal konjesyon veya tonsiller hipertrofi gibi, vokal kordlarda belirgin bir patoloji olmaksızın ses kalitesinde bozulmaya sebep olmaktadır (23,24).

Değişik frekanslarda titreşim üreten diapozonlar içi boş, yuvarlak ve küçük bir ağzı bulunan kürelerin (Helmholtz rezonatörü) ağız kısmına yakın bir yerde titreştirilirse, diapozon seslerinin bazen yükseldiği, bazen de alçaldığı kaydedilir (25).



Sekil 3. Küresel cismin (Helmholtz rezonatörü) yanında titreştirilen diapozonun sesini, cisim yükseltir veya alçaltır.

İnsanlarda mevcut rezonatör sistemlerin yapısı Helmholtz'un rezonatöründen daha farklı olarak birçok rezonans frekansına sahiptir. İnsanlardaki rezonans boşlukları şekil değiştirebildikleri için de müzik aletlerinden ayrı bir sistemle çalışırlar. Şekil değişiklikleri bazı frekansları yokederken bazılarını çoğaltır. Bu frekans yoğunluklarına “**Formant**” adı verilmektedir (26). Formant, genel anlamda, bir rezonatörün belirli bir frekans aralığında titreşimleri kuvvetlendiren rezonans bölgeleridir. Vokal traktustaki formantlar da belirli frekanslardaki sesleri amplifiye ederler. İnsanlarda 4-5 formant bulunur. Formantlar düşükten yüksek frekanslara doğru F1, F2, F3, F4 şeklinde sıralanabilir (27,28).



Şekil 4: Formant oluşumundaki rezonator bölgeleri gösterilmektedir.

Formant frekansı, rezonatörün boyutsal özelliklerine göre belirlenmektedir. Rezonatörün volümü küçük olursa, rezonans frekansı da yükselir. Vokal traktusun uzunluğu ve biçimi, yaş ve cinsiyete bağlıdır. Kadınların ve çocukların erkeklere göre daha kısa bir 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. Bu özellik, bir şarkıcının orkestra sesinden bile daha yüksek bir şekilde sesini duyurabilmesini sağlamaktadır.

Şarkıcılar genellikle 3. formantı kullanırlar. Buna “singers formant” ismi de verilmektedir. Bu formant, ses sanatçıların veya konuşmacıların sesindeki ahenkten sorumludur. Şarkıcı formantı 2300 ile 3200 Hz arasındaki frekanslarda oluşmaktadır (18).

2.3.4. 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. Artikülatörlerin hareketleri sonucunda, ünlü ve ünsüz sesler meydana gelir (23). Her ses için artikülasyon bölgesi ve tarzı farklılık göstermektedir.

2.4. Konuşmayı Oluşturan Sesler

Temel olarak iki gruba ayrılmaktadır.

1. Ünlüler (vowel)
2. Ünsüzler (consonant)

2.4.1. Ünlüler

Ünlülerin oluşumunun temel dinamiği, supralarengeal boşlukların şekillerini ve büyüklüklerini değiştirerek farklı seslerin oluşmasıdır. Bu seslerin oluşum sürecinde mekanik olarak akciğerlerden gelen hava akımına direnç yok denecek kadar azdır. Ünlüler, oluşumları esnasında dil ve ağız boşluğunun aldığı şekillere göre üç boyutta incelenmekte ve bu özelliklerine göre gruplandırılmaktadır (29).

1. Ön-arka
2. Yükseklik-alçaklık
3. Yuvarlaklık-düzlük

Ön-arka tanımı dilin kavisli veya bombeli kısmının yatay düzlemde nerede olduğu ile ilişkilidir. Yükseklik-alçaklık olarak adlandırılan grup, ağız boşluğunun dil ve çene oynatılarak ne kadar açık hale getirildiği, yuvarlaklık-düzlük ise dudakların büzülüp büzülmediği ile belirlenir. Ön-arka ve açık-kapalı diye adlandırılan iki aksta hareket eden dil öne doğru yığılır ve dişler de temasa geçerse /i/ ve /ü/ sesleri çıkar. Bu seslerin artikülasyon bölgesi öndedir ve kapalıdır. Dil ağız tabanında ve damaktan uzakta ise artikülasyon bölgesi ortadadır ve açıktır bu şekilde oluşan ses /a/ dır. Eğer dil yumuşak damağa doğru yığılırsa ve geçiş bölgesi dar olursa /u/ sesi çıkar. Türkçe’de ünlülerden /i/, /ü/, /ö/, /e/ sesleri ön grubu, /a/ sesi arka-orta grubu ve /ı/, /o/, /u/ sesleri arka grubu oluşturur (30,31).

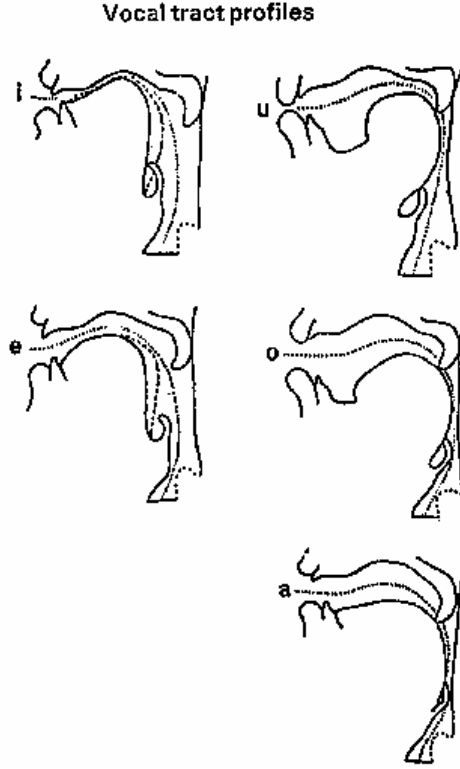
Ünlü sesleri ince-kalın ve dar-geniş olarak da şu şekilde ayırabiliriz.

İnce sesler: /i/, /ü/, /e/, /ö/

Kalın sesler: /u/, /o/, /a/, /ı/

Dar sesler: /ü/, /u/, /ı/, /i/

Geniş sesler: /e/, /ö/, /o/, /a/



***Sekil 6:** Ünlü oluşumunda vokal traktın her ses için aldığı pozisyon şematik olarak gösterilmektedir (33).*

2.4.2.Ünsüzler (Konsonantlar)

Ünsüz seslerin oluşumunda hava akımına karşı direnç etkilidir. Sesin oluşumu sırasında akciğerlerden ve larenksten gelen hava akımı tamamen bloke edilir, kısıtlanır ya da saptırılır. Ünsüzler artikülasyon biçimine göre sınıflandırılmaktadırlar. Bununla birlikte artikülasyon bölgesi ve titreşim durumuna göre de sınıflandırılmaktadır. Bu özelliklere göre ünsüzler 3 gruba ayrılır (34).

2.4.2.1.Artikülasyonun oluşum tarzına göre ünsüzler

2.4.2.2.Artikülasyon bölgesine göre ünsüzler

2.4.2.3. Sesin oluşumu esnasında ses tellerinin titreşimine göre ünsüzler

2.4.2.1. Artikülasyonun oluşum tarzına göre ünsüzler

Artikülasyonun oluşum tarzı, havanın akciğerden ve larenksten geçişi sonrası ağız boşluğuna ulaştığında, havanın ağız boşluğundan dışarıya hangi şekilde salınacağını belirtir. Bu özelliğe göre ünsüzler 6 alt gruba ayrılmaktadır (33,35).

2.4.2.1.1. Patlamalı-kapantılı ünsüzler (Plosives - Stops)

Hava akımının ağız boşluğunda tamamıyla bloke edilerek oluşturulan seslerdir. Bu blokajın arkasında biriken hava basıncı blokaj açıldığı zaman patlayarak boşalır. /p/,/b/,/t/,/d/,/k/ sesleri bu gruba girer.

2.4.2.1.2. Sürtünmeli ünsüzler (Fricatives)

İki artikülatörün birbirine yaklaşarak, daralan aralıktan havanın türbülansla oluşturduğu seslerdir. /s/,/z/,/ş/,/j/,/f/,/v/ sesleri bu gruptadır.

2.4.2.1.3. Yarı-kapantılı ünsüzler (Affricates)

Bu sesler kapantılı şekilde başlayıp sürtünmeli olarak devam eden seslerdir. /ç/,/c/ sesleri bu gruptadır.

2.4.2.1.4. Genizsi sesler (Nasal)

Ağız boşluğunun tamamen bloke edilip havanın burun boşluğundan dışarı verilmesiyle çıkarılan seslerdir. /m/,/n/ sesleri bu gruptadır.

2.4.2.1.5. Yarı ünlü sesler (Semi-vowels)

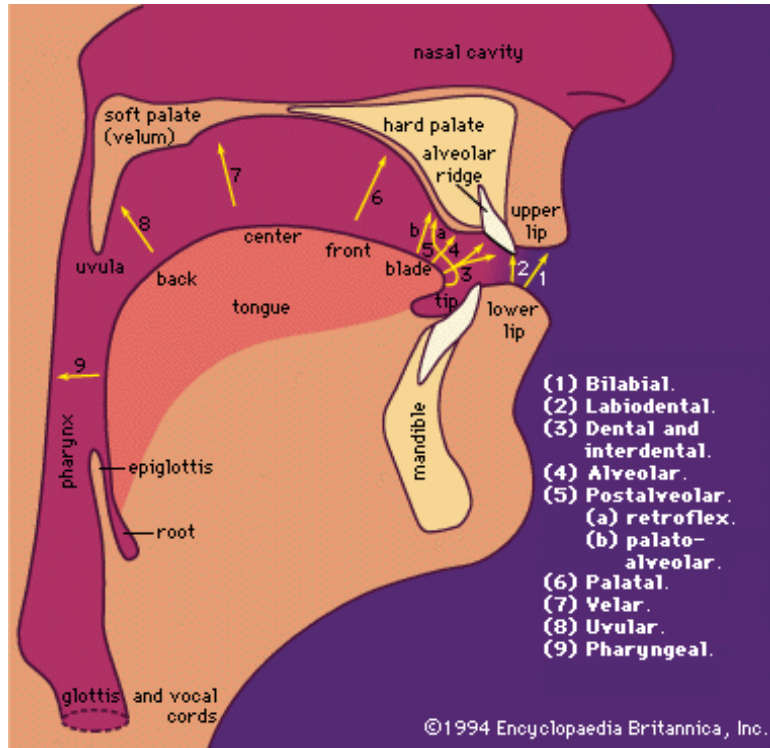
Ünlü özellikleri taşıyan seslerdir. Bu seslerde havanın önü ne ünlülerdeki gibi çok açık ne de ünsüzlerdeki gibi çok kapalıdır. /y/ sesi bu gruptadır.

2.4.2.1.6. Akıcı (Liquid) ünsüzler

Hava enerjisinin serbestçe salınması ile oluşan seslerdir. /r/,/l/ sesleri bu gruptadır.

2.4.2.2. Artikülasyon bölgesine göre ünsüzler

Artikülasyonların olduğu anatomik bölgeye göre tanımlanan sınıflamadır. Artikülasyon bölgeleri 1. Dış-labial, 2. İç-labial, 3. Dental, 4. Alveolar, 5. Post-alveolar, 6. Pre-palatal, 7. Palatal, 8. Velar, 9. Uvular, 10. Farengeal, 11. Glottal, 12. Epiglottal, 13. Radikal, 14. Postero-dorsal, 15. Antero-dorsal, 16. Laminar, 17. Apikal, 18. Sub-apikal bölgeler olarak adlandırılır (36).

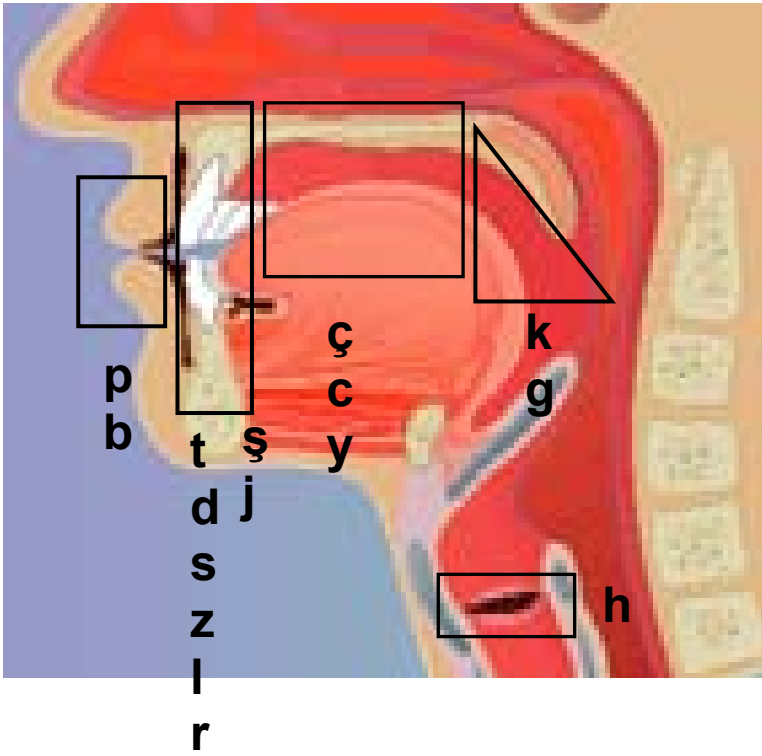


Şekil 7: Yukarıdaki şekilde artikülasyon bölgelerini görmekteyiz (37).

Bu artikülasyon bölgelerinin alt grubu olarak bir de artikülasyon daralma alanları vardır. Artikülasyon daralma alanları şunlardır (36).

- Bilabial: İki dudağın arasındır.
- Labiodental: Alt dudak ve üst ön dişlerin arasındır.
- Linguolabial konsonant: Dilin ön kısmı ile üst dudak arasındır.
- Dental: Dilin ön kısmı ile ön dişlerin üst noktası arasındır.
- Alveolar konsonant: Dilin ön kısmı ile diş alveolu arasındaki bölgedir.

- Postalveolar konsonant: Dilin ön kısmı ile diş alveolunun arka noktası arasındaki bölgedir.
- Retrofleks: Dilin arkaya doğru kıvrılarak sert damağa temas etmesiyle oluşan bölgedir.
- Palatal: Dilin orta kısmı ve sert damak arasında kalan bölgedir.
- Velar: Dilin arka kısmı ile yumuşak damak arasında kalan bölgedir.
- Uvular: Dilin arka kısmı ile uvula arasında kalan bölgedir.
- Farengeal: Dil kökü ve farenks arasındaki bölgedir.
- Epiglottto-farengeal: epiglot ve farenks arasındaki bölgedir.
- Epiglottal: epiglot ve ariepiglottal bölgeler arasındır.
- Glottal: Glottis bölgesidir.



Şekil 8: Ünsüz harflerin oluşum bölgeleri gösterilmektedir (38)

	BILAB.		LABIO-DENTAL		DENTAL		ALVEOL.		POST-ALVEOL.	RETRO-FLEX		PALATAL		VELAR		UVULAR		PHARYN-GEAL	GLOTTAL	
PLOSIVE	p	b			t	d	t	d		t	ɖ	c	j	k	g	q	ɢ		ʔ	
NASAL	m	m	ɱ	ɱ	n	n	n	n		ɳ	ɳ	ɲ	ɲ	ŋ	ŋ	ɴ	ɴ			
TRILL	ʙ	ʙ			ʀ	ʀ	ʀ	ʀ								ʀ	ʀ			
TAP OR FLAP								ɾ			ɽ									
FRICATIVE	ɸ	β	f	v	θ	ð	s	z	ʃ	ʒ	ɕ	ʝ	x	χ	χ	ʁ	ħ	ʕ	h	ɦ
LATERAL FRICATIVE							ɬ	ɮ												
APPROXIMANT			ʋ				ɹ			ɻ		j		ɰ						
LATERAL APPROXIMANT							l			ɭ		ʎ		ʟ						

Şekil 9: Uluslararası fonetik alfabede ünsüzlerin yerleşimi tabloda belirtilmiştir (39).

2.4.2.3. Sesin oluşumunda ses tellerinin titreşiminin olup olmamasına göre ünsüzler

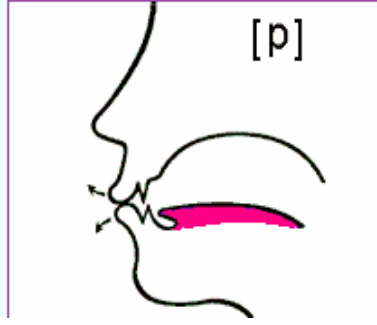
Ötümlü sesler

Artikülasyon oluşumu sırasında ses telleri titreşmesi ile oluşan sesler ötümlü seslerdir. /b/, /c/, /d/, /g/, /j/, /v/, /z/ sesleri bu gruptadır.

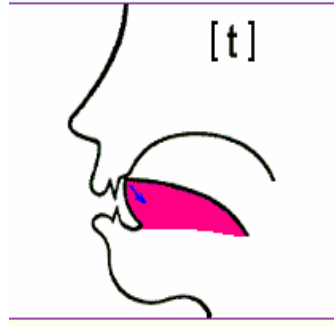
Ötümsüz sesler:

Artikülasyon oluşumu sırasında ses telleri titreşmesi olmayan sesler ötümsüz seslerdir. /p/, /ç/, /t/, /s/, /ş/, /k/, /f/ sesleri bu gruptadır.

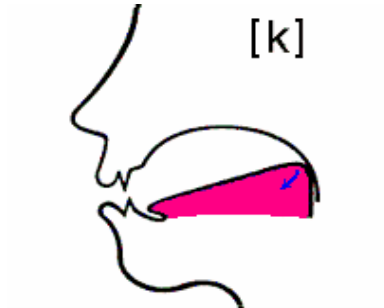
Çalışmamızda tercih ettiğimiz /p/, /t/, /k/ sesleri de plosive ve ötümsüz seslerdir. Bu seslerin oluşumu esnasında dilin ağız boşluğu içerisinde aldığı pozisyonlar sırayla şöyledir.



Şekil 10: Bilabial (çift dudak), patlamalı, ötümsüz /p/ sesi (40).



Şekil 11: Alveolar (diş ardı), patlamalı, ötümsüz /t/ sesi (40).



Şekil 12: Yumuşak damak (velar), patlamalı, ötümsüz /k/ sesi (40).

2.5. Akustik Analiz

Akustik analiz ses sinyalinin elektronik ortamda incelenmesidir. Ses analizi ile sesin sinyal parametreleri değerlendirilmektedir. Bu parametreler son yıllarda ses bozukluklarının incelenmesinde, medikal ve cerrahi sonuçların değerlendirilmesinde sıkça kullanılmaktadır (41). Bilgisayarlı ses analiz ve kayıt sistemlerinin gelişmesi özellikle foniatri alanında büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Konuşma sesinin en detaylı incelemesi ses spektrografisi adı verilen akustik analiz yöntemi ile yapılmaktadır. “Sesin fotoğrafı” olarak da adlandırılan ses spektrografisi, akustik dalgaları en temel komponentlerine ayırmaktadır. Ses “spektri” nin (tayf) frekans/zaman boyutundaki haline “spektrogram” denir. Sonogram ve sonografi terimleri ise aynı anlamları ifade etmektedir (42). Ses spektrografisi sesin fiziksel özellikleri ile ilişkilidir.

2.5.1. Fourier Teoremi

Spektrografinin temelini oluşturan ve 1808’de Napoleon tarafından Baron payesi verilen Jean Baptiste Joseph Fourier tarafından edilen bu teoreme göre, *“her türlü periyodik devamlı ve karmaşık dalga formu frekansları, amplitüdüleri ve fazları farklı bir dizi basit sinüzoidal dalgalardan oluşur”*. Bu dalgaların her birinin frekansı “Fo” olarak kodlanan bir temel frekansın katları şeklindedir. Bu tekrarlayan dalgalara “harmonikler” denir. Fourier analizi sayesinde kompleks vibrasyonlar basit harmonikler tarzında ayrıştırılıp, parçalarına ayrılır. Her matematik kuralın fizik dünyasına tatbikinde olduğu gibi, FT’nin ses spektrografisinde kullanımında da bir takım problemler vardır; çünkü konuşma sesi kısmen periyodiktir ve her zaman devamlılığı yoktur. Bu nedenle, konuşma sesi sinyali bölgelere ayrılıp küçük ve belli zaman aralıkları içinde analiz edilir. Ancak bu sayede bilgisayarlara adapte edilebilen teori Fast Fourier Transformer (FFT) sistemi adıyla tüm modern spektrograflarda kullanılmaktadır. Bu sayede akustik analiz çok hızlanmıştır (41).

2.5.2. Linear Prediktif Kodlama (LPK)

FFT konuşma sesini analizde temel ilke olmasına karşın sesin spektrumunu analiz etmek için geçerli tek metod değildir. Yakın zamanda geliştirilen LPK'nın iki kökeni vardır. Zaman değişkeni bazında bir seri içindeki düzenli hareketleri tanımlayan istatistik formül ve sinyal transferinde kullanılan mühendislik metodları. Sinyalin taşınmasındaki en büyük ve klasik problem kullanılan kanalın kapasitesidir. LPK'ya göre her bir dijital konuşma sinyal örneği kısmen de olsa bir önceki sinyalden tahmin edilebilir. Diğer bir deyişle LPK hipotezine göre bir bütünden alınan her bir örnek bir öncekinin lineer katsayısıdır. Bunu şöyle formüle etmek mümkündür:

$$X(n) = a_1[x(n-1)] + a_2[x(n-2)] + \dots - e(n)$$

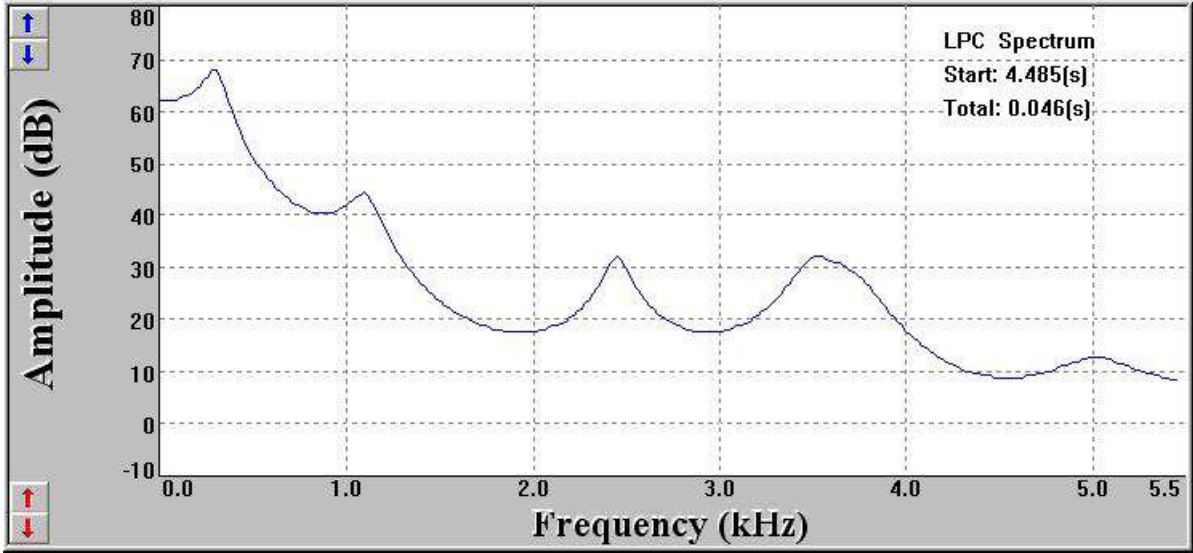
Bu denkleme göre $x(n)$ zamanındaki örnek $[x(n-1)]$ diye tanımlanan bir önceki zaman diliminin a_1 ağırlığı, artı $[x(n-2)]$ diye tanımlanan iki önceki zamanın a_2 ağırlığı, ... , eksi toplam örnek "n" kadar "e" hata kat sayısı. Oldukça karmaşık görünen bu formüle göre sinyal aynı seviyede kaldığı sürece değişen tek parametre ilerleyen zamandır. Bu sistem kıtalar arası telefon konuşmalarının uydu kanalı ile transferinde bir kanaldan azami derecede faydalanmak için yaratılmıştır (41).

LPK analiz, FFT gibi zaman / frekans boyutundaki grafiklerle gösterilir. LPK doğrudan formant frekanslarını ve amplitüdlerini gösterirken, FFT temel frekansın harmoniklerini (katsayılarını) gösterir.

FFT ile yapılan analizin dalga spektrumunda formantların frekansı, amplitüdü en yüksek harmoniğin frekansından ölçülebilir. Burada en önemli koşul F_0 frekansının fazla yüksek olmamasıdır. F_0 100-300 Hz arasında ise F_1 ve F_2 'nin LPK ve FFT ölçümleri arasında +/- 60 Hz fark vardır; bu da küçümsenebilecek bir değerdir. F_0 350 Hz den büyükse her iki metotta da hata payı artmaktadır. LPK bir grup harmoniği zarf gibi kaplar ve tepe noktasını o formantın frekansı olarak belirler. FFT spektrumunda F_0 her iki harmonik arasındaki farka uymaktadır.

Bütün bu ölçüm metodları, ses jeneratörü doğal şeklinde olan insanlar içindir. Fundamental frekansın üretildiği yer olan glottik kompartmandaki herhangi bir değişiklik F_0 frekansının sabitlemesini (çünkü tam düzenli olmayan titreşim) engeller ve minimal-

maksimal değerlerinin arasını açar. Örneğin parsiyel larenjektomililer veya total larenjektomililer (özafagus konuşması veya protez). Odio-fonatur feed back mekanizmasının bozulduğu derin işitme kayıplarında gerek larenks kaslarının gerekse diğer fonatur kasların kontrolünün zayıflaması sonucu ortaya çıkan konuşma bozukluklarında sadece Fourier analizi kullanılır (41).



Şekil 13: FFT sonucu bulunan harmoniklerin tepe intensite değerlerinin işaretlenmesi ile elde edilen LPK ve intensite tepe noktalarının yoğunlaştığı bölgeler olan formantlar (F1, F2, F3, F4) görülmektedir

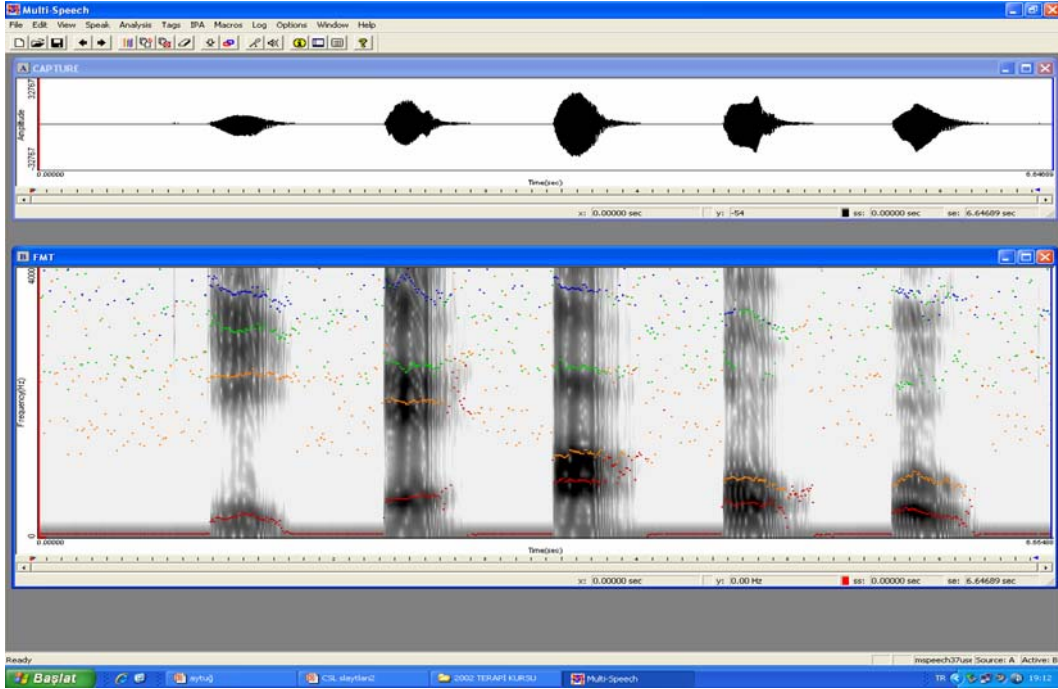
2.5.3.Filtreler

Spektrografide en çok kullanılan metot konuşma sesi sinyalini band geçirgen filtreler ile süzmektir. Bu belli bir frekans aralığındaki sesin filtreden geçmesi, bunun üstündeki ve altındaki frekans değerlerindeki ses dalgalarının süzülerek işlem dışına alınması demektir. Geniş bantlı filtreler ile analiz hızlı olurken, frekans rezolüsyonu zayıftır ve zaman içindeki değişiklikleri incelemeye kullanılır. Dar bantlı filtrelerde ise bu tam tersinedir ve ancak hassas frekans analizinde kullanılır.

2.5.4. Spektrografi Parametreleri

2.5.4.1. Formant Frekansları

Ünlü seslerin tanınmasında en önemli kriterdir. Her kişide bu F1 ve F2 değerleri ve her iki formantın birbirlerine uzaklıkları aynı içerikte kullanılmış sesli harfler için hemen hemen sabit ve tipiktir. Sese tınısını ve rengini F1 ve F2 ağırlıklı olmak üzere ilk 3 formant vermektedir. Modern spektrograflarda bu değer otomatik olarak yapılabildiği gibi, daha önce bahsettiğimiz gibi FFT ve LPK veya dar band spektrograftan da kolaylıkla bulunabilir (41).



Şekil 14: Formant frekansları ve formant aralıkları gösterilmektedir.

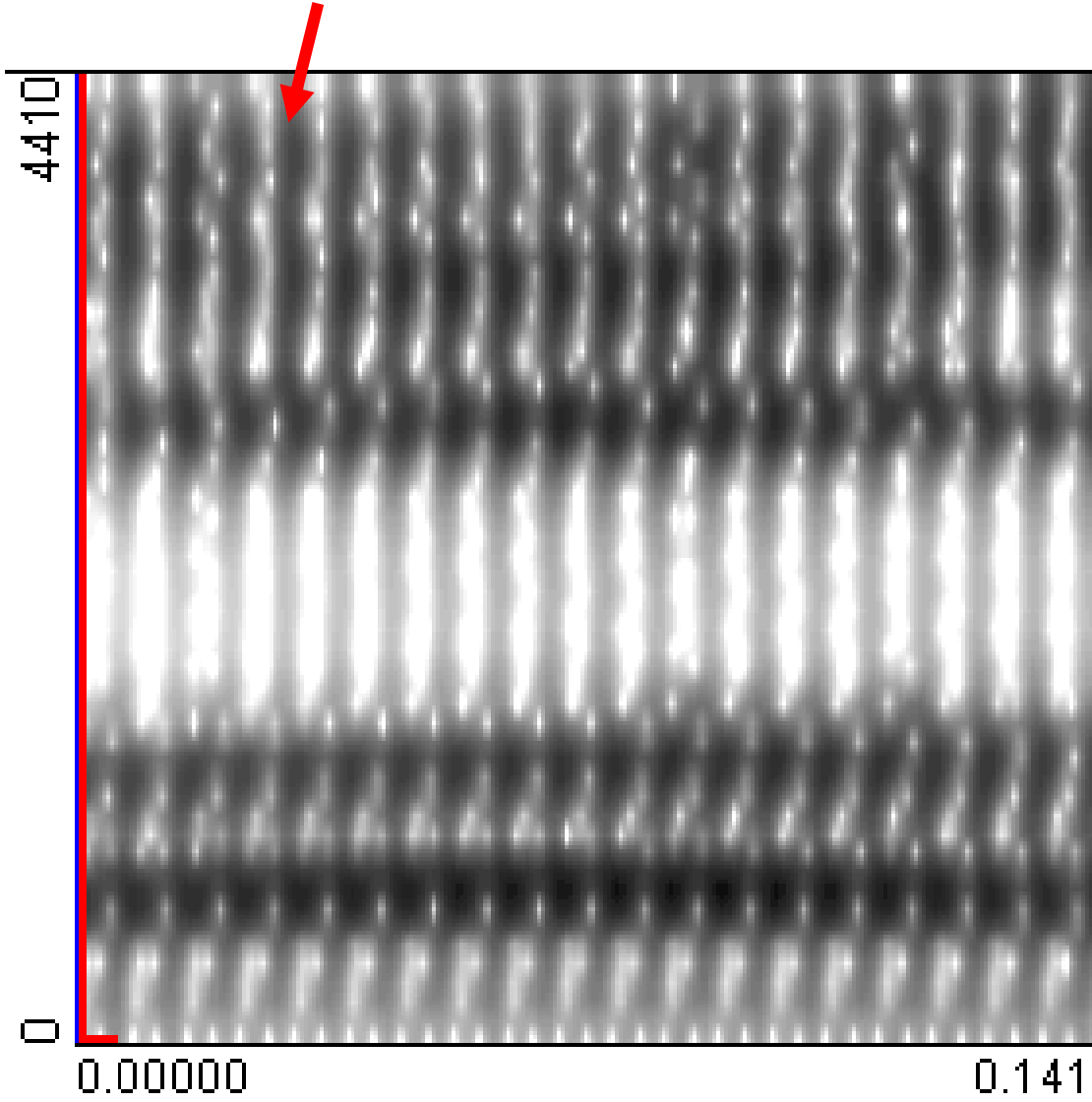
2.5.4.2. Formant aralıkları

Formantlar tespit edildikten sonra iş basit bir matematik işlemidir. Fonetikte önemli diğer bir kavram da vokalik alan deneni parametredir. F1- F2 arasındaki mesafedir. Bu aralık oral vokal traktusun geniş kullanılmasına bağlı doğru orantılı olarak artar.

2.5.4.3. Burst barr spektrumu

Patlayıcı sessiz harflerde ölçülen bu parametre spektrogramda dikine ve kısa süreli (5-10 milisaniye) bir enerji dalgası olarak gözükür. Artikülasyon noktaları arkasında sıkıştırılmış havanın birden bırakılmaması ile oluşan havanın yarattığı akustik bir pertürbasyondur.

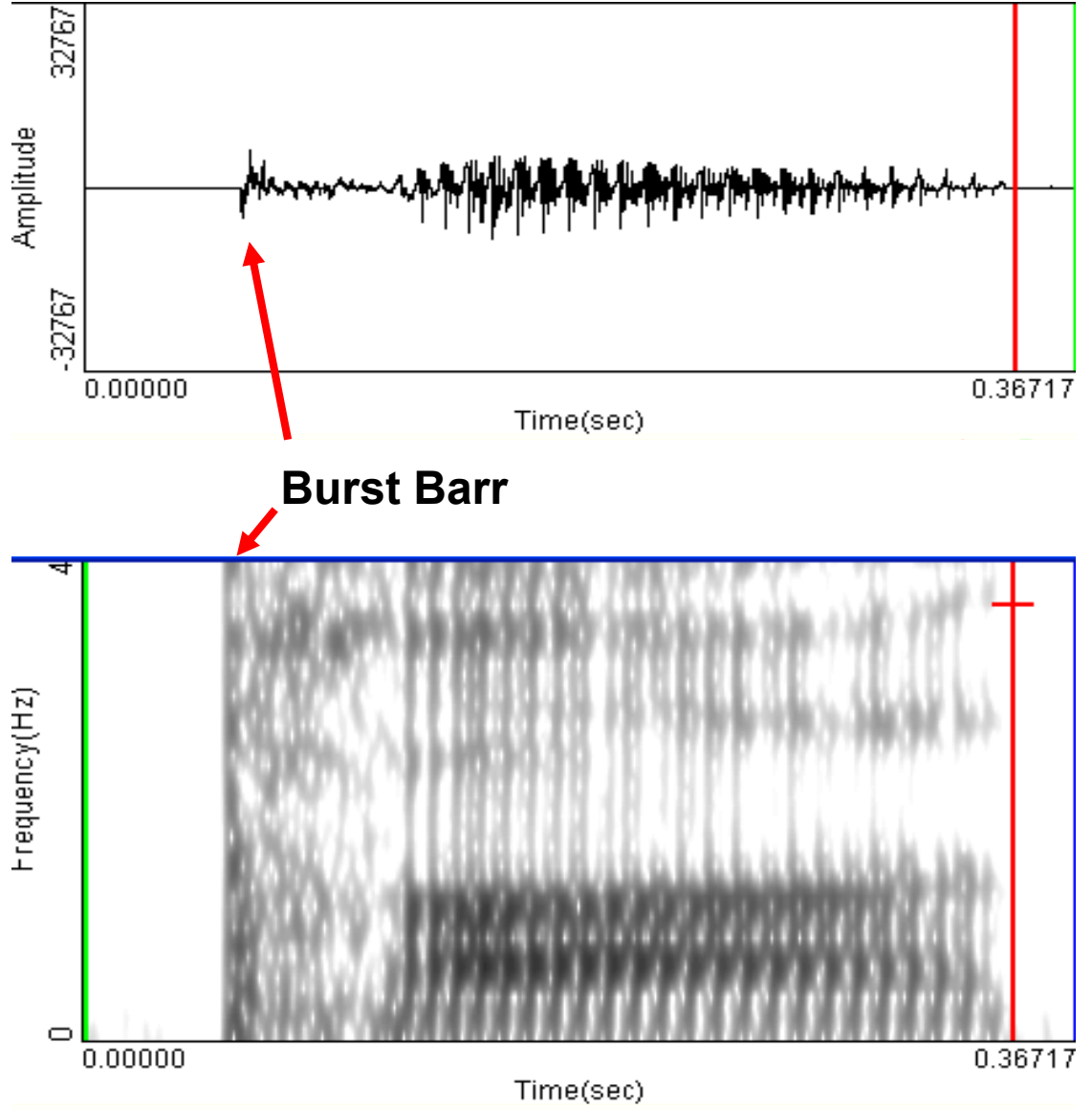
Burst Barr Spektrumu



Şekil 15: Burst barr spektrumu gösterilmektedir.

2.5.4.4. Burst barr morfolojisi

Patlayıcı ünsüz seslerde kullanılır. Konuşma organlarının tam kontrolü olmadığı (uzun süreli tam işitme kaybı) veya herhangi bir nedenden dolayı konuşma organlarında hasarı olan kişilerde konuşmanın gelişimini takipte kullanılır.



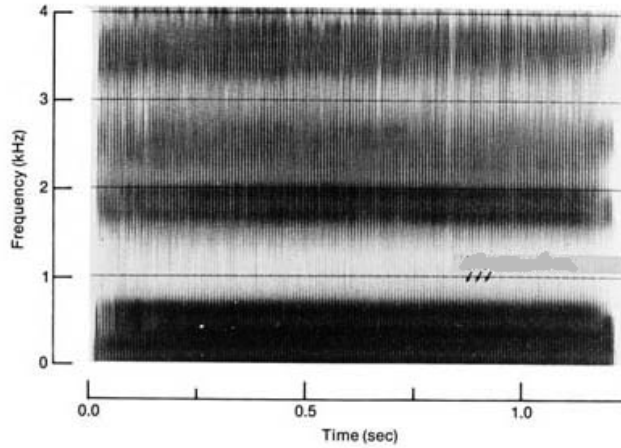
Şekil 16: Burst barr morfolojisi; uzun okla gösterilen görüntü osilografik görüntü, kısa ok ise spektrografik görüntüdür.

2.5.4.5. Transition of formant (TF)

Spektrogramda sessiz harften sesliye geçiş bölgesinde, sessiz harfin patlama çubuğu ile sesli harfin formantlarının uyum sağladığı bölgedir. Patlama sesini yaratan dil, dudaklar ve ağız boşluğu, sesli harfin formantlarını yaratabilmek için yeni bir şekil alırlar. Bu nokta formantların geçiş bölgesidir. Spektrografik olarak geçiş açısı (başlangıcı ve sonu, yani formantın düzenli ve aynı seviyede devam ettiği kısım arasındaki frekans farkı) ve geçiş süresi ölçülür. Bu, konuşmanın değerlendirilmesinde ikinci derecede önemlidir ve kullanılan fonemlerin anlaşılabilirliğinde önemli yer tutar.

2.5.4.6. Geniş band spektrogramlar

Spektrografik incelemede koyu alanlar sesin şiddetini, koyu düşey paralel çizgiler frekans alanındaki büyük genlik geçişlerini belirtir. Bu çizgilerin her biri gırtlak dürtüleri sonucu ses yolunda oluşan havanın tınısını gösterir. Perde (pitch) olarak tanımlanan çizgileri ünlülerde daha ayrıntılı oluşur. Perde değeri ölçülecek kelimenin başlangıç ve bitiş yerleri zaman ekseninde tespit edilir, bu aradaki düşey paralel çizgiler sayılır ve zamana bölünür (örnek : vuru sayısı 15, zaman 0,117 ise perde değeri 128 Hz bulunur).



Şekil 17: Geniş band filtre kullanılarak elde edilmiş spektrogramda koyu renkli bölgeler yoğunluğun arttığı yerleri göstermektedir.

2.5.4.7. Dar band spektrogram

Spektrografik analiz 512 Hertz ve üzeri band aralıklarında filtrelenmesi ile elde edilen bir inceleme tekniğidir. Dar band spektrogramlar, periyodik sinyallerin fourier tekniği ile ayrıştırılması sonrasında harmoniklerin zaman (x), frekans (y) ekseninde temel frekansın integer katları olarak görüntülenmesidir. Her bir harmonik farklı amplitüd seviyelerinde formant bölgelerindeki yoğunluklarına paralel bölgelerde enerji dağılımlarına uygun olarak görüntülenmektedir.

2.5.4.8. Frikasyon enerjisinin alt sınırı (the lower limit of friction)

Frikatif olarak tanımlanan sesler periyodik olmayan gürültü, hışırtıdır. Vokal traktusun bir veya daha çok sayıdaki dar noktasından süratle geçen havanın aerodinamik türbülansından doğan bu sesin spektrografik analizinde saptanan “frikasyon enerjisinin alt sınırı” değeri kesin olmayan iki parametreden biridir. Labio-dental (f,v) sesler diğerlerinden enerjilerinin azlığı ile ayırt edilir (41).

2.5.4.9. Frikasyon spektrogramının morfolojisi

Her ne kadar formantik yapıları yok ise de spektrogramda her sesin kendisine özgü enerjiden daha yoğun bölgeleri mevcuttur. Bu parametre konuşma organlarının tam kontrolü olmadığı (uzun süreli tam işitme kaybı) veya herhangi bir nedenden dolayı konuşma organlarında bir hasarı olan kişilerde konuşmanın gelişimini takipte kullanılır.

2.5.4.10. Voice Onset Time (VOT) (Sesin Başlama Süresi)

Patlayıcı ünsüz seslerin aynı artikülasyon bölgelerinde oluşan (p/b), (t/d), (k/g) çiftlerini birbirinden ayırd etmede kullanılan ideal bir yöntemdir (43). Seslendirilen bir harfin ilk sesi ile, ses tellerinin titreşmeye başlaması arasında geçen süreye Voice Onset Time (VOT) denir. VOT sesin başlama süresi ya da vokal kordların periyodik olarak titreşmeye başlama süresi olarak da tanımlanmaktadır. VOT’la ilgili çalışmalar ilk olarak 1964 yılında Lisker ve Abramson’un çalışmaları ile başlamış ve halen birçok dilin fonetik yapısının incelenmesinde ve standartlarının belirlenmesinde kullanılmaktadır (44). VOT aynı zamanda objektif bir zamansal akustik parametredir, ölçümü milisaniye değeri

üzerinden yapılmaktadır ve patlayıcı seslerin oluşumu için oral büzulmenin gevşemesi ile vokal kord vibrasyonlarının başlangıcı arasındaki süre olarak da ifade edilebilir (45).

Birçok araştırmacı VOT'u ötümlü ve ötümsüz durakların ayırımındaki en güvenilir akustik bulgu olarak kabul eder (46,47). Kelime başlangıçlı ötümsüz durakların üretimi vocal kordların glottal çarpışı olmadan nispeten açık bir pozisyonda durduğu artikulatuar kapanma periyodu ile ilgilidir. Bu kapanma periyodu esnasında intraoral basınç subglottal basınçla eşitlenene kadar hızla artar. Bu iki basıncın eşitlenmesi vocal kord vibrasyonunu inhibe eden aerodinamik bir ortam oluşturur. Bu sırada vokal kordlar ses oluşumunu durdurmak için aktif olarak abdukte (açık) durumdadır. Kapanma süresini sonlandırmak için oral temas gevşer, bu gevşeme de havanın ağızdan hızlı bir şekilde akışıyla ve intraoral hava basıncında hızlı bir düşmeye eden olur. Bu hava akışı geçici bir akustik enerji patlamasını oluşturur. Glottis artikulatuar gevşeme anında açık kalmasına rağmen, vokal kordlar bir sonraki ünlü (vowel)'yü oluşturacak glottal vibrasyonun başlaması için birbirine yaklaşır (48).

VOT artikülasyonun gerçekleştiği yere göre değişiklik gösterir. Fischer-Jorgensen, artikülasyon bölgelerine göre VOT değerini incelemiş ve kapanmanın daha geride olduğu seslerde VOT değerinin daha uzun olduğunu bildirmiştir (49). Lisker ve Abramson ise artikülasyonda daha genişlemiş temas bölgelerinin daha uzun VOT'a neden olacağını tespit etmişlerdir. Aynı zamanda artikülatör organın daha hızlı hareketi, daha kısa VOT'a neden olur (44). Aynı şekilde velar plosive seslerde de daha uzun VOT değerleri elde edilmiştir. Lindblom, Lisker ve Lehiste'nin yaptığı çalışmalarla da artikülasyon yeri aynı olsa da VOT'un konuşulan dile göre değişebileceği bulunmuştur (50,51,52).

Tablo1 : Çeşitli dillerdeki aynı seslerin VOT değerlerindeki farklar (51).

	Flamanca	İspanyolca	Macarca	Korece	
/p/	10	4	2	18	milisaniye
/t/	15	9	16	25	milisaniye
/k/	25	29	29	27	milisaniye

VOT değerleri ile ilgili değişimler 4 temel faktöre bağlıdır (53,54,55).

- 1.Aerodinamik kanunlar
- 2.Artikülatörlerin hareket hızı
- 3.Artikülatör teması derecesi
- 4.Glottal açılma bölgesinin değişimi

2.5.4.10.1.Aerodinamik kanunlar

Pek çok fonetisyen VOT farklarına katkıda bulunan faktörlerden birinin, kasılma noktasının arkasındaki supraglottal kavitenin genişliği ile ilgili olduğunu düşünmektedir (56). Sırasıyla velar (/k/,/g/) den alveolar (/t/, /d/) ya da bilabial (/p/, /b/) ye kadar artikülasyon bölgesi arkasındaki hacim artmaktadır ya da önündeki hacim azalmaktadır.

Sesi üretebilmek için vokal kıvrımlar arasında hava akımı oluşturacak bir basınç farkı olması gerekmektedir (57). Eğer oral boşluktaki hava vokal kıvrımların altındaki hava ile aynı ise, kıvrımların arasında hava akışı olmaz ve vibrasyon oluşmaz. Yine yapılan çalışmalarda artikülasyon bölgesi arkaya doğru kaydıkça gevşeme ve havanın serbest bırakılması aşamasında oluşacak intraalveolar basıncın daha yüksek olduğu belirtilmiştir (55).

Akciğerdeki hava ve vokal traktustaki hava tek bir hacim gibi düşünölmelidir. İşte bu hacim velar seslerde bilabial seslere göre daha düşüktür. Bir konuşma boyunca hava solunum kaslarının hareketi ile sıkıştırılır. Eğer sıkıştırılan hacim küçükse bu değerdeki azalma basıçta daha büyük bir artım sağlayacaktır. Sonuç olarak vokal traktustaki hava basıncı velar seslerde daha yüksek olabilir. Böylelikle kapanmanın arkasındaki basıncın düşmesi daha uzun bir zaman alacak ve vokal kıvrımlarda titreşimin başlaması için yeterli transglottal basınca izin verecektir. İkinci bakış açısına göre velar seslerin önünde daha geniş bir hava kitlesi vardır ve velar kapanmanın arkasındaki basınç yüksek olsa da olmasa da vokal sistemdeki havanın basıncındaki düşme velarlar için daha yavaş olacaktır. Sonuçta artikülasyon bölgesi diafragmaya yaklaştıkça VOT uzayacaktır (53).

2.5.4.10.2.Artikülatörlerin hareket hızı

Supraglottal boşlukların ölçüsündeki farkların etkisinin bildirimine ek olarak, VOT farkının, dilucunun ve de dudakların, dilin arkasından daha hızlı hareket etmesinden dolayı olduğu ileri sürölmüştür (56).

Bu yaklaşım Kuehn ve Moll'ün ünsüz-ünlü hecesi (ör. /pa/, /ta/) ile ünlü-ünsüz (/ap/, /at/) hecesinin artikulatör hızlarının bir “sineradiografik” çalışması ile desteklenmiştir (58). Kuehn ve Moll, artikülatuar hareketin dil ucu ile en hızlı, alt dudak için orta seviyede, dil sırtında en yavaş olduğunu belirtmiştir (58). İkinci düşünceye göre /p/ ve /k/ stopları arasındaki VOT farkının nedenlerinden biri çenenin bağlı olduğu dudak ve dil artikülasyon mesafelerini dinamik olarak etkilemesidir. Bu durumun artikulatörlerin kitlesel farklarından dolayı ve de çene hareketlerinin bu artikulatörleri farklı şekilde etkilemesinden dolayı olduğunu öne sürmüşlerdir (59).

Artikülasyon noktası çene ekleminden uzaklaştıkça hareket aralığı daha kolay sağlanabilmektedir. Dolayısıyla dudaklar, dilden daha hızlı ve kolay ayrılabilen bu da VOT değerinde kısalma yapmaktadır. Fakat buradan bilabial ve alveolar sesler arasındaki VOT farkının temel nedeni artikülatuar hızdır sonucu tam olarak çıkarılmamalıdır. Eğer artikülatuar hız VOT farkı için temel fizyolojik faktör olsaydı apikal alveolar durakların VOT değerlerinin her zaman bilabial ya da velar duraklara göre daha kısa olmasını bekleyecektik ki, bu bulguyu her zaman elde etmemekteyiz. Bu yüzden bu faktörlere ek olarak artikulatör temasının derecesi de önem kazanmaktadır.

2.5.4.10.3. Artikulatör temasın derecesi (temasın yaygınlığı)

VOT değişimleri artikulatörler arasındaki temas bölgesinin ölçüsü bakımından da kısmen hesaplanabilir (60). Velar seslerin temas bölgesi bilabial ve alveolar seslere oranla daha geniştir. Laminal ve apikal sesler arasındaki temas derecesinde de buna benzer bir fark vardır. Bu farklar için aerodinamik açıklama şunu getirir. Gevşemeyi takiben intraoral basıçtaki değişimin oranı, artikülasyon organının büzülmesi sırasında enine kesitsel alandaki artışın oranına bağlıdır. Bu anlamlı olarak artikülasyonun farklı bölgeleri için farklıdır ve temel olarak artikülatuar temasın derecesindeki farklılardan dolayıdır. Artikülatuar temas uzun ve büzüşme fazla olduğunda Bernouilli fenomeni etkisiyle artikulatörlerin emilerek büzülmeyi şekillendirmesi gerçekleşir. Velar seslerde dil gövdesi ve damak arasında yaygın bir temas olmasından dolayı daha büyük bir Bernouilli etkisi olur ve enine kesitsel alandaki değişim bilabial ve alveolar seslerle kıyaslandığında daha yavaştır (61). Bu durumdan dolayı kapanmadan dolayı intraoral basınçtaki azalma velar için yavaş bilabial için hızlıdır. Sonuç itibarıyla vokal kordların vibrasyon süreleri intraoral

basıncındaki azalma oranı ve hava akışındaki yoğunluk hızında artma oranı olarak adlandırılan iki aerodinamik faktörle belirlenir.

2.5.4.10.4. Glottal açılma bölgesinin değişimi

Yukarıda açıklanan faktörlere ek olarak Stevens sesler arasındaki VOT değeri değişikliğini farklı artikülasyon bölgelerine eşlik eden farklı glottal açıklık derecelerine bağlamaktadır. Glottisin sesin oluşumunda gevşeme anından önce az açık ya da çok açık olması ve gevşemedikten sonra açıklıkların azalma hızına göre VOT değerlerinde değişim olacağını bildirmiştir (61).

VOT değerini oluşturan, etkileyen ve seslere yönelik olarak farklılaşmasını sağlayan tüm bu genel teoremlere ek olarak VOT değeri yaşlara, cinsiyete, akciğer kapasitesi gibi çeşitli fizyolojik farklılıklara, işitme ve konuşma bozuklarına ve fonetikteki farklılıklara göre de değişmektedir (62,63,64).

Tablo2: VOT üzerine yapılan çalışmalarda, çeşitli Amerikan yerli gruplarının dillerinde elde edilen VOT (milisaniye) değerleri tabloda sunulmuştur (65).

Yerli Grupları	Bilabial ünsüzler	Dental üns.	Alveolar üns.	Velar üns.	Uvular üns.
Aleut			59	75	78
Apachi	13		15	31	
Dahalo	20	15	42	27	
Chickasaw	13	22	18	36	
Hupa	11	16		44	
Navajo	22		6	45	55
Tlingit		120		128	
Tsou	11		17	50-58	
Wari	19	26		56	

Bununla birlikte VOT değerinin (-) ve (+) olması da seslere göre farklılık gösterir. Genel olarak vokal kord vibrasyonu ötümlü seslerde olduğu gibi gevşemenin önüne geçerse VOT negatif değer alır ve özel olarak “voicing lead” olarak adlandırılır. Diğer taraftan vibrasyon gevşemenin sonrasında ise pozitif değer alan VOT “voicing lag” olarak adlandırılır. Eğer gevşeme ve ses aynı zamanda oluşuyorsa VOT “0” dır. Ses duraklarına (voiced stops) göre VOT değerleri 3 kategoride incelenebilir (66,67).

1. “Voicing lead” değerleri -125ms ile -75 ms arasındadır ve ortalama -100ms’dir. İtalyanca ses durakları bu gruptadır.
2. “Kısa voicing lag” 0 ile +25 ms arasındadır ve ortalama değerleri +10 ms’dir. İngilizce ses durakları bu gruptadır.
3. “Uzun voicing lag” +60 ile +100 ms arasındadır ve ortalama değeri +75 ms’dir. Aynı şekilde İngilizce ses durakları bu gruptadır (68).

Türkçe’nin fonetiği üzerinden VOT değerlerine ilişkin yapılan tek çalışmada mevcut VOT değerleri aşağıdaki tabloda şu şekilde bildirilmiştir (69).

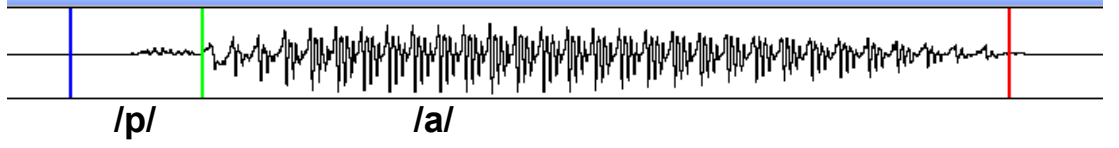
Tablo 3: /p/,/b/,/t/,/d/,/k/,/g/ nszleri için türkçe fonetiğindeki ortalama VOT değerleri

/p/	40,7 milisaniye (ms)
/b/	-65,9 ms
/t/	49,7 ms
/d/	-52,9 ms
/k/	69,4 ms
/g/	-9,7 ms

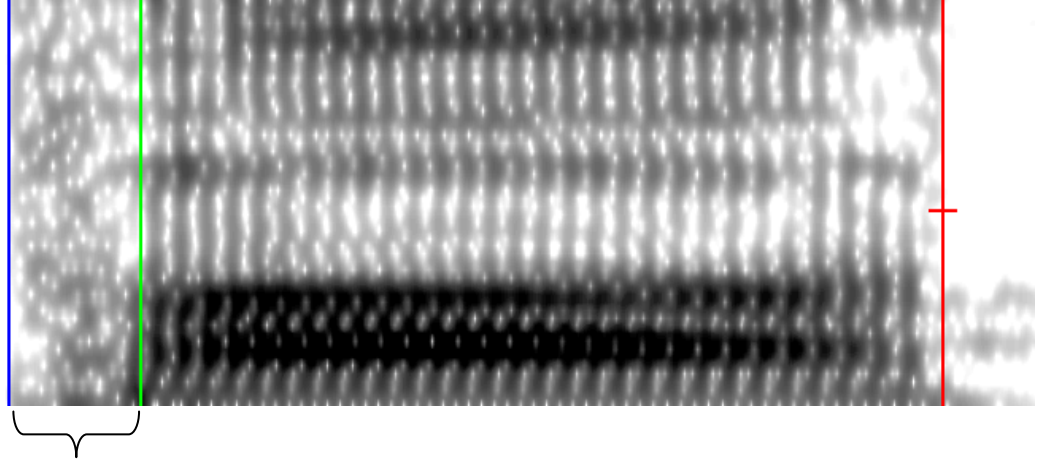
2.5.4.10.5. VOT un llmesi

Teknik olarak VOT’un ölçülmesinin ana prensibi spektrogramdaki geniş band kayıtlar üzerindeki düzenli dalga paternleri ile tespit edilmektedir. Ses enerjisinin gürültü enerjisi olarak tespit edilmeye başladığı andan düzenli vertikal dalga sinyalinin oluşumuna kadar geçen süre VOT değeri olarak tanımlanmaktadır (44).

Osilogram



Spektrogram



Ses Başlatım Süresi - VOT (milisaniye)

Şekil 18 : /pa/ sesi için için VOT değerinin hesaplanması gösterilmektedir

2.5.4.10.6.VOT'un önemi

VOT standartlaşmış dil yapılarında ortaya çıkabilecek lehçesel farklılıklar ve tıbbi bozuklukların da incelenmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Tıbbi açıdan akustik analizler etkilenen organların fonetik yapıda yaptığı değişikliklerin farklarını ortaya koymaktadır. Örneğin kesici dişlerde ekşiğe bağlı olan hastalarda bidental seslerin etkilenmesi beklenen bir durumdur. Dolayısıyla bidental seslerin akustik incelemelerindeki değişiklikler hem hastalığın ses üzerindeki etkilerini incelemede hem de tedaviye alınan yanıtın başarısını değerlendirmede anlamlı bir bulgu vermesi beklenebilir.

Bizim çalışmamızda plosif sesler türkçe konuşan erişkin popülasyonda incelenmiş ve kronik nazal tıkanıklığa bağlı ağız solunumu yapan bireylerde ilgili artikülasyonlarda bir farklılık olup olmadığı araştırılmıştır.

2.6. Nasal Solunum ve Oral Solunumun Farkları

Nasal solunumun oral solunuma göre akciğer kapasitesi yönünden avantajı nasal solunumun total solunum yolu rezistansının % 50-60'ını tek başına karşılamasıdır (70). Eğer nasal solunum yerine oral solunum yapılırsa bu rezistans %20 oranlarına kadar düşmekte ve nasal rezistans oranlarında anlamlı bir farklılık oluşturmaktadır (71). Burun solunumunun bu avantajı çevresel hava basıncı ve alt solunum yolu hava basıncı arasında önemli bir farkın oluşmasını sağlamaktadır. Bu farklılığın pulmoner ve kardiyak alanlar olmak üzere iki sisteme önemli etkisi olmaktadır. Nasal solunumun pulmoner sisteme olumlu etkisi daha fazla periferik bronşiolun açılması ve daha düzgün alveolar ventilasyon ile sağlıklı gaz değişiminin sağlanmasıdır (72). Kardiyak sisteme olumlu etkisi ise daha yüksek negatif torasik basınç oluşumuna bağlı pulmoner-kardiyak venöz kan akımının daha iyi olmasını sağlar. Oral solunumda ise bu basınç farkları ve rezistansların sağlanamamasına bağlı kan oksijenasyonu istenilen düzeyde olmamaktadır (73). Bunun sonucunda solunum periyodunda artış oluşmakta ve solunum için harcanan efor daha fazla olmaktadır. Gerek karbondioksit seviyelerinin daha yüksek olması, gerekse efor sonucu oral solunum ile daha erken yorgunluk hissedilmektedir. İnspirasyon sürecinde yaşanan bu dezavantaj, sesin oluşumu için gerekli total enerjinin ekspirasyon safhasında da daha düşük olması ile sonuçlanmaktadır (74,75,76,77).

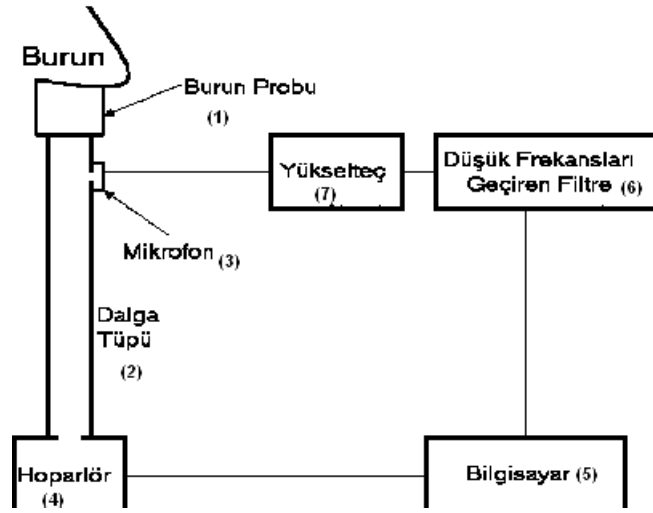
2.7. Burun Tıkanıklığının Değerlendirilmesinde Görsel Analog Skala ve Akustik Rinometri

İnsanda burun tıkanıklığının algısal olması problemiği, burun tıkanıklığını değerlendirmede de klinisyenlerini zorlamıştır. Özellikle burun tıkanıklığını objektive etme amaçlı ağrı skorlamasında kullanılan Görsel Analog Skala yöntemleri tercih edilmiş, teknolojinin ilerlemesiyle birlikte Rinomanometri ve Akustik Rinometri gibi yöntemler de klinik uygulamalarda yerini almıştır. Akustik rinometri yöntemi 1989'da Hilberg, Jackson ve Pedersen tarafından tanımlandı (78). Akustik rinometride, işitilebilen bir yansıyan ses dalgası bilgisayar ortamında alan mesafe grafiğine dönüşür. Nazal kaviteye akustik

sinyaller gönderildikten sonra yansıyan sinyallerin şiddeti, fazı, gecikme süresi kullanılarak darlığın miktarı ve lokalizasyonu hesaplanabilir.

Akustik rinometriyi oluşturan ekipmanın parçaları şunlardır;

1. Burun adaptörü
2. Ses dalgalarını taşıyan tüp
3. Mikrofon
4. Hoparlör
5. Bilgisayar
6. Ses filtresi
7. Yükselteç.

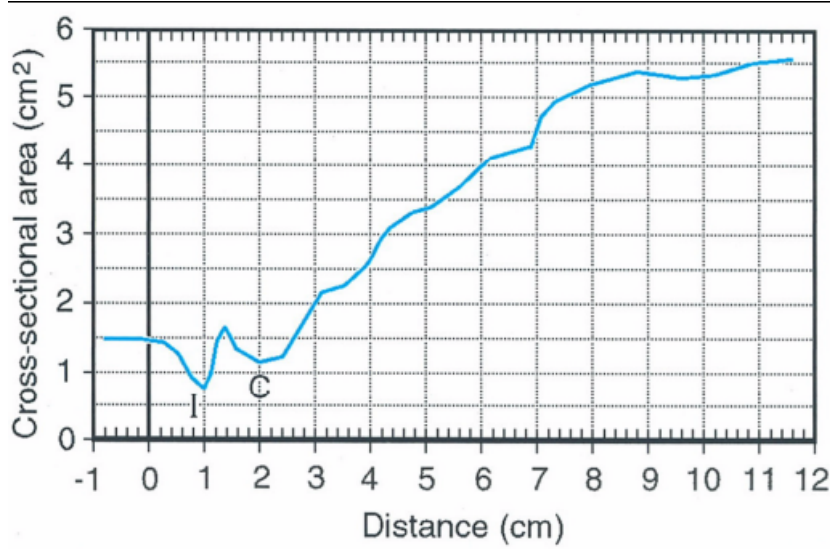


Şekil 19: Akustik rinometri cihazı donanımının şematik görünümü

Kısa süreli ses dalgaları burun adaptörü vasıtası ile nazal kaviteye ulaştırılır ve yansıyan ses dalgaları mikrofon ile kaydedilir. Analog veriler bilgisayar ortamında dijital veriye çevrilerek incelenir. Sesin akustik empedansındaki değişikliklerden yararlanılarak nazal kavitenin kesitsel alanı (MCA), eğrinin altında kalan alan volüm(V) hesaplanır. Hesaplanan kriterlerin tümü akustik rinogramda gösterilir. Akustik rinometride nasal pasajın minimal kesit alanları incelenmektedir. Bunlar; sırası ile MCA 1 yani nazal istmus seviyesi ve MCA 2 yani septal tüberkül ile alt konka başı arasını göstermektedir. Yapılan bazı çalışmalar yaş, ırk, etnik köken ve cinsiyete göre düzenlenmiş standartların oluşumuna katkıda bulunmuştur (79,80,81,82,83).

Akustik rinometrinin önemli bir özelliği nasal tıkanıklığı, tıkanıklığa yol açan anatomik patolojileri ve tıkanıklığın derecesini göstermesidir. Akustik rinometri ile burun tıkanıklığının türü ve yerinin sayısal topografik bir haritası oluşturulabilmektedir. Akustik rinometri minimal hasta kooperasyonu gerektiren, çabuk, ağrısız, girişimsel olmayan güvenilir bir metoddur. Hilberg, 2000 yılında akustik rinometri uygulamalarını içeren teknik bir kılavuz yayınlamıştır (78). Avrupa Rinoloji Derneği tarafından oluşturulan bir

komite ise 2005'te rinomanometre ve akustik rinometre ile ilgili görüş birliği içeren en güncel standartları yayınladı (80). Amerikan terminolojisinde, akustik rinometri tetkiki esnasında akustik rinogramda oluşan dalgalar, vadiler olarak adlandırılır ve bu ad sık görülen değişik dalga tipini de kapsamaktadır. Bu dalgalar Minimal Kesitsel Alan (MCA) olarak adlandırılır. MCA1 nasal istmusu, MCA2 ise septal tüberkül ile alt konka başı arasını temsil eder. Avrupa terminolojisinde ise akustik rinogramın karakteristik şekli "yükselen W" dur. İlk çökme istmus nazal lokalizasyonunda olup "I" çentiği olarak adlandırılır. İkinci çökme ise alt konkanın baş kısmına aittir ve "C" çentiği olarak adlandırılır. "I" çentiği normalde ilk 2 cm içinde olup, nazal kavite içindeki en dar bölge olan nazal valv bölgesinin geometrik özelliklerini tanımlar (84).



Şekil 20: Akustik Rinogram Görüntüsü

Corey ve ark. 106 kişi arasında yaptıkları çalışmada, MCA1'i ortalama olarak beyazlarda 0.64 cm², siyahlarda 0.81 cm², asyalılarda 0.61 cm² olarak bildirmişlerdir. Nazal volüm ise siyahlarda 13.6 cm³, beyazlarda 11.90 cm³ olarak bildirilmiştir (85). Grymer ve arkadaşları, 82 asemptomatik kişi arasında yaptıkları çalışmada MCA1'i 0.92-0.95 cm² olarak bildirmişlerdir (86). Akustik rinometrinin klinikteki kullanımı son on yılda giderek artmıştır. Allerjik rinit, vazomotor rinit, hipertonic çözeltiler, asetilsalisilik asit, allerjenler ya da metakolinle yapılan nazal provakasyon testleri, septoplasti, konka cerrahisi ve endoskopik sinüs cerrahisi, fasiyal plastik cerrahi (rinoplasti, nazal valv cerrahisi, osteotomilerin etkisi) yarık damak-dudak, koanal atrezi, maksillofasiyal ilerletme prosedürleri, adenoidektomi tonsillektomi, uyku apnesi, hava kirliliği ve ilaçlar bunlara örnektir (87,88).

3. MATERYAL ve METOT

İstanbul Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi'ne Ocak 2008 - Nisan 2008 tarihleri arasında normal nasal solunum yapan ve oral solunum yapma şikayeti ile başvuran toplam 41 olgu incelenmiştir. Bunlardan oral solunum yapan 20 olgu ve nasal solunum yapan 21 olgu çalışmaya dahil edilmiştir. Olgu seçiminde, oral solunum grubuna dahil edilen olgularda burun tıkanıklığı, fizik muayenede alt konka hipertrofisi ve septum deviasyonu dışında nasal patoloji bulunmaması ve burun tıkanıklığı sonucunda 10 yıl ve üzeri sürede burundan soluk alamama hikayesi olmasına dikkat edilmiştir. Nasal solunum yapan olgular arasında da nasal patolojinin olmadığı ve hikayelerinde son 10 yılda oral solunum yapmadıkları belirlenen olgular kontrol gurubunu oluşturmak üzere seçilmiştir. Her iki gruptaki olgular çalışmaya dahil edilirken anterior rinoskopik muayeneleri, nasal endoskopik muayeneleri, indirekt larengoskopik muayeneleri, stroboskopik muayeneleri ve akustik rinometri testleri yapılmıştır. Hastaların iştme kayıpları ve konuşma bozuklukları da sorgulanmış, bu patolojileri ve ek olarak indirekt larengoskopik ve stroboskopik muayenelerinde patoloji tespit edilen hastalar çalışma dışında bırakılmıştır.

Olgu seçiminde her iki gurubunda erişkin yaşta olmasına dikkat edilmiştir. Aynı zamanda her iki gruptaki kişilerin herhangi bir nasal cerrahi, yarık damak cerrahisi, ses cerrahisi gibi cerrahiler geçirilmemesine dikkat edilmiştir. Olguların sigara içip içmemeleri de sorgulanmış sigara içen olgular ve yukarıdaki şartlara uymayan tüm olgular çalışma dışı bırakılmıştır.

Hastaların burun tıkanıklığını saptamada öncelikle Görsel Analog Skala'dan (GAS) yararlanılmıştır. Skala 0(iyi), 10(kötü) skorları arasında hastaların kendilerinin nazal tıkanıklık şikayetlerine göre belirledikleri değerlerden oluşturulmuştur. Her iki grubun GAS ortalaması değerleri tespit edilmiş ve karşılaştırılmıştır. GAS ile beraber olguların objektif seçimi için akustik rinometri yönteminden de yararlanılmıştır. Akustik rinometri işlemi için RhinoScan, Manual v. 2.6 ed. 1.1, RhinoMetrics®, Denmark cihazı kullanılmıştır. Akustik rinometri ölçümleri hasta rinometri cihazının karşısına oturtularak ve rinometri cihazıyla sıra ile her iki burun deliği kapatılarak, her hasta için 5 er kere yapılmış ve bu cihazla 0.00 – 2.20 cm' de ve 2.20 – 5.40 cm' de ölçülmüş ve bu 5 ölçümün minimal kesitsel alan (MCA) ve hacim ortalama değerleri dikkate alınmıştır.

Akustik analiz için ise olgular yarı-ses yalıtımlı bir odaya alındı. Shure SM 58 model mikrofon karşısına oturtuldu. Mikrofon hastaların dudak seviyesinden 10 cm uzaklıkta sabitlendi. Olgulara 3 er defa /pa/, /ta/, /ka/ sesleri söylenilerek sesleri dijital ortamda bilgisayara kaydedildi. Kayıtlar NSP file formatında Sound Blaster Audigy 7.1 ses kartına sahip Intel Celeron 2 GHz işlemcili bir bilgisayar harddiskine yapıldı. Ses kayıtlarının spektrografik analizi için KAY Multi Speech Signal Analysis Workstation Version 2.4 Copyright 2001 Kay Elemetrics Corp. Programı kullanıldı. Bu programla ses sinyallerinin dalga formu görüntülenen dataların spektrografik analizleri, FFT tekniği ile, geniş band spektrogram (band aralığı 100Hz.'lik) kullanılarak yapıldı. Geniş band spektrogram ile her sesin ayrı ayrı VOT ölçümleri, spektrografik görüntüler üzerinde yapıldı. VOT ölçümlerinde /p/ /t/ ve /k/ seslerinin oluşturduğu enerjilerin tepe yaptığı bölgeler işaretlendi, ardından /a/ sesinin oluşturduğu “formantik sinyal” başlangıç çizgisi de işaretlendikten sonra arasındaki mesafe ölçüldü ve milisaniye olarak tüm seslerin VOT değerleri kaydedildi. Her ses için 3 ölçüm yapıldı ve ortalamaları alındı.

Çalışmamız için Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi Etik Kurul'undan 27.03.2008 tarih ve 45/N numaralı kararı ile onay alınmıştır.

3.1. İstatistiksel İncelemeler

İstatistiksel analizler için SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 15.0 programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metodların (ortalama, standart sapma) yanısıra normal dağılım gösteren niceliksel verilerin karşılaştırılmasında student t test, normal dağılım göstermeyen GAS ölçümlerinin değerlendirilmesinde ise Mann Whitney U test kullanıldı. Niteliksel verilerin karşılaştırılmasında ise Ki-Kare testi kullanıldı. Sonuçlar % 95'lik güven aralığında, anlamlılık $p < 0.05$ düzeyinde değerlendirildi.

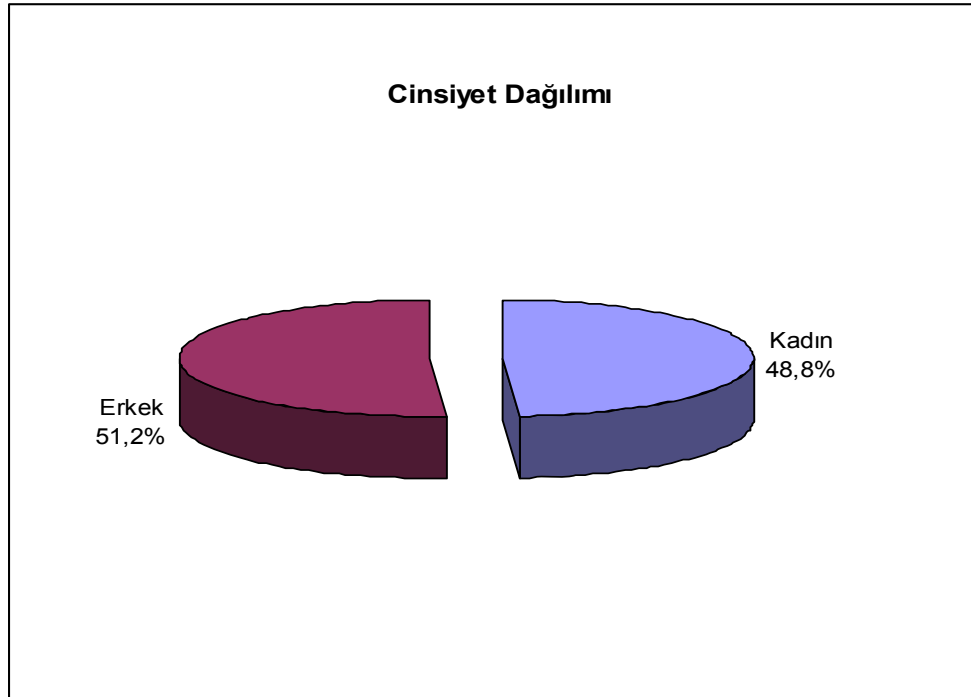
4. BULGULAR

Bu çalışma, yaşları 26 ile 61 arasında değişmekte olan 20 obstrüksiyon ve 21 kontrol grubu olgusu olmak üzere toplam 41 olgu üzerinde yapılmıştır. Olguların ortalama yaşı $37,56 \pm 10,76$ 'dır. Olguların % 48,8'i kadın; %51,2'si erkektir.

Tablo 4: Demografik özelliklerin dağılımı

		Min – Max	Ort±SD
Yaş		26 – 61	$37,56 \pm 10,76$
Obstrüksiyon süresi (Yıl)		10 – 22	$13,70 \pm 3,72$
		n= (sayı) 41	% (yüzde)
Cinsiyet	Kadın	20	48,8
	Erkek	21	51,2

Obstrüksiyon süreleri 10 ile 22 yıl arasında değişmekte olup ortama obstrüksiyon süresi $13,70 \pm 3,72$ yıl'dır.



Şekil 21: Olguların cinsiyetlere göre dağılımı

Tablo 5: /pa/, /ta/ ve /ka/ seslerinin dağılımı (n=41)

	Min – Max milisaniye (ms)	Ort±SD
/pa/ 1. ölçüm	17 – 59	32,80±9,09
/pa/ 2. ölçüm	19 – 65	32,70±8,92
/pa/ 3. ölçüm	19 – 69	33,21±9,20
/pa/ sesi ortalama	19 – 63,67	32,91±8,74
/ta/ 1. ölçüm	22 – 53	33,63±7,38
/ta/ 2. ölçüm	20 – 60	33,60±7,33
/ta/ 3. ölçüm	18 – 59	33,58±8,64
/ta/ sesi ortalama	20,33 – 57,33	33,60±7,37
/ka/ 1. ölçüm	27 – 73	42,07±10,20
/ka/ 2. ölçüm	30 – 68	42,26±9,35
/ka/ 3. ölçüm	30 – 71	42,34±9,64
/ka/ sesi ortalama	30 – 69,33	42,13±9,26

/pa/ sesleri 3 kez ölçülmüş ve ortalaması alınmıştır, /pa/ ortalama değeri 19 ile 63,67 ms. arasında değişmekte olup ortalaması 32,91±8,74 ms.'dir /ta/ sesi 20,33 ile 57,33 ms. arasında değişmekte olup ortalama 33,60±7,37 ms.'dir ve /ka/ sesi 30 ile 69,33 ms. arasında değişmekte olup ortalama 42,13±9,26 ms.'dir.

Tablo 6: GAS ölçümlerinin dağılımı (n=41)

	Min – Max (seviye)	Ort±SD
GAS Sağ	1. – 9.	5,02±2,67
GAS Sol	1. – 9.	5,02±2,77

GAS ölçümlerinin sağ taraf değerleri 1. ile 9. seviye arasında değişmekte olup ortalama 5,02±2,67. seviye; sol taraf değerleri de 1. ile 9. seviye arasında değişmekte olup ortalama 5,02±2,77. seviye olarak saptanmıştır.

Tablo 7: Demografik özelliklerin gruplara göre değerlendirilmesi

		Grup		<i>p</i>
		Obstrüksiyon	Kontrol	
		Grubu (n=20)	Grubu (n=21)	
		Ort±SD	Ort±SD	
Yaş		37,30±9,22	37,80±12,28	0,882
		N (%)	n (%)	<i>p</i>
Cinsiyet	Kadın	10 (%50,0)	10 (%47,6)	0,879
	Erkek	10 (%50,0)	11 (%52,4)	

• : student t test ♦ : Ki kare test

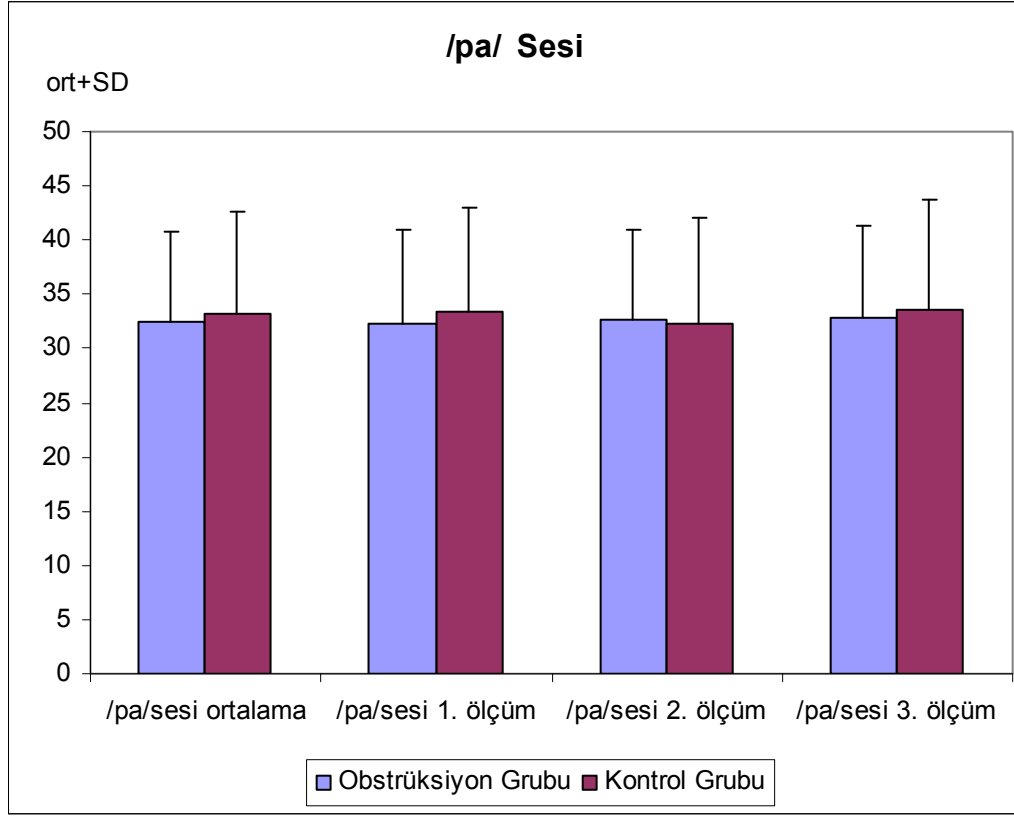
Grupların yaş dağılımları istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$); cinsiyetlerin gruplara göre dağılımları da istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

Tablo 8: /pa/ sesi ortalamasının gruplara göre değerlendirilmesi

		Grup		<i>p</i>
		Obstrüksiyon	Kontrol	
		Grubu (n=20)	Grubu (n=21)	
		Ort±SD	Ort±SD	
/pa/ sesi ortalama		32,56±8,14ms	33,23±9,46ms	0,809
/pa/ 1. ölçüm		32,20±8,82ms	33,38±9,52ms	
/pa/ 2. ölçüm		32,70±8,18ms	32,71±9,78ms	
/pa/ 3. ölçüm		32,80±8,47ms	33,61±10,04ms	

• : student t test

($p>0,05$). Obstrüksiyon grubunun /pa/ sesi ölçümleri kontrol grubundan biraz daha düşük olarak saptanmıştır. Ancak /pa/ sesi ortalama değerleri gruplara göre anlamlı farklılık göstermemektedir.



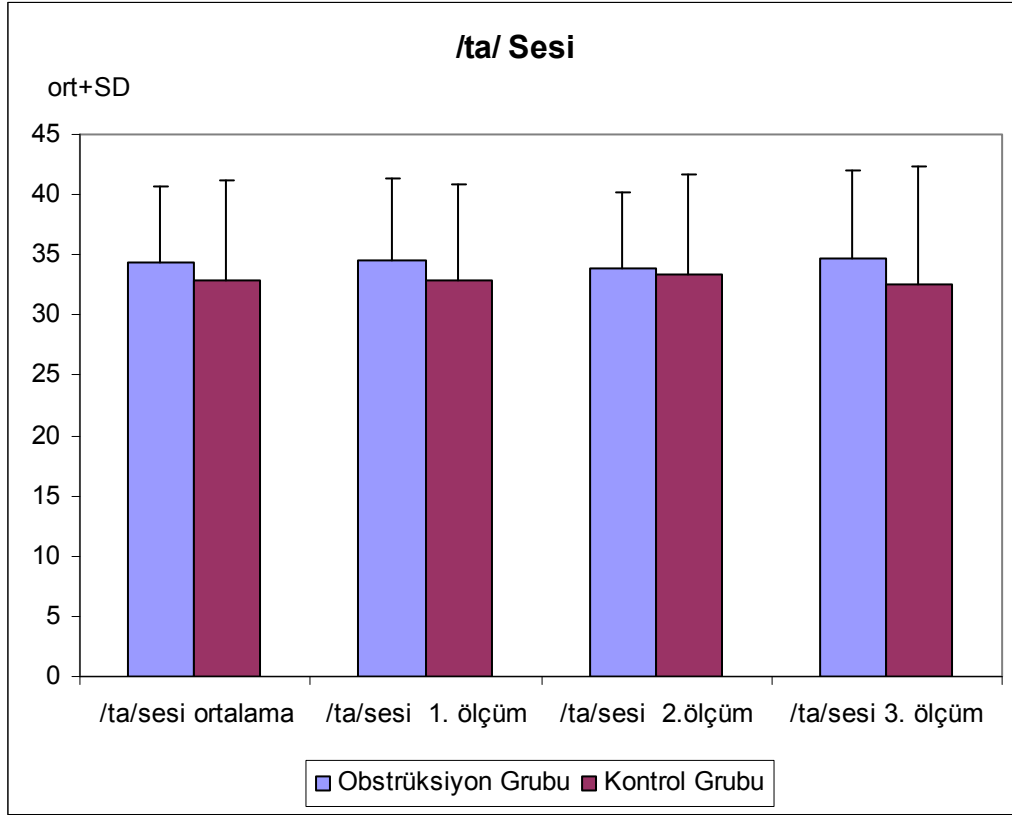
Şekil 22: /pa/ sesi değerlerinin gruplara göre dağılımı

Tablo 9: /ta/ sesi ortalamasının gruplara göre değerlendirmesi

	Grup		<i>p</i>
	Obstrüksiyon Grubu (n=20) Ort±SD (ms)	Kontrol Grubu (n=21) Ort±SD (ms)	
/ta/ sesi ortalama	34,36±6,28	32,88±8,36	0,528
/ta/ 1. ölçüm	34,50±6,77	32,80±7,99	
/ta/ 2.ölçüm	33,85±6,37	33,38±8,29	
/ta/ 3. ölçüm	34,75±7,18	32,47±9,89	

• : student t test

Obstrüksiyon grubunun /ta/ sesi ölçümleri kontrol grubundan biraz daha yüksek olarak saptanmıştır. Fakat /ta/ sesi ortalama değerleri gruplara göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).



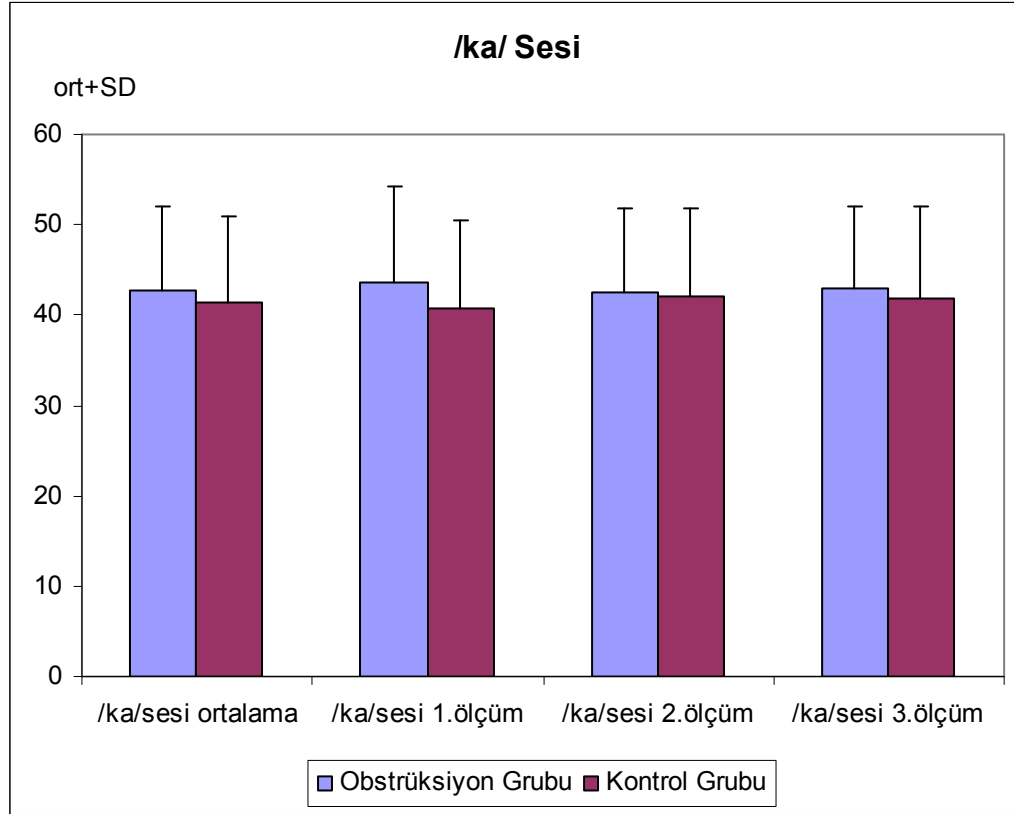
Şekil 23: /ta/ sesi değerlerinin gruplara göre dağılımı

Tablo 10: /ka/ sesi ortalamasının gruplara göre değerlendirmesi

	Grup		p
	Obstrüksiyon Grubu (n=20) Ort±SD (ms)	Kontrol Grubu (n=21) Ort±SD (ms)	
/ka/ sesi ortalama	42,81±9,29	41,47±9,43	0,649
/ka/ 1.ölçüm	43,55±10,64	40,66±9,80	
/ka/ 2.ölçüm	42,55±9,19	42,00±9,71	
/ka/ 3.ölçüm	42,95±9,09	41,76±10,31	

• : student t test

Obstrüksiyon grubunun /ka/ sesi ölçümleri kontrol grubundan biraz daha yüksek olarak saptanmıştır. Ancak, /ka/ sesi ortalama değerleri gruplara göre anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).



Şekil 24: /ka/sesi değerlerinin gruplara göre dağılımı

Tablo 11: GAS ölçümlerinin gruplara göre değerlendirilmesi

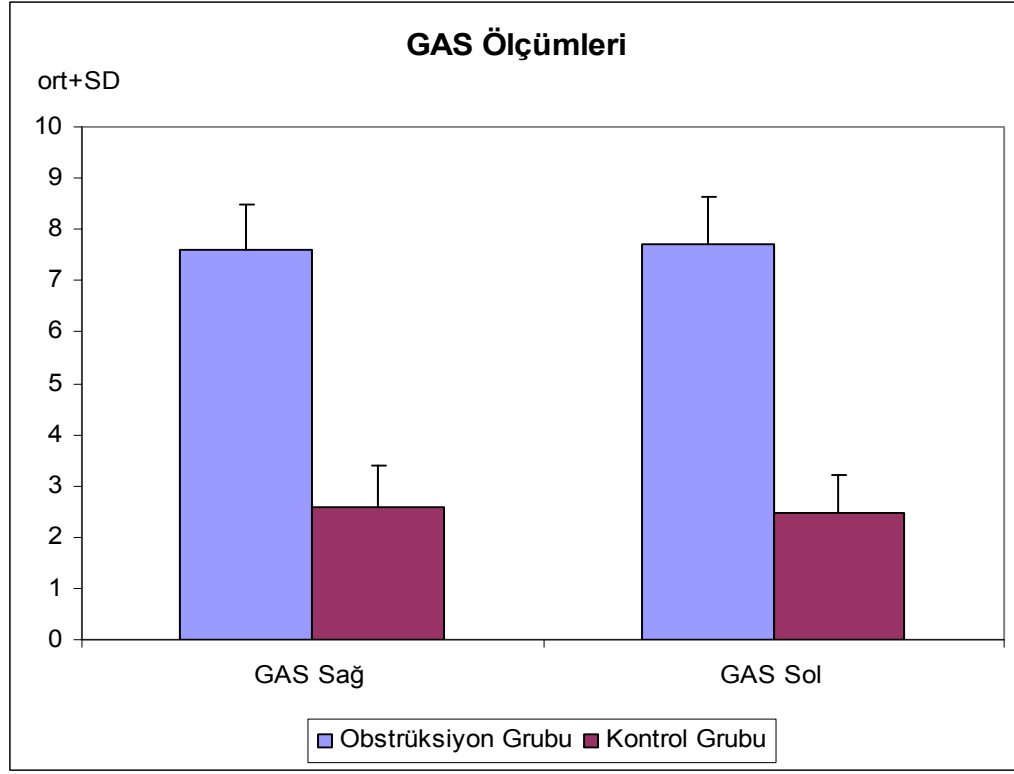
	Grup		p
	Obstrüksiyon Grubu (n=20)	Kontrol Grubu (n=21)	
	Ort±SD (Medyan)	Ort±SD (Medyan)	
GAS Sağ	7,60±0,88 (8)	2,57±0,81 (2)	0,001**
GAS Sol	7,70±0,92 (8)	2,47±0,74 (3)	0,001**

• : Mann Whitney U test

** $p<0.01$

Obstrüksiyon grubunun sağ taraf GAS ölçümleri kontrol grubundan istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı yüksek olarak saptanmıştır ($p<0,01$).

Obstrüksiyon grubunun sol taraf GAS ölçümleri de kontrol grubundan istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı yüksek olarak saptanmıştır ($p<0,01$).



Şekil 25: GAS ölçümlerinin gruplara göre dağılımı

Tablo 12: MCA_1 ve MCA_2 'nin alan ölçümlerinin dağılımı

	Grup		p
	Obstrüksiyon Grubu Ort±SD (cm ²)	Kontrol Grubu Ort±SD (cm ²)	
MCA_1 Sol	0,41±0,25	0,66±0,15	0,001**
MCA_1 Sağ	0,48±0,18	0,60±0,16	0,028*
MCA_2 Sol	0,47±0,46	1,00±0,49	0,001**
MCA_2 Sağ	0,42±0,22	0,72±0,35	0,003**

• : student t test

* $p<0,05$

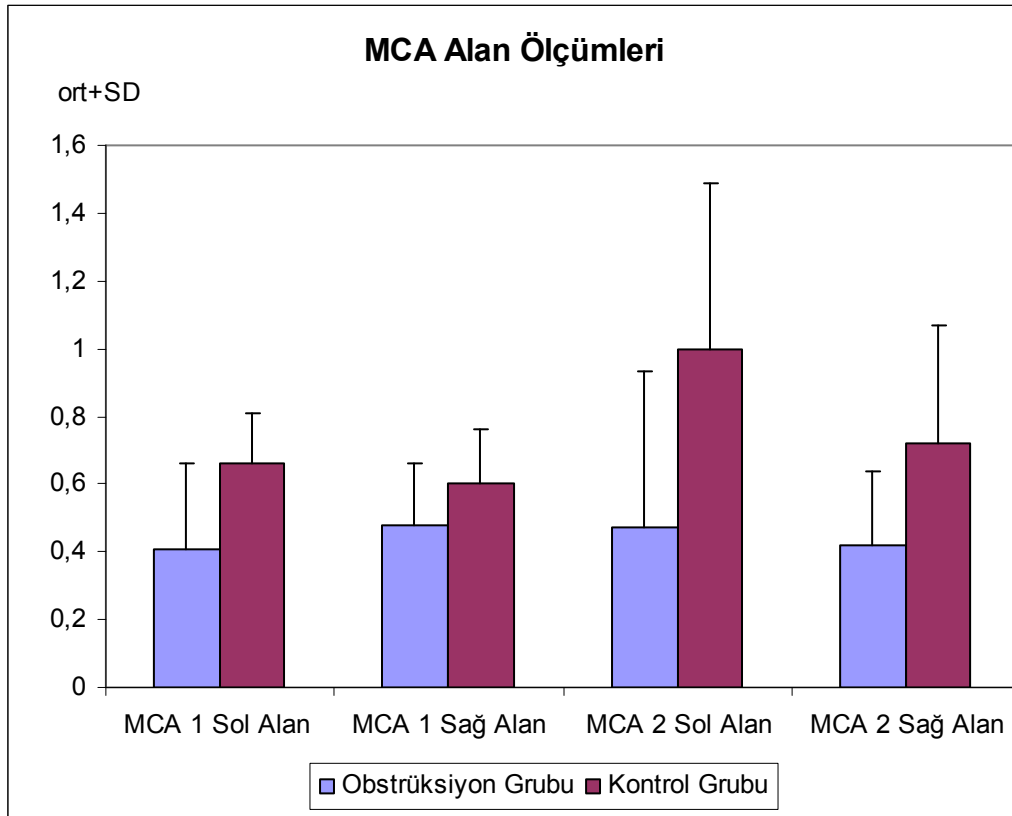
** $p<0,01$

MCA₁ sol taraf ölçümleri; obstrüksiyon grubunda $0,41 \pm 0,25$ cm²; kontrol grubunda $0,66 \pm 0,15$ cm² olarak saptanmış olup; istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı farklılık göstermektedir ($p < 0,01$).

MCA₁ sağ taraf ölçümleri obstrüksiyon grubunda $0,48 \pm 0,18$ cm² iken kontrol grubunda $0,60 \pm 0,16$ cm² olarak saptanmış olup; istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ($p < 0,05$).

MCA₂ sol taraf ölçümleri obstrüksiyon grubunda $0,47 \pm 0,46$ cm² iken kontrol grubunda $1,00 \pm 0,49$ cm² olarak saptanmış olup; istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı farklılık göstermektedir ($p < 0,01$).

MCA₂ sağ taraf ölçümleri obstrüksiyon grubunda $0,42 \pm 0,22$ cm² iken kontrol grubunda $0,72 \pm 0,35$ cm² olarak saptanmış olup; istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı farklılık göstermektedir ($p < 0,01$).



Şekil 26: MCA ölçümlerinin gruplara göre dağılımı

Tablo 13: MCA₁ ve MCA₂'nin hacim ölçümlerinin dağılımı

	Grup		<i>p</i>
	Obstrüksiyon	Kontrol	
	Ort±SD (cm ³)	Ort±SD (cm ³)	
MCA ₁ Sol Hacim	1,81±0,56	2,36±0,64	0,007**
MCA ₁ Sağ Hacim	1,85±0,36	2,07±0,29	0,042*
MCA ₂ Sol Hacim	4,96±4,43	11,18±6,54	0,001**
MCA ₂ Sağ Hacim	3,86±1,87	7,40±3,46	0,001**

• : student t test

**p*<0,05

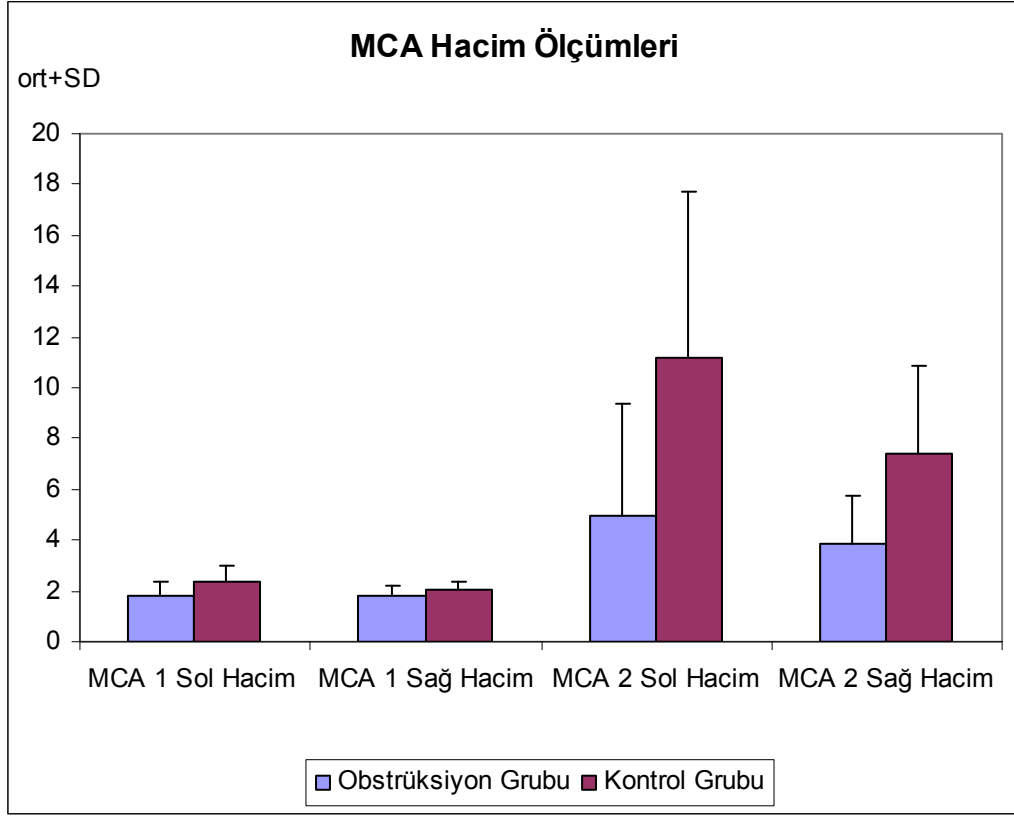
***p*<0,01

MCA₁ sol taraf hacim ölçümleri obstrüksiyon grubunda 1,81±0,56 cm³ iken kontrol grubunda 2,36±0,64 cm³ olarak saptanmış olup; istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı farklılık göstermektedir (*p*<0,01).

MCA₁ sağ taraf hacim ölçümleri obstrüksiyon grubunda 1,85±0,36 cm³ iken kontrol grubunda 2,07±0,29 cm³ olarak saptanmış olup; istatistiksel olarak anlamlı farklı bulunmuştur (*p*<0,05).

MCA₂ sol taraf hacim ölçümleri obstrüksiyon grubunda 4,96±4,43 cm³ iken kontrol grubunda 11,18±6,54 cm³ olarak saptanmış olup; istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı farklılık göstermektedir (*p*<0,01).

MCA₂ sağ taraf hacim ölçümleri obstrüksiyon grubunda 3,86±1,87 cm³ iken kontrol grubunda 7,40±3,46 cm³ olarak saptanmış olup; istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı farklılık göstermektedir (*p*<0,01).



Şekil 27: MCA hacim ölçümlerinin gruplara göre dağılımı

5. TARTIŞMA

Burun tıkanıklığı ses kalitesinin etkiler ve bu durum hiponasal ve hipernazal sesler olarak tanımlanabilir (89). Bu etkilenme nazal konsonantlarda belirgindir. Aynı zamanda ünlülerde rezonans özellikleri nedeniyle etkilenme yaptığı bilinmektedir (90). Ancak diğer seslerde etkisi net olarak belirlenmemiştir. Bunu incelemek için plosif sesler belirlendi ve VOT analizleri ile incelendi.

Nazal konsonantlar akustik hava çıkışının burundan olduğu seslerdir (91). Burun tıkanıklıklarında akustik çıkışın kesilmesi nazal konsonant seslerin oluşmamasına ya da oral kullanıma bağlı hiponazalite ve oral projeksiyonun oluşmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte bireyler nazal tıkanıklık olmasa da seslerini fonksiyonel olarak hiponazal özellikte çıkartabilmektedir (92). Nazal konsonantlar nazal tıkanıklık durumlarında artikülasyon bölgelerinde farklı seslere dönüşebilmektedir. Örneğin bilabial nazal konsonant olan /m/ sesinin /b/ sesine dönmesi ya da /n/ sesinin /d/ ye dönmesi gibi. Nazal konsonantlar dışındaki seslerde nazal tıkanıklıkların etkisi araştırılmamıştır. Bunun muhtemel nedeninin nazal konsonant dışı seslerin oral yolla üretilmesi ve oral yolla üretilen tüm seslerde velofaringeal kapak kapanarak nazal kaviteyle bağlantıyı kesmesi ve burunu devre dışı bırakmasıdır. Dolayısıyla nazal konsonant dışı seslerde burun tıkanıklığının etkisinin olmaması doğal kabul edilmektedir.

Ses ve artikülasyonun oluşumunda artikülasyon bölgesinde oluşturulan hava basınç ve akım dinamikleri ve bunların yarattığı akustik transformasyon, dinamik çalışan bir torasik sistem olmadan gerçekleşemez. Dinamik bir torasik sistem iki yönlü hareketini periyodik olarak gerçekleştirmek durumundadır. Havanın vücut oksijenasyonunu sağlamak üzere alımı ve boşaltılması, havanın boşaltım sırasında ses ve artikülasyon gibi ikincil fonksiyonlar için kullanımı iki ayrı işlev gibi görünse de aynı sistem içerisinde gerçekleştiği için bağlantılı olduğu düşünülebilir. Solunumun inspirasyon sırasında kullanımı nazal sistemin varlığı ile önem kazanmaktadır. Nazal sistem inspirasyon sırasında rezistans sağlayarak alınan havanın miktarını ve intratorasik basıncını belirlerken oral kullanım bu sistemin işlevselliğini engellemektedir (93). Bu işlevselliğe fonasyon ve artikülasyon fonksiyonunu etkileyecek parametreler; içerideki havanın hacmi, bu hacmi vokal kord ve artikülasyon bölgelerinden geçirecek olan sistemin kuvveti, artikülasyon bölgelerindeki dokunun havayı hapsetme ve boşaltma becerisi ve hızı, ve sistemin bu işlevi

koordine ve aynı beceriklilikte tekrarlayabilme özellikleridir. Her bir artikülasyon farklı anatomik bölgelerde oluşması nedeniyle arkasında farklı bir hacim bulundurmakta, ve farklı doku özellikleri nedeniyle de hapsetme ve salma karakteristikleri değişmektedir (76,77).

Oral solunum sırasında alınan hacim ile nazal solunum arasındaki hacim farkları literatürde tanımlanmıştır (72). Bununla birlikte kalitatif özellikleri nedeniyle hacmin ventilasyon sırasında kullanımı nazal solunumu üstün kılmaktadır (72). Artikülasyonda da ekspirasyon sırasında nazal kullanan ve oral kullanan bireyler arasında farklılık olması beklenebilir (75). Bu durum çalışmamızda VOT ölçümleri ile araştırılmıştır. VOT insan sesinin artikülasyon özelliklerinin ve mekaniğinin incelenmesinde en önemli parametrelerinden birisidir (44). Bu çalışmada özellikle hava basıncı ve vokal kord vibrasyonlarının aynı ortamda incelenebilmesi için tek /a/ ünlüsü ile birlikte plosif sesler belirlenmiş ve araştırılmıştır.

Yapılan çalışmalarda her dile özgü VOT değerleri farklı bulunmuştur. Lisker yapmış olduğu çalışmada Flamanca için /p/, /t/, /k/ sesleri için VOT değerlerini sırasıyla 10, 15 ve 25 ms. olarak tespit etmiştir. Lisker aynı çalışmasında İspanyolca için VOT değerlerini sırasıyla 4, 9, ve 29 ms., Macarca , için 2, 16 ve 29 ms. ve Korece için de 18, 25 ve 27 ms. olarak bulmuştur (51). Birbirine yakın ama aynı olmayan dillerin VOT değerlerini inceleyen Madierson ve Abramson'un Amerikan yerlileri üzerinde yaptığı VOT değerleri üzerine çalışmada, Apachi, Dahalo, Chickasaw ve diğer yerli gruplarının VOT değerleri incelenmiş ve Apachi yerlilerinde VOT değerlerinin bilabial ünsüzler için 13 ms., alveolar ünsüzler için 15 ms. ve velar ünsüzler için de 31 ms. olduğu görülmüştür. Dahalo yerlileri için bu değerler sırasıyla 20,42 ve 27 ms. olarak, Chickasaw yerlileri için de 13,18,36 ms. olarak bulunmuştur (69). Bu konuda Türkçenin fonetiği üzerine yapılan tek çalışmada Fatih Ögüt, Mehmet Akif Kılıç ve arkadaşları VOT değerlerini /p/ sesi için 40,7 ms., /t/ sesi için 49,7 ms. ve /k/ sesi için 69,4 ms. olarak bulmuştur (69).

Bizim çalışmamızda ise nasal obstrüksiyonu olmayan kontrol grubunda VOT değerleri /p/ sesi için 32.23 ms., /t/ sesi için 32.88 ms. ve /k/ sesi için 41.47 ms. olarak tespit edildi. Nasal obstrüksiyonu olan ve oral solunum yapan grupta ise /p/ sesi için VOT değerini 32.56 ms., /t/ sesi için 34.36 ms. ve /k/ sesi için de 42.81 ms. olarak bulduk. Nasal obstrüksiyonu olan grupta, burun tıkanıklığı olmayan kontrol grubunun VOT değerlerini

karşılaştığımızda istatistikî olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmedi. Tüm değerler birbirine benzer olarak bulundu.

Tüm ünlüler vokal kord seviyesi altındaki basınç artışı ve glottisten geçen hava akımı ile oluşmaktadır. Hava akımının süresi ya da maksimum fonasyon süresi ölçümleri, hapsedilen havanın hacmine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu ölçüm rutin foniatrik incelemelerinde kullanılmakta ancak kişinin fonksiyonel becerisi, motivasyonu, gün içerisinde vokal kordlardaki değişiklikler gibi faktörlerden direkt olarak etkilenebilmektedir. Ancak bu parametre artikülasyon becerisinin ölçümünde etkili değildir. Plosif seslerin oluşumu, vokal kord vibrasyon dinamiklerinin oluşumundan farklılık göstermektedir. Plosif seslerin oluşabilmesi için gerekli intraoral basınç, fonasyon sırasındaki subglottik basınçtan yüksektir. Bu basınç vokal kordlar arasından geçecek olsa, türbülant akıma neden olacak ve düzenli bir vibrasyon başlangıcına engel olarak vokal kordların uçuşmasına ve buna bağlı olarak falsetto benzeri bir register oluşumuna neden olacaktır. Dolayısıyla plosif sesin artikülasyon bölgesindeki havanın salıverilip oluşumu ile intraoral basınç düşerek vokal kordun vibrasyon oluşturabileceği subglottik basınç seviyesine düşmesi gerekmektedir. Bu durum spektrografik analizlerde bir süre kaybına neden olmaktadır ki bu VOT olarak tanımlanmaktadır (66). İntraoral basıncın oluşumu solunum sisteminin gücü ve yeterli hava hacmini gerektirmektedir. Bu da VOT oluşumu için gerekli bir durumdur; dolayısıyla akciğer hacmini etkileyen parametrelerin VOT değerlerini etkilememesi de beklenebilir ancak oral- nazal kullanım farkına bağlı VOT değişimi anlamlı bulunmamıştır. Bu da küçük hacimsel farkların bu parametreyi etkileyemeyebileceğini göstermektedir. Daha yüksek hacim değişikliği yaratan durumlarda örneğin ağır astı atağı, lobektomi ve da ağır akciğer restriktif hastalık durumlarında VOT değerlerinin araştırılması bunun etkinliğini daha da netleştirebilecektir. Yine de oral nazal solunum farklarının ses kullanımındaki rolü ile ilgili araştırmalar bu çalışma dışında literatürde mevcut değildir. Ek araştırmalar bu konuda da gerekmektedir.

Artikülasyon bölgesinin daha önde olması arkasında daha geniş bir hava hacmi, artikülasyon bölgesinin hareket serbestliği ve hızı ise hapsetme yeteneği dışında intraoral basıncı salıverme hızını belirlemektedir. Oral solunum yapan bireylerde inspirasyon sırasında ağzın açık olması gereklidir ancak aynı pasajdan ekspirasyon yapması ve bu sırada plosif ses kullanması, nazal solunum yapanlara göre preartikülasyon hazırlanma safhası için önemli bir farklılık yaratmaktadır (55). Nazal solunum yapanlarda ağız sürekli kapalı

kalabileceği için artikülasyon hazırlığı sırasında yeni bir kapanma hareketi ile vakit kaybetmesi gerekmez. Ancak oral solunum yapan bireylerde ise oral artikülasyonu sağlayabilmek için havayı aldıktan sonra havayı akciğerde hapsedip ardından artikülasyon bölgelerini kapatması ve artikülasyon öncesi hazırlık evresini yapması gerekmektedir. Bu hava akımını kontrol etmek için fazladan iki uğraşı da beraberinde gerektirmektedir. Dolayısıyla oran solunum yapanların artikülasyon becerisinin nazal solunum yapanlardan daha kompleks olması doğaldır. VOT ölçümleri tek hece artikülasyonlarında bizim çalışmamızda normal saptansa da konuşma ve repetitif beceriklilik testlerinde farklılık gösterebilir. Bu durum ağız solunum yapan bireylerin geniş bir inceleme altında yeniden değerlendirilmesini gerektirmektedir.

Çalışmada nazal solunum ve oral solunum olguları son 10 yıldaki kullanım tarzları dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Bilinmektedir ki artikülasyon ve fonasyon fonksiyonların kişilerin yetenekleri ve kullanım becerileri ile çok ilişkilidir. İnsan vücudunda fonksiyon kaybının olduğu durumlarda, fonksiyonun arttırılması, kuvvetlendirilmesi, desteklenmesi veya kompanzasyon sistemlerinin kullanılması doğal insan davranışlarındandır. Birçok organ ek destek almadan zaman içerisinde kendi geri besleme sistemleri ile eksiklikleri kapatma eğilimindedir. Artikülasyon kusurlarında eksikliklerin her türlü biçimde normal davranışa yaklaşımı sık görülen biri durumdur. Akut yaşanan burun tıkanıklıklarında ses değişimleri kolay algılanmakla birlikte henüz VOT incelemesi içeren bir çalışmaya rastlanmamaktadır. Genellikle akut patolojilerde fonksiyonel problemler belirgin olsa da zaman içerisinde öğrenme becerisi bu durumu ortadan kaldırabilmektedir. Bizim olgularımızın uzun süreli problem yaşaması düzeltici kullanım mekanizmalarını aktif hale getirmiş olma ihtimalini ortaya koyabilmektedir. Bu da elde ettiğimiz VOT değerinin normal sınırlarda olmasına neden olabilir.

6. SONUÇ

VOT plosif ve ünlü seslerin ardışık kullanımı sırasında ölçümlerde torasik-artikülatuar sistemin fonksiyonları hakkında dolaylı bir bilgi sağlamakla birlikte oral veya nazal solunum yapan olguların değerlendirilmesinde sınırlı bir veri sağlamaktadır. Aynı zamanda bu çalışma, normal nazal solunum yapan bireylerle, kronik burun tıkanıklığı olan olguların, plosif seslerle oluşturdukları artikülasyonlarla birlikte bu artikülasyonların kalitesinde anlamlı bir değişim yaratmadığını göstermektedir.

7. KAYNAKLAR

1. Ladefoged P. The revised International Phonetic Alphabet, *Language* 1990; 66: 550-2.
2. Odden D. What is physical sound? *Introducing Phonology*, ed: David Odden. First edition, Cambridge University, 2005; 4-17.
3. Stevens K. Current studies in linguistics, *Acoustic phonetics.*, ed: Stevens K. First edition, Massachusetts Institute of Technology, 2000; 19-26.
4. Ashby M, Maidment J. Introduction to speech, *Introducing Phonetic Science*, eds: Ashby M, Maidment J. First edition, Cambridge University Press; 2005; 23-7.
5. International Phonetic Association, Part1 Linguistically releavent information in speech, *Handbook of the International Phonetic Association: A Guide to the Use of the International Phonetic Alphabet*, 1999; 3-17.
6. Gussenhoven C, Jacobs H. The Production of Speech, *Understanding Phonology*, eds: Gussenhoven C, Jacobs H. London, Arnold, 2005; 34-45.
7. Laver J. The Phonetic Analysis of speech, *General phonetical theory and general phonological theory*, *Principles of Phonetics*, ed: Laver J. First edition, Cambridge University Press, 1994; 95-8.
8. John Clark, Colin Yallop, Janet Fletcher, *Applications of phonetics and phonology, An introduction to Phonetics and Phonology*, editors John Clark, Colin Yallop , Second Edition, Blackwell Publishing, 2007; 6-9.
9. Titze I. Vocal Fold Ossicilation, *Principles of Voice Production*, ed: Titze I. First edition, Englewood Cliffs, 1995; 80-111.
10. Titze I. Generation and Propogation of Sound, *Principles of Voice Production*, ed: Titze I. First edition, Englewood Cliffs, 1995; 111–35.
11. Titze I. The Source-Filter Theory of Vowels, *Principles of Voice Production*, ed: Titze I. First edition, Englewood Cliffs, 1995; 136–68.

12. Williams CE, Stevens KN. Emotions and speech: some acoustical correlates. *J Acoust Soc Am.* 1972; 52: 1238-50.
13. Dietrich S, Hertrich I, Alter K, Ischebeck A, Ackermann H. Semiotic aspects of human nonverbal vocalizations: a functional imaging study, *Neuroreport.* 2007; 18: 1891-4.
14. Greene M, Lesley M. Articulation. *The Voice and its Disorders.* Ed: Greene M, Lesley M. John Wiley & Sons; sixth edition, 2001; 43-8.
15. Kaya S. Larenks Fizyolojisi, Larenks Hastalıkları, ed: Kaya S. Bilimsel Tıp yayınevi, Ankara, 2002; 70-4.
16. Titze Ingo. Fluid Flow in Respiratory Airways (Breathing) *Principles of Voice Production,* ed: Titze I. First edition, Englewood Cliffs, 1995; 53-79.
17. Morrison M, Rammage L. Evaluation of voice disordered patient. *The management of voice disorders.* Eds: Morrison M, Rammage L. First edition. San Diego, California, Singular. 1994; 1-47.
18. Postma NG, Courey SM, Ossoff HR. *The Professional Voice.* *Otolaryngology – Head and Neck Surgery* ed: Cummings CW, Fredrickson JM, Harker LA, Krause CJ, Schuller DE, 3rd ed. St. Louis: Mosby Year Book; 1998; 2055-71.
19. Nemetz AM, Pontes PA, Vieira PA, Yazaki KR. Vestibuler fold configuration during phonation in adults with and without dysphonia. *Rev Bras Otorrinolaringol* 2005; 71: 6-12.
20. Titze Ingo. *Basic Anatomy of The Larynx, Principles of Voice Production,* ed: Titze I. First Edition, Englewood Cliffs, 1995; 1-23.
21. Hirano M, Bless DM. *Videostroboscopic Examination of the Larynx.* 1st ed. San Diego: Singular Publishing Group, 1993; 24.
22. John Clark, Colin Yallop, Janet Fletcher, *Units of Speech, An introduction to Phonetics and Phonology,* editors John Clark, Colin Yallop, Second Edition, Blackwell Publishing 2007; 61-4.

23. Woodson GE., Laryngeal and Pharyngeal Function. Otolaryngology - Head and Neck Surgery. Ed: Cummings CW, Fredrickson JM, Harker LA, Krause CJ, Schuller DE, 3rd ed. St. Louis, Mosby Year Book; 1998; 1834-43.
24. Dworkin PJ, Meleca JR. Anatomy and physiology of phonation. Vocal Pathologies, ed. Dworkin PJ, Meleca JR, San Diego, Singular Publishing Group, 1997; 8-17.
25. Devge C, Oguz A. Konuşmanın Fizyolojisi ve Fiziopatolojisi. Ses ve Ses hastalıkları, ed: Oguz A, Demireller A., Ekin Tıbbi Yayın, İstanbul, 1996; 20.
26. Ömür M. Sesin Pesinde, Pan Yayıncılık, İstanbul, 2001; 21-4.
27. Koyama T, Kawasaki M, Ogura JH, Louis SM. Mechanics of voice production. Laryngoscope 1969; 79: 337-54.
28. Sataloff R. Professional Voice, ed: Sataloff R. Third edition, Plural Publishing, 2005; 21-9.
29. Ladefoged P. Vowels and Consonants, ed: Peter Ladefoged, Blackwell Publishing, 2005; 31-6.
30. Ergenç İ. Konuşma Dili ve Türkçe'nin Söyleyiş Sözlüğü, Simurg Yayınları, Ankara, 1995; 11-28.
31. Demircan,Ö. Türkçe'nin Sezdizimi, Der yayınları, İstanbul, 1996; 34-8.
32. IPA Chart, International Phonetic Alphabet Handbook, 2005; 43.
33. John Clark, Colin Yallop, Janet Fletcher. Wovels An introduction to Phonetics and Phonology, editor John Clark, Colin Yallop, Blackwell, 2007; 24-9.
34. Clark J, Yallop C, Fletcher J. Segmental Articulation. An introduction to Phonetics and Phonology, ed: Clark J, Yallop C, Blackwell 2007; 36-53.
35. Ladefoged P. The Sounds of Consonants, Vowels and Consonants, ed: Ladefoged P Blackwell 2005; 49-61.
36. Clark J, Yallop C, Fletcher J. Vocal tract place, tongue position, manner of articulation. An introduction to Phonetics and Phonology, ed: Clark J, Yallop C, Blackwell 2007; 38-51.
37. <http://media-2.web.britannica.com/eb-media/47/4347-004.gif>.

38. Morawej A, McLeod R.D. Fonetix-speech articulation and hearing perception software, WESCANEX 97: Communications, Power and Computing. Conference Proceedings, 1997; s.153 – 6.
39. IPA chart 1995, IPA Handbook 1995; 24.
40. Dr. Speech software version 4, Tiger DRS Inc. PO Box 75063 Seattle WA 98125 USA.
41. Koca Ö, Boyacı Z. Spektrogram ve Fonetik Analiz, Ses ve Ses Hastalıkları, ed: Oğuz A., Demireller A. Ekin Tıbbi Yayın, İstanbul, 1996; 52-60.
42. Flanagan JL. Speech analysis, synthesis and perception. Ed: Flanagan JL, New York: Springer-Verlag, 1972; 53-7.
43. Coker CH, Umeda N. The importance of spectral details in initial final constant of voiced stops. J Phonetics 1975; 3: 63-8.
44. Lisker L, Abramson A.S. A cross-language study of voicing in initial stops. Word 1964; 20: 384-422
45. Taehong C, Ladefoged P. Variations and universals in VOT: evidence from 18 languages. Journal of Phonetics 1999; 27: 207-29.
46. Maddieson I, Gandour J. Vowel length before aspirated consonants. Indiana Linguistics 1977; 38: 6-11.
47. Maddieson I. Phonetic Universals. In The handbook of phonetic sciences, eds: Laver J. & Hardcastle W. J. Oxford: Blackwells, 1997; 619-39.
48. Halle M, Stevens K.N. On the mechanism of glottal vibration for vowels and consonants. MIT Quarterly Progress Report. 1967; 85: 267-71.
49. Fischer-Jorgensen E. Acoustic analysis of stop consonants. Miscellanea Phonetica, 1954; 42-59.
50. Lindblom B. Vowel duration and a model of lip mandible coordination. Speech Transmission Laboratory, Quarterly Progress and Status Report, Stockholm: Royal Institute of Technology. 1967; 1-29.
51. Lisker L. On “explaining” vowel duration variation. Glossa 1974; 8: 233-46.

52. Lehiste I. *Suprasegmentals*. Cambridge, MIT Pres. 1978; 187-92.
53. Docherty G. The timing of voicing in British English obstruents. New York, Foris. 1992; 18-27.
54. Jessen M. Phonetics and phonology of tense and lax obstruents in German. Amsterdam: John Benjamins 1998; 113-17.
55. Weismer G. Control of the voicing distinction for intervocalic stops and fricatives: Some data and theoretical considerations. *Journal of Phonetics* 1980; 8: 427-38.
56. Hardcastle W.J. Some observations on the tense-lax distinction in initial stops in Korean. *Journal of Phonetics*, 1973; 263-71.
57. Von der Berg Jw. Myoelastic-aerodynamic theory of voice production. *J Speech Hear Res* 1958; 3: 227-44.
58. Kuehn D.P, Moll K. A cineradiographic study of consonant-vowel and vowel-consonant articulatory velocities. *Journal of Phonetics* 1976; 303-20.
59. Bateson E, Ostry D.J. An analysis of the dimensionality of jaw motion in speech. *Journal of Phonetics* 1995; 23: 101-17.
60. Fourakis M, Port R. Stop Epenthesis in English. *Journal of Phonetics* 1986; 14: 197-221
61. Stevens K, Keyser J, Kawasaki H. Toward a phonetic and phonological theory of redundant features. In *Invariance and variability in speech processes*, eds: J. S. Perkell & D.H. Klatt, 2000; 426-63.
62. Zlatin M, Koenigsknecht R. Development of voicing contrast: A comparison of voice onset time in perception and production. *J Speech Hear Res* 1976; 93-111.
63. Alexander L, Francis Valter Ciocca. Accuracy and variability of acoustic measures of voicing onset. *J. Acoustic Soc Am* 2003; 100-13.
64. Koenig L. Distributional characteristics of VOT in children's voiceless aspirated stops and interpretation of developmental trends. *J Speech Lang Hear Res* 2001; 44: 1058-68.
65. Maddieson I, Anderson V.B. Phonetic structures of IaaI. UCLA. Working Papers in Phonetics 1994; 163-82.

66. Pascal A Uzou, Canan Ozsancak, Richard Morris, Mary Jan, Francis Eustache, Didier Hannequin. Voice onset time in aphasia, apraxia of speech and dysarthria: a review. *Clinical Linguistics & Phonetics* 2000; 13:1-50.
67. Abramson A.S. Laryngeal timing in consonant distinctions. *Phonetica*, 1977; 34: 295-303.
68. Bortolini U, Zmarich C, Fior R, Bonifacio S. Word-initial voicing in the production of stops in normal and preterm Italian infants. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* 1995; 31: 191-206.
69. Fatih Ogut, Mehmet Akif Kilic, Erkan Zeki Engin, Rasit Midilli. Voice onset times for Turkish stop consonants, *Speech Communication* 2006; 48: 1094-9.
70. Huizing Egbert., Groot John A.M. *Functional Reconstructive Nasal Surgery*, 2003; 46-56.
71. Hasegawa M, Kern EB. Variations in nasal resistance (nasal cycle) : Does it influence the indications for surgery? *Facial Plast Surgery* 1990; 7: 298-306.
72. Bridger GP. Maximum nasal inspiratory flow and nasal resistance. *Ann Otol* 1970; 79: 481-8.
73. Hasegawa M, Kern EB. Variations in nasal resistance to man: a rhinomanometric study of the nasal cycle in 50 human subjects. *Rhinology*, 1978; 7: 298-306.
74. Petruson B. Improvement of the nasal airflow by the nasal dilator Nozovent. *Rhinology* 1988; 26: 289-92.
75. Stathopoulos E, Weismer G. Oral airflow and air pressure during speech production: A comparative study of children, youths and adults. *Folia Phoniatrica* 1985; 15:2-9.
76. Teager, H.M., Teager S.M. The effects of separated air flow on vocalization. In D.M. Bless & J.H. Abbs (Eds.) , *Vocal fold physiology: Contemporary research and clinical issues* San Diego: College-Hill Press. 1983; 124-43.
77. Hixon T.J. Respiratory functions in speech. In T. J. Hixon & Collaborators (Eds.) *Respiratory function in speech and song*. Boston: College- Hill Publications, 1987; 1-54.

78. Hilberg O, Pedersen OF. Acoustic rhinometry: recommendations for technical specifications and standart operating procedure. *Rhinol Suppl* 2000; 16: 3-17
79. Straszek SP, Schlünssen V, Sigsgaard T, Pedersen OF. Reference values for acoustic rhinometry in decongested school children and adults: the most sensitive measurement for change in nasal patency. *Rhinology* 2007; 45: 36-9.
80. Clement PA, Gordts F. Standardisation Committee on Objective Assessment of the nasal airway, Consensus report on acoustic rhinometry and rhinomanometry. *Rhinology* 2005; 43: 169-79.
81. Mamikoglu B, Houser SM, Corey JP. An interpretation method for objective assessment of nasal congestion with acoustic rhinometry. *Laryngoscope* 2002; 112: 926-9.
82. Jurlina M, Mladina R, Dawidowsky K. Correlation between the minimal crosssectional area of the nasal cavity and body surface area: preliminary results in norma patients. *Am J Rhinol* 2002; 16: 209-13.
83. Kamal I. Acoustic reflectometry of the nose and pharynx. Florida, Brown Walker Pres; 2004; 135-9.
84. Chapnik JS. The place of objective testing in clinical rhinology, *Ann Otolaryngol Supp*, 1997; 171: 22-3.
85. Grymer LF, Hilberg O, Pederson OF. Prediction of nasal obstruction based on clinical examination and acoustic rhinometry. *Rhinology* 1997; 35: 53-7.
86. Corey JP, Nalbone VP. Anatomic correlates of acoustic rhinometry as measured by rigid nasal endoscopy. *Otol Head and Neck Surgery* 1999;121:572-6.
87. Lee K. Acoustic rhinometry predicts tolerans of nasal continous positive airway pressure (nCPAP), *The American Journal of Rhinology* 2000;1123-37.
88. Marques VC, Anselmo-Lima WT. Pre- and postop-erative evaluation by acoustic rhinometry of children submitted to adenoidectomy or adenotonsillectomy. *Int J Peditr Otorhinolaryngol* 2004; 68:311-16.
89. Ward EC, McAuliffe M, Holmes SK, Lynham A, Monsour F. Impact of malocclusion and orthognathic reconstruction surgery on resonance and articulatory

- function: an examination of variability in five cases. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2002; 410-7.
90. Munoz J, Mendoza E, Fresneda MD, Carballo G, Ramirez I. Perceptual analysis in different voice samples: agreement and reliability. *Percept Mot Skills* 2002; 94: 1187-9.
 91. Ohde RN, Haley KL, Barnes CW. Perception of the [m]-[n] distinction in consonant-vowel (CV) and vowel-consonant (VC) syllables produced by child and adult talkers. *J Acoust Soc Am* 2006; 119: 1697-711.
 92. Jones DL. Patterns of oral-nasal balance in normal speakers with and without cleft palate *Folia Phoniatr Logop* 2006; 58: 383-91.
 93. Slifka J. Some physiological correlates to regular and irregular phonation at the end of an utterance. *J Voice* 2006; 20: 171-86.