

**T. C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TÜRKÇE KONUŞAN OKULÇAĞI ÇOCUKLARINDA  
SES ÇIKIŞ ZAMANLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

**İSA TUNCAY BATUK**

**Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ANKARA  
2015**



**T. C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TÜRKÇE KONUŞAN OKULÇAĞI ÇOCUKLARINDA  
SES ÇIKIŞ ZAMANLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

**İSA TUNCAY BATUK**

**Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI  
DOÇ. DR. MAVİŞ EMEL KULAK KAYIKCI**

**ANKARA**

**2015**

Anabilim Dalı :Odyoloji  
Program :Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları  
Tez Başlığı :Türkçe Konuşan Okul Çağı Çocuklarında Ses Çıkış  
Zamanlarının Değerlendirilmesi  
Öğrenci Adı-Soyadı :İsa Tuncay Batuk  
Savunma Sınavı Tarihi :25.05.2015

Bu çalışma jürimiz tarafından yüksek lisans/doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: **Prof. Dr. Gonca Sennaroğlu**

**Hacettepe Üniversitesi**

Tez danışmanı: **Doç. Dr. Maviş Emel Kulak Kayıkcı**

**Hacettepe Üniversitesi**

Üye: **Prof. Dr. Aydan Genç**

**Hacettepe Üniversitesi**

Üye: **Doç. Dr. Meral Didem Türkyılmaz**

**Hacettepe Üniversitesi**

Üye: **Doç. Dr. Bülent Gündüz**

**Gazi Üniversitesi**

ONAY

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun görülmüş ve Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.

  
(İmza)

Prof.Dr. Ersin FADILLIOĞLU

Müdür 7.

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince yardımını esirgemeyen, fikirleri ve bilgisi ile yanımda olan tez danışmanı hocam Doç. Dr. Maviş Emel KULAK KAYIKCI'ya;

Yüksek lisans eğitimim boyunca yaptıkları değerli katkılar ve destekleri için değerli hocam Prof. Dr. Gonca SENNAROĞLU'na;

Çalışmama yaptıkları değerli katkılar için jüri üyesi hocalarım Prof. Dr. Aydan GENÇ, Doç. Dr. Meral Didem TÜRKYILMAZ, Doç. Dr. Bülent GÜNDÜZ'e;

Yüksek lisans eğitimim sırasında desteklerini esirgemeyen, bilgi ve deneyimlerini paylaşan sayın hocalarım Prof. Dr. Songül AKSOY, Doç. Dr. Esra YÜCEL, Doç. Dr. Esra ÖZCEBE; Doç. Dr. Bilgehan BÖKE, Doç. Dr. Suna YILMAZ'a;

Eğitimim süresince her alanda verdikleri destek için Odyoloji ve Dil Konuşma Terapisi Bölümleri'ndeki tüm araştırma görevlisi arkadaşlarıma;

Tanıştığımız günden beri beni destekleyen, cesaretlendiren, sevgi ve saygısını esirgemeyen en iyi arkadaşım, hayat arkadaşım Uzm. Ody. Merve BATUK'a; doğumuyla birlikte ailemize neşe katan canım oğlum Can BATUK'a ve ailemin tüm üyelerine;

İçtenlikle derin saygı, sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

## ÖZET

**Batuk, İ.T., Türkçe Konuşan Okul Çağı Çocuklarında Ses Çıkış Zamanlarının Değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2015.**Konuşma, çok sayıda anatomik yapının uyumlu çalışması ile gerçekleşen ses üretim sürecidir. Konuşma sesleri respirasyon, fonasyon, artikülasyon ve rezonans sistemlerinin düzenli çalışması ile üretilir. Konuşma sesleri akustik analizler ile incelenir. Ses çıkış zamanı, patlamalı seslerin ayırımında kullanılan güvenilir bir akustik parametredir. Bu çalışma, Türkçe konuşan okul çağı çocuklarının ses çıkış zamanı paternlerini araştırmak ve standart veri elde etmek üzere planlanmıştır. Her grupta 30 çocuk olmak üzere, anadilleri Türkçe olan toplam 120 çocuk 4 farklı yaş grubunda 7.0-7.11 yaş (Grup I), 8.0-8.11 yaş (Grup II), 9.0-9.11 yaş (Grup III) ve 10.0-10.11 yaş (Grup IV) çalışmaya katılmıştır. Türkçe'deki /p/, /b/, /t/, /d/, /k/, /g/ patlamalı sesler ile /a/, /e/, /u/, /i/, /o/, /œ/, /u/, /y/ ünlü sesler birleştirilerek oluşturulan heceler katılımcılara üçer defa tekrar ettirilmiştir. Praat yazılımı (<http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>, version 5.1.31, Paul Boesma and David Weenik, *Phonetic Sciences Department, University of Amsterdam*) ile alınan ses kayıtları analiz edilmiştir. Patlama ile vokal fold vibrasyonunun başlangıcı arasındaki süre ölçülerek ses çıkış zamanı değerleri belirlenmiştir. Dört grupta da titreşimsiz patlamalı seslerin ses çıkış zamanı değerleri pozitif, titreşimli patlamalı seslerin ses çıkış zamanı değerleri ise negatif olarak bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Türkçe konuşan okul çağı çocuklarında ses çıkış zamanı değerlerinin, artikülasyonun yeri, cinsiyet, takip eden ünlü yüksekliği değişkenlerinden etkilendiği, yaş değişkeninden ise etkilenmediği saptanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen standart verilerin farklı konuşma bozukluklarında yapılan çalışmalarda kullanılabileceği düşünülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Ses çıkış zamanı, patlamalı ünsüzler, akustik değerlendirme, konuşma üretimi.

## ABSTRACT

**Batuk. I.T., Evaluation of Voice Onset Time in School Aged Turkish Speaking Children, Hacettepe University Institute of Health Sciences, Master Thesis in Audiology and Speech Pathology, Ankara, 2015.**Speech is sound production process which materialize with compatible working of a lot of anatomic structure. Speech sounds are produced by coordinated working of respiration, phonation, articulation and resonance systems. Speech sounds are examined with acoustical analysis. Voice onset time is a reliable acoustic parameter used in differentiation of plosives. This study is planned to investigate voice onset time in school aged Turkish speaking children and obtain normative data. Assigning 30 children in each group, a total of 120 children, whose mother language are Turkish, in 4 age-groups, 7.0-7.11 years (Group I), 8.0-8.11 years (Group II), 9.0-9.11 years (Group III), and 10.0-10.11 years (Group IV) participated in the study. With combination of 6 plosives /p/, /b/, /t/, /d/, /k/, /g/ and 8 vowels /a/, /e/, /u/, /i/, /o/, /œ/, /u/, /y/ of Turkish formed speech samples were repeated 3 times. Recorded samples with Praat software (<http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>, version 5.1.31, Paul Boesma and David Weenik, *Phonetic Sciences Department, University of Amsterdam*) were analysed. Voice onset time was determined with measuring the time between burst and beginning of the vocal fold vibration.. In all four groups voice onset time values of voiceless plosives were founded positive, voice onset time values of voiced plosives were found negative ( $p>0.05$ ). It was found out that voice onset time values of school aged Turkish speaking children were affected from place of articulation, gender and vowel height but not affected from age. It was thought that normative data obtained from study could be used in other studies of different speech disorders.

**Key words:** Voice onset time, plosive consonants, acoustical assessment, speech production.

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ONAY YAZISI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
ŞEKİLLER	ix
GRAFİKLER	x
TABLolar	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Konuşma Anatomisi ve Fizyolojisi	3
2.1.1. Solunum	3
2.1.2. Fonasyon	4
2.1.3. Artikülasyon	8
2.1.4. Rezonans	8
2.2. Sesin Oluşumu	9
2.2.1. Solunum Sisteminin Basınçları	9
2.2.2. Bernoulli Etkisi	10
2.2.3. Kaynak-Filtre Teorisi	12
2.3. Fonemlerin Sınıflandırılması	13
2.3.1. Ünlü Fonemlerin Sınıflandırılması	13
2.3.2. Ünsüz Fonemlerin Sınıflandırılması	14
2.4. Patlamalı Ünsüz Seslerin Akustik Özellikleri	16
2.4.1. Kapanma Evresi	17
2.4.2. Patlama Evresi	18
2.4.3. Frikasyon Evresi	18
2.4.4. Aspirasyon Evresi	18
2.5. Patlamalı Ünsüz Seslerin Spektral Görüntüleri	19
2.6. Ses Çıkış Zamanı	20
2.6.1. Ses Çıkış Zamanının Değerlendirilmesi	21
3. BİREYLER ve YÖNTEM	23
3.1. Bireylerin Seçim Kriterleri	23
3.2. Araçlar ve Yöntem	24
3.2.1. Odyolojik Değerlendirme	24
3.2.2. Akustik Değerlendirme	24
3.3. İstatistiksel Değerlendirme	26
4. BULGULAR	27
4.1. Demografik Bilgiler	27
4.2. Akustik Değerlendirme	27
5. TARTIŞMA	32
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	41
KAYNAKLAR	42
EKLER	45
EK 1. Etik Kurul İzni	45
EK 2. Klinik Değerlendirme Formu Örneği	46



## SİMGELER VE KISALTMALAR

N: Sayı (*number*)

p: İstatistiksel Yanılma Düzeyi

SS: Standart Sapma

VOT: *Voice onset time* (ses çıkış zamanı)

## ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1. Solunum Sistemi	3
2.2. Vokal Foldların Yapısı	6
2.3. Larenks Kıkırdakları	7
2.4. Solunum Sistemi Basınçları	10
2.5. Bernoulli Etkisi	11
2.6. Fonasyonun Oluşumu	12
2.7. Patlama, Frikasyon ve Aspirasyon Evreleri	16
2.8. Kapanma Evresi	17
2.9 (a) Alçak Frekans, (b) Yüksek Frekans, (c) Orta Frekans	20
2.10. (a) <i>Prevoicing</i> , (b) VOT=0 msn; (c) <i>Short lag</i> ; (d) <i>Long lag</i>	21
3.1. Patlamalı Seslerde VOT Ölçümü	25

## GRAFİKLER

Grafik	Sayfa
4.1. Gruplara Ait VOT Değerleri	28

## TABLOLAR

Tablo	Sayfa
2.1. Ünlülerin Sınıflandırılması A. Dilin, dudakların ve çenenin pozisyonuna göre B. Dilin yüksekliğine göre	14
2.2. Ünsüzlerin Sınıflandırılması	16
3.1. Gruplara Ait Cinsiyet ve Yaş Dağılımı	23
3.2. Kayıt Alınan Heceler	25
4.1. Gruplara Ait Demografik Bilgiler	27
4.2. Gruplara Ait VOT Değerleri	27
4.3. Gruplara Ait Hece Düzeyinde Ortalama VOT Değerleri	29
4.4. Titreşimli Patlamalı Ünsüzlerin VOT Değeri Dağılımı	30
4.5. Cinsiyete göre Ortalama VOT Değerleri	30
4.6. Ünlü Fonemlerin Yüksekliğinin VOT ile İlişkisi	31

## GİRİŞ

Konuşma, vokal yoldaki farklı birçok bölgenin nöromusküler kontrolü ile seslerin fiziksel olarak üretimidir. Konuşma sesleri solunum, fonasyon, artikülasyon ve rezonans sistemlerinin birbirleriyle uyumlu şekilde çalışmaları ile üretilir. Akciğerlere alınan hava, gaz değişimi gerçekleştikten sonra vokal yola yönlendirilir, larengeal bölgede vokal foldları titreştiren hava akımı, artikülatör organlar tarafından şekillendirilir ve ilgili boşluklarda rezonans edilerek konuşmada kullanılan uygun ses enerjisine dönüştürülür.

Konuşma sesleri, ünlü ve ünsüz seslerden meydana gelir. Ünlü sesler, vokal yolda herhangi bir engelle uğramadan oluşturulan seslerdir. Dudakların, çenenin ve dilin pozisyonuna göre sınıflandırılırlar. Ünsüz sesler ise vokal yolda hava akımının artikülatör organlar tarafından engellenmesi ile oluşturulur. Ünsüz sesler, artikülasyonun yeri, biçimi ve vokal foldların titreşim durumuna göre sınıflandırılırlar.

Konuşma sesleri farklı şekillerde üretilirler ve akustik değerlendirmeler ile birbirlerinden ayırt edilebilirler. Ses çıkış zamanı (*voice onset time; VOT*), patlamalı seslerde görülen patlama ile vokal fold vibrasyonu arasındaki süreç olarak tanımlanır ve titreşimli-titreşimsiz patlamalı seslerin ayırımında kullanılan güvenilir bir akustik parametredir. Patlamalı sesler, artikülatör bölgede tam bir engelle karşılaşan havanın aniden salınması ile oluşan türbülans hava akımının ürünüdür. Farklı dillerde farklı şekillerde üretilen patlamalı seslerin akustik ayırımı, VOT değerlerinin belirlenmesi ile sağlanır. Türkçe patlamalı seslerin titreşimli ve titreşimsiz olarak iki kategoride incelendiği bir dildir. Türkçe’de titreşimli patlamalı sesler üretilirken periyodik vokal fold vibrasyonu patlamadan önce gerçekleştiği için *prevoicing* VOT değerlerine rastlanır. Titreşimsiz patlamalı seslerde ise patlama periyodik vokal fold vibrasyonundan öncedir ve aspirasyon evresi uzundur. Bu nedenle, *long lag* VOT değerleri görülür.

Yapılan çalışmalarda farklı dillerde patlamalı seslerin ses çıkış zamanları değerlendirilmiş, diller arasında farklılıkların gözlemlendiği belirlenmiştir. Türkçe’de ise yetişkinlerde VOT değerlerini belirlemek için yapılmış bir çalışma vardır. Çocukların VOT değerlerini ortaya koyan herhangi bir çalışma yoktur. Anatomik ve

fizyolojik farklılıklar sonucu VOT değerlerinde değişiklikler gözlenir. Bu nedenle yetişkinlerin ve çocukların VOT değerlerinin ayrı ayrı araştırılması gerekmektedir. Bu çalışma ile Türkçe konuşan okul çağı çocuklarının VOT değerlerinin belirlenmesi ve standart bir veri oluşturulması amaçlanmaktadır.

## GENEL BİLGİLER

Konuşma solunum, fonasyon, artikülasyon ve rezonans sistemlerindeki nöromusküler yapıların kontrolü ile gerçekleşir.

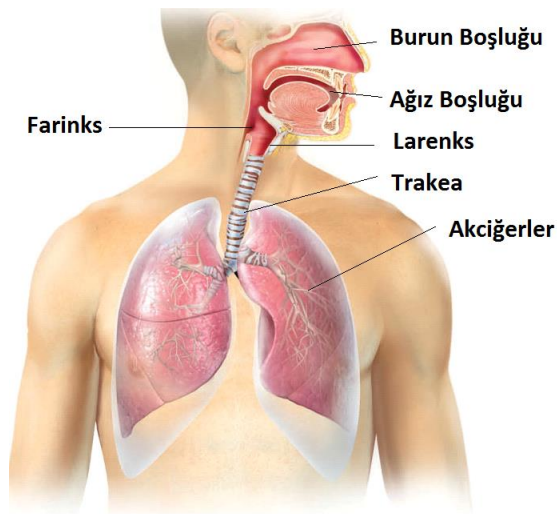
### 2.1. Konuşma Anatomisi ve Fizyolojisi

Konuşma, insanların en kompleks motor davranışlarından biri olup, solunum kaslarından oral kavitedeki vokal organları içeren birçok kasın temporal ve uzaysal kontrolünü gerektirir (1).

#### 2.1.1. Solunum

Solunum sisteminin iki temel görevi vardır. Birincil görevi yaşamsal fonksiyonların devamı için gereken gaz değişimidir. İkincil görevi ise ses oluşumunda enerji kaynağı olmasıdır (2,3).

Solunum, burun boşluğundan alınan hava ile başlar. Burun boşluğundaki hava filtrelenir, ısıtılır ve nemlendirilir. Hava daha sonra sırası ile farinkse ve trakeaya ulaşır. Trakeada sağ ve sol olarak ikiye ayrılan hava bronşiyollere iletilir. Son olarak, küçük hava keseciklerinde oksijen-karbondioksit değişimi yapılır. Oksijen kullanılmak üzere dokulara ulaştırılırken, karbondioksit vücuttan atılır. Akciğerlerden gelen hava akımı ses üretimi için larenkse aktarılır. Konuşma sürecinde kişi derin bir inspirasyondan sonra ekspirasyon boyunca larenksin titreşmesi için gereken basıncı kontrol eder. Kişi larenkse yeterli basıncı gönderemezse ses oluşturamaz (2-4). Solunum sisteminin görünümü Şekil 2.1'de verilmiştir.



Şekil 2.1. Solunum Sistemi (3)

Solunumda görev alan yapılar akciğerler, trakea ve solunum kaslarıdır. **Akciğerler**, göğüs kafesinin içerisinde bulunan hafif, süngerimsi, vasküler olarak zengin, bronşiyolları ve hava keseciklerini içerisinde barındıran elastik bir yapıdır. Maksimum inspirasyon sırasında 2 litre hava ile doldurulabilir. Akciğerlerin sağ ve sol lobları kalbin konumu nedeni ile farklılık gösterir. Akciğerlerin sol lobu kalbin içerisine yerleşiminden dolayı sağ loba göre daha küçüktür. **Trakea**, yaklaşık 11cm uzunluğunda 16-20 hiyalin kıkırdaktan oluşan esnek bir tüptür. 6. servikal vertebra seviyesinden başlar ve 5. torakal vertebra seviyesinde ikiye ayrılarak sonlanır. Trakeanın ayrılma yeri doğumda 3. torakal vertebra seviyesinde iken 10-12 yaşlarında erişkindeki seviyesini bulur (2,3,5).

**Solunum kasları**, inspirasyon ve ekspirasyon kasları olmak üzere ikiye ayrılır. Primer **inspirasyon kası** diyaframdır. Göğüs ve karın boşluğu arasına yerleşmiş kubbe şeklinde bir kastır. Diyaframın motor siniri, sinir liflerini C3-C4-C5 seviyesinden alan frenik sinirdir. İnspirasyonun yardımcı kasları ise eksternal interkostal ve internal interkostal kasın interkondral parçası, levator kostarum brevis ve longus, serratus posterior superior, sternokleidomastoideum, skalen, trapez, pectoralis majör ve minör, serratus anterior, subclavius, levator skapulae, rhomboideus majör ve minör kaslarıdır. **Ekspirasyon kasları** ise internal interkostal kasın interosseal parçası ile transversus thorasis, subcostal, serratus posterior inferior, innermost interkostal, latissimus dorsi, kuadratus lumborum, internal oblik, eksternal oblik ve rektus abdominis kaslarıdır (3,5).

### 2.1.2. Fonasyon

Akciğerlerden gelen hava, larenkste bulunan vokal foldlara ulaşır ve vokal foldları titreştirir. Fonasyon, vokal foldların ürünüdür ve konuşmadaki ses kaynağıdır. Vokal foldlar, aralarından geçen hava ile titreşir (3).

Larenks, kas-kıkırdak yapısından oluşan ve soluk borusunun üst kısmında bulunan bir yapıdır. Üç tane tek kıkırdak ve 3 çift kıkırdaktan oluşur. Ligamentler ile birbirine bağlı olan kıkırdaklar, muköz bir membran ile çevrelenmiştir (5).

Larenks, erişkin ve pediatrik grupta bazı anatomik farklılıklar gösterir. Larenksin pozisyonu, kıkırdak konfigürasyonu ve boyutu, vokal foldların histolojik yapısı temel anatomik farklılıklardır. Larenks, yetişkinlerde 4.-6. vertebralar

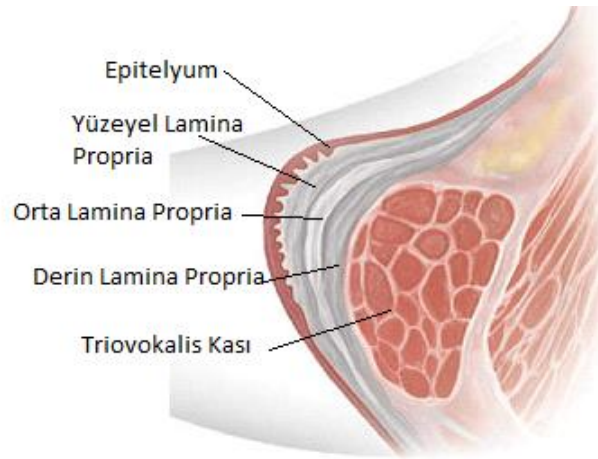


arasındayken yenidoğanlarda daha yüksek seviyededir. Ortalama uzunluğu erkeklerde 44 mm, bayanlarda 36 mm'dir (5,6).

Daralan bir tüp şeklinde olan larenks boşluğu, kaygan ve oldukça aerodinamik bir yüzeye sahiptir. Bu tüp, derin kıkırdak yapılarının ligament ve membranlarından oluşan yaprak ve foldlardan meydana gelir. Islak ve kaygan bir membran ile tamamen çevrilidir (3).

**Vokal foldlar**, erişkin erkeklerde 11.5-16 mm arasında değişmektedir ve uzunluk puberteyle birlikte 4-8 mm artış gösterir. Erişkin bayanlarda ise 8-11,5 mm aralığındadır ve puberte döneminde 1-3.5 mm artış gösterir. Vokal foldlar 5 doku tabakasından oluşur (7) (Bkz. Şekil 2.2):

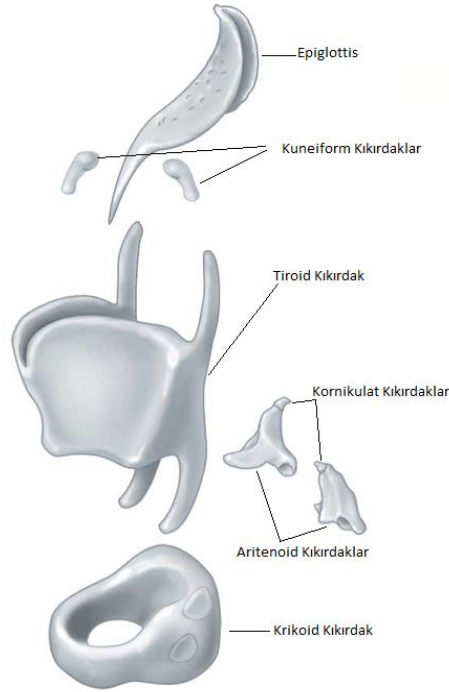
- 1. Epitelyum:** 0.1 mm'den daha ince olan epitelyum vokal foldun en yüzeyel tabakasıdır. Vokal foldların sıvı dengesini sağlayan ve hidrate olmasına yardımcı olan bu tabaka, vokal foldların parlak ve beyaz görünmesini sağlar.
- 2. Yüzeyel Lamina Propria:** Epitelyum'un altındaki tabakadır. Elastin fibrillerden oluşur. Fiziksel özellikleri sayesinde vokal foldlara destek ve koruma görevi görür.
- 3. Orta Lamina Propria:** Elastin liflerden oluşur ve bu lifler ön-arka şeklinde yerleşmiştir.
- 4. Derin Lamina Propria:** Ön-arka yerleşimli liflerden oluşan elastin liflerin aksine gerilime engel olan kollajen liflerden oluşmuştur. Vokal ligament orta ve derin lamina propria tabakalarından meydana gelir.
- 5. Triovokalis Kası:** Vokal foldun en yoğun tabakasıdır (3).



Şekil 2.2. Vokal Foldların Yapısı (3)

Larenks krikoid, tiroid ve epiglottis adında üç tane tek ve aritenoid, kornikulat ve kuneiform adında üç çift kıkırdak olmak üzere 6 **kıkırdaktan** meydana gelir (Bkz. Şekil 2.3):

1. **Krikoid Kıkırdak:** Larenksin en alttaki kıkırdağıdır. Trakeanın üstüne yerleşmiştir. Arka tarafı ön tarafa göre daha yüksektir. Alçak kısmı olan ön tarafı, vokal foldların yapıştığı yerdir.
2. **Tiroid Kıkırdak:** En büyük larengeal kıkırdaktır. Orta kısmında tiroid açığı bulunur. Bu bölgeye “Adem elması” denir. Tiroid kıkırdağın arka kısmı açıktır. Tiroid kıkırdağın her iki yarımı arasındaki açığı kadınlarda ve çocuklarda 120-140 derece iken, erkeklerde 90 derecedir.
3. **Epiglottis:** Yutma aktivitesi sırasında soluk yolunun üzerine yaprak şeklinde kapanarak bölgeyi yabancı cisimlerden korur.
4. **Aritenoid Kıkırdaklar:** Fonasyonu başlatma ve sonlandırmanın mekanik yapısını oluşturan aritenoid kıkırdaklar krikoid kıkırdağın üst yüzeyine yerleşiktir.
5. **Kornikulat Kıkırdaklar:** Aritenoid kıkırdakların üst uç kısmında kornikulat kıkırdaklar bulunur.
6. **Kuneiform Kıkırdaklar:** Ariepiglotik foldların içinde bulunan küçük kıkırdaklardır (3,5).



Şekil 2.3. Larenks Kıkırdakları (3)

Larenks kasları intrinsik ve ekstrinsik olmak üzere ikiye ayrılır. **Larenksin intrinsik kasları** adduktörler, abduktörler, tensörler, relaksörler ve yardımcı kaslar olmak üzere 5 farklı gruptan oluşur:

1. **Adduktörler:** Vokal foldları birbirine yaklaştıran, fonasyonu başlatan ve devam ettiren kaslardır. Lateral krikoaritenoid kaslar, transvers aritenoid kas ve oblik aritenoid kaslardan oluşur.
2. **Abduktörler:** Vokal foldları birbirinden uzaklaştıran fonasyonu sonlandıran kaslardır. Posterior krikoaritenoid kaslardan oluşur.
3. **Tensörler:** Vokal foldları geren kaslardır. Krikoid ve tirovokal kaslardan oluşur.
4. **Relaksörler:** Vokal foldları gevşeten kaslardır. Tiromuskuler kaslardan oluşur.
5. **Yardımcı Kaslar:** Tiroepiglotik kaslar, superior tiroaritenoid kaslar ve ariepiglotik kaslardan oluşur (3,5).

**Larenksin ekstrinsik kasları**, larengeal elevatörler ve larengeal depresörler olmak üzere iki grupta incelenir. Larengeal Elevatörler, larenksi yukarı kaldıran

kaslardır. Anterior ve posterior digastrik kaslar, stilohiyoid kas, miyohiyoid kas, geniiohiyoid kas, genioglossal kas, hiyoglossal kas ve tirofaringeal kaslardan oluşur. Larengeal depresörler ise sternohiyoid kas, omohiyoid kas, sternotiroid kas ve tirohiyoid kaslardan oluşur (3,5).

### 2.1.3. Artikülasyon

Fonasyonun başlamasından sonra hava akımı spesifik bölgelere aktarılarak sesler şekillendirilir ve konuşma üretimi gerçekleşir. Artikülasyon süreci oral, nazal ve farengeal boşluktaki birçok yapı oluşturur. Bu yapılar hareketli ve sabit yapılar olarak ikiye ayrılır. Dil, dudak, çene ve yumuşak damak hareketli yapılar; dişler, alveolar sırt ve sert damak ise sabit yapılardır (2).

**Dil**, en önemli artikülatör organdır. Oral boşluğun tabanını oluşturur ve tamamen kas yapısındadır. Kasıldığında daralır ve kısalır, gevşediğinde ise genişler ve uzar. İntrinsik dil kasları; superior longitudinal, inferior longitudinal, transvers ve vertikal dil kaslarından oluşur. Ekstrinsik dil kasları ise genioglossus, hiyoglossus, styloglossus, kondroglossus ve palatoglossus kaslarından oluşur. **Dudak**, oral boşluğun girişini oluşturur. Dudak ve yüz kasları dudak hareketlerini sağlar. **Çene**, dilin pozisyonlanması için platform bölge oluşturur. **Yumuşak damak**, ağız tavanının arka 1/3'lük kısmını oluşturur ve uvula ile sonlanır. Kas yapısında olan yumuşak damağın hareketi ile hava akımı oral veya nazal boşluğa yönlendirilir (2,5).

**Dişler**, dental bölge olarak da isimlendirilir. Konuşma sırasında özellikle frikatif fonemlerin üretilmesine yardım eder. **Alveolar sırt**, üst dişlerin hemen arka kısmı olan bölgedir. Ünsüz fonemlerin üretimine yardım eder. **Sert damak**, ağız tavanının 2/3'lük ön kısmını oluşturur ve kemik yapısındadır (2,5).

### 2.1.4. Rezonans

Rezonatör sistem rezonasyondan sorumlu vokal yoldur. Faringeal kavite, nazal kavite ve oral kavite rezonansta görev yapar. Tüm yüzeyler ve kavite rezonans sisteminin bir parçasıdır. Vokal foldlardan gelen ses oral kavitede şekillenerek fonemleri oluşturur (3).

## 2.2. Sesin Oluşumu

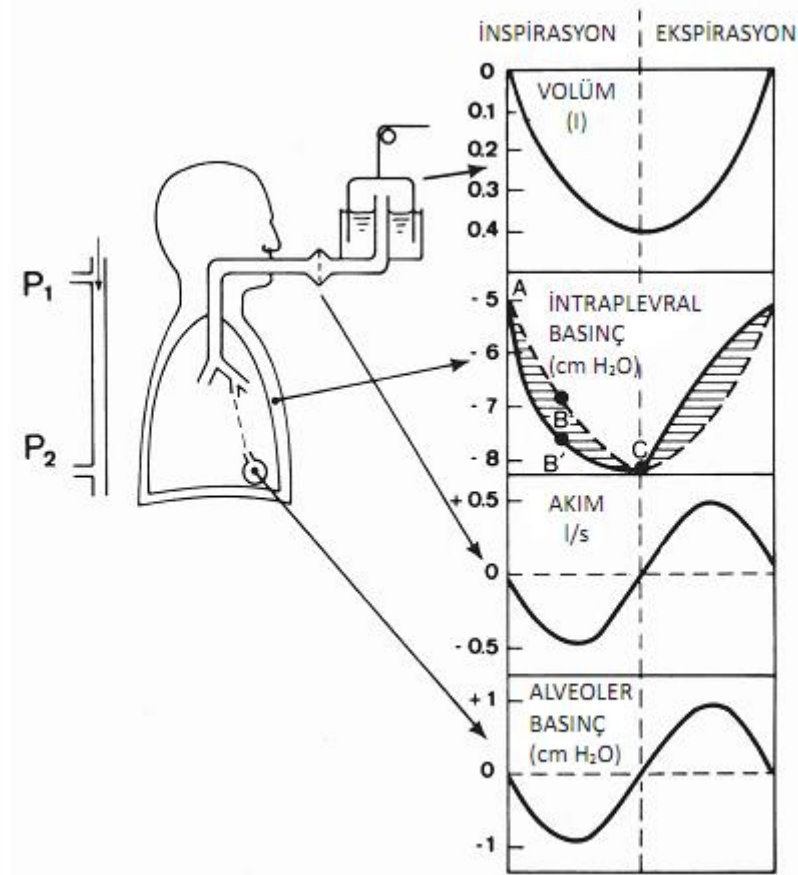
Konuşma sesinin oluşumu solunum, fonasyon, artikülasyon ve rezonans süreçlerinin gerçekleşmesiyle oluşur. Ses oluşumunda bu süreçlerin her birinde farklı basınç ve hava akımı dengelerinden bahsedilir. Sesin oluşumunda solunum sistemi basınçları, **Bernoulli Etkisi** ve **Kaynak-Filtre Teorisi** önemli rol oynar (3).

### 2.2.1. Solunum Sisteminin Basınçları

Konuşma ve konuşma dışı fonksiyonlarda solunum sisteminde 5 özel basınçtan bahsedilir (Bkz. Şekil 2.4):

1. **Alveolar Basınç:** Akciğerlerin içerisinde ölçülen basınç seviyesidir.
2. **İntrapleural Basınç:** Parietal ve visseral plevra arasındaki bölgeden ölçülen basınç seviyesidir.
3. **Subglottal Basınç:** Vokal foldların alt kısmındaki bölgeden ölçülen basınç seviyesidir.
4. **İntraoral Basınç:** Ağız içerisinden ölçülen basınç seviyesidir.
5. **Atmosferik Basınç (Patm):** Referans basınç değeridir. Deniz seviyesinde 760 mmHg olarak ölçülür (3).

Farklı bölgelerden ölçülen bu basınçlar konuşma üretimi boyunca Patm hariç sürekli değişkenlik gösterir. Diyafram kası kasıldığında akciğer hacmi 0.4 L genişler ve alveolar basınç azalır. Atmosferik basıncın 1 cmH<sub>2</sub>O altına iner ve inspirasyon ile Patm'ye eşitlenir. Diyafram kası gevşediğinde akciğer hacmi azalır ve benzer şekilde ekspirasyondan önce alveolar basınç Patm'nin 1 cmH<sub>2</sub>O üzerine çıkar ve ekspirasyon ile Patm'ye eşitlenir. Hava akımı, inspirasyonun başında 0 değerindedir. İspirasyonun ortasında 0.5 L/sn olur. Ekspirasyonun başında tekrar 0 değerine ulaşır. Ekspirasyonda hava akımı inspirasyonun tam tersi yönündedir ve ekspirasyonun ortasında -0.5 L/sn olarak ölçülür. İntrapleural basınç, solunum süresince sürekli negatiftir. İspirasyondan önce -5cmH<sub>2</sub>O değerindedir ve inspirasyonla birlikte -8cmH<sub>2</sub>O seviyesine iner. Ekspirasyonla birlikte tekrar -5cmH<sub>2</sub>O seviyesine çıkar (8).



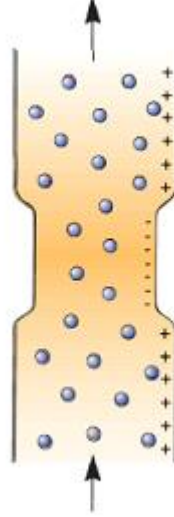
Şekil 2.4. Solunum Sistemi Basınçları (8)

Vokal foldlar açık olduğunda alveolar, subglottal ve intraoral basınçlar birbirine eşittir. İspirasyon sırasında bu üç bölgenin basınçları,  $P_{atm}$ 'nin altında, ekspirasyon sırasında ise  $P_{atm}$ 'nin üstündedir. Vokal foldlar, fonasyon için kapalı durumda olduğunda üst solunum yolunda çıkan havaya önemli bir engel oluşturur. Vokal foldların kapalı olması subglottal basınç artışına, intraoral basıncın azalmasına ve  $P_{atm}$  ile aynı seviyeye gelmesine sebep olur. Subglottal bölge ile supraglottal bölge arasında önemli bir basınç farkı oluşur. Basınç farkı 3-5 cmH<sub>2</sub>O seviyesinin üzerine çıktığında vokal foldlardan hava geçişi olur ve fonasyon başlar (3).

### 2.2.2. Bernoulli Etkisi

Daralan bir tüpün içerisinden geçen hava molekülleri daralma bölgesine ulaştığında belirli sayıdaki hava molekülleri nispeten daha dar bir bölgeden geçer ve bu hava moleküllerinin enerjisi dikey yönde artış gösterir. Bu sebeple hava

moleküllerinin hızı artar ve daralan bölgenin yan duvarlarına etki eden hava basıncı azalır (3) (Bkz. Şekil 2.5).

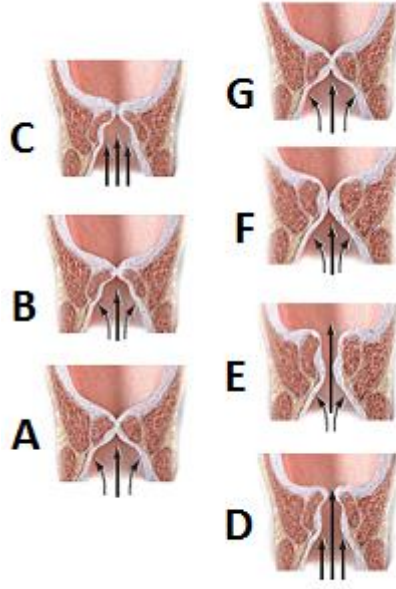


Şekil 2.5. Bernoulli Etkisi (3)

Ekspirasyonun başlangıcında vokal foldlar orta hatta adduksiyondadır. Akciğerlerden gelen hava ile subglottik basınç artar ve vokal foldlardaki direncin üzerine çıkar. Vokal foldlardan anlık hava geçişi meydana gelir. Hava akımının vokal foldlar arasındaki dar kanaldan geçişi Bernoulli etkisi ile açıklanır. Hava geçişi gerçekleşikten sonra subglottal bölge basıncı ile supraglottal bölge basıncı birbirlerine eşitlenir ve vokal foldlar, adduksiyon ile tekrar orta hatta sıkıca birleşir. Bu, vokal foldların bir döngülük açılıp kapanmasıdır (9). Bernoulli etkisi, azalan basınç ile artan akış hızında görülür ve bu durum vokal foldların tekrar birleşmesinde etkilidir. Vokal foldların açılıp kapanması birçok kez tekrar eder. Vokal foldlar açılıp kapandıkça ses dalgaları vokal yola iletilir. Hipofarinks, orofarinks, nasofarinks, nazal kavite ve oral kavitede ses dalgaları şekillendirilerek konuşma sesleri üretilir (6).

Yumuşak bir yapıda olan vokal foldlar kas ve epitelyal dokudan oluşurlar. Bu yüzden yeterli bir güç ile itildiğinde hareket etme özelliğine sahiptir. Vokal foldlar başlangıçta tamamen kapalı durumdadır ve ekspirasyon ile gelen hava molekülleri subglottal bölgedeki hava basıncını arttırır (Bkz. Şekil 2.6.A). Subglottal ve

supraglottal bölge arasındaki basınç farkı 3-5 cmH<sub>2</sub>O seviyesinin üstüne çıktığında vokal foldlar açılır, hava molekülleri vokal foldlar arasından hızla geçer (Bkz. Şekil 2.6.D). Geçiş sırasında vokal foldlara etki eden basınç azalır ve vokal foldlar kapanır (3) (Bkz. Şekil 2.6.F).



Şekil 2.6. Fonasyonun Oluşumu (3)

Bir kişinin fonasyonu gerçekleştirebilmesi için üç temel larengeal aktiviteyi gerçekleştirmesi gereklidir:

1. Fonasyonu başlatma: Vokal foldların adduksiyonu
2. Fonasyonu sürdürme: Hava akımına karşı vokal foldları adduksiyonda tutma
3. Fonasyonu sonlandırma: Vokal foldların abduksiyonu (3).

### 2.2.3. Kaynak-Filtre Teorisi

Konuşma seslerinin üretimi ile ilgili en kabul görmüş teori konuşma üretiminin akustik teorisi olarak da bilinen kaynak-filtre teorisidir. Konuşma üretiminin gerçekleşme sürecini en iyi anlatan teoridir (2).

Akciğerlerden gelen hava ile vokal foldlarda ses üretimine başlanır. Bu ses üretimi kaynak olarak adlandırılır. Artikülatör organlardaki şekil ve konfigürasyon değişiklikleri ile ses şekillendirilir ve farklı özelliklerde sesler üretilir. Farklı



özelliklere sahip bu sesler ünlü, frikatif, nazal, patlamalı, affrikatif sesler gibi majör ses sınıflarına ayrılır (10).

Bir soda şişesinin uç kısmına üflendiğinde bir ses duyulur. Şişeye bir miktar sıvı eklenerek şişedeki hava hacmi azaltılırsa üflendiğinde duyulan sesin frekansı artar. Benzer şekilde şişedeki hava hacmi arttırılırsa üflendiğinde duyulan sesin frekansı azalır. Vokal yolu bir ucu açık bir ucu kapalı bir tüp gibi düşünebiliriz. Bir boşluğun rezonans frekansı, o boşluğun boyu ve hacmi ile ilişkili olarak değişir. Dil, ağız içinde hareket ettiğinde ağız boşluğunun şekli değişir; küçülür, büyür, uzar veya kısılır. Ağız boşluğu şekillendiğinde bölgenin rezonans frekansı değiştiğinden oluşturulan sesin frekansı da değişir. Vokal foldlar yarı periyodik bir ses üretirler, ses daha sonra vokal yola iletilir, sürekli değişen konuşma sesleri hareketli artikülatörlerin ürünüdür (3,10).

### 2.3. Fonemlerin Sınıflandırılması

Türkçe’de fonemler ünlü ve ünsüz fonemler olmak üzere 2’ye ayrılır. Ünlü fonemler, üretimleri sırasında herhangi bir engel ile karşılaşmazken, ünsüz fonemler vokal yolun farklı bölgelerinde engeller ile karşılaşarak üretilirler.

#### 2.3.1. Ünlü Fonemlerin Sınıflandırılması

Akciğerlerden gelen havanın vokal foldlarda fonasyonu gerçekleştirmesinden sonra artikülatör organlarda herhangi bir engele uğramadan oluşturduğu konuşma sesleri ünlü fonemler olarak adlandırılır. Dilin, dudakların ve çenenin pozisyonu ünlü fonemlerin akustik özelliklerini değiştiren etmenlerdir (Bkz. Tablo 2.1):

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

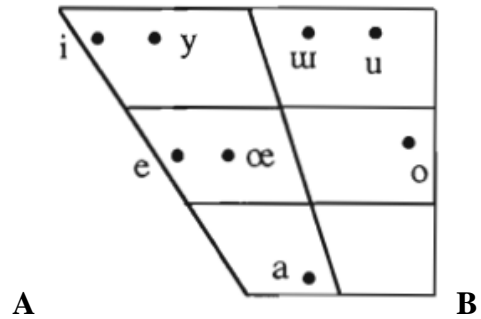
durumdayken oluşan ünlülere yuvarlak ünlüler denir. Bu ünlüler /o/,/œ/,/u/,/y/ ünlüleridir.

- 3. Çenenin Durumuna Göre:** Çenenin aşağı-yukarı hareketine bağlı olarak ağız boşluğunun aldığı konuma göre /a/,/e/,/o/,/œ/ geniş ünlüler; /u/,/i/,/u/,/y/ dar ünlüler olarak adlandırılır. Çenenin pozisyonu dilin yüksekliği ile beraber yorumlandığında /u/,/i/,/u/,/y/ ünlülerinin yüksek ünlü, /e/,/o/,/œ/ ünlülerinin orta ünlü ve /a/ ünlüsünün alçak ünlü olarak düşünüldüğü ayrı bir sınıflandırma da vardır. Ünlü seslerin yüksekten alçağa doğru sıralanması /i/,/y/,/e/,/u/,/u/,/œ/,/o/,/a/ şeklindedir (11-13).

Larenksten geçerek ses enerjisi halinde ağız boşluğuna ulaşan hava akımı bu üç bölgede şekillenerek ses enerjisinin farklı frekanslarda farklı konuşma sesleri olarak algılanmasını sağlar (12).

Tablo 2.1. Ünlülerin Sınıflandırılması A. Dilin, dudakların ve çenenin pozisyonuna göre B. Dilin yüksekliğine göre (11,12)

	Art		Ön	
	düz	yuvarlak	düz	yuvarlak
<b>Geniş</b>	a	o	e	œ
<b>Dar</b>	u	u	i	y



### 2.3.2. Ünsüz Fonemlerin Sınıflandırılması

Akciğerlerden gelen havanın artikülatör organlar tarafından daralma, sürtünme gibi çeşitli engeller ile karşılaşması sonucunda oluşan seslere ünsüz fonemler denir. Ünsüz fonemler oluşum yeri, oluşum biçimi ve vokal foldların titreşim durumuna göre sınıflandırılırlar (4,12) (Bkz. Tablo 2.2):

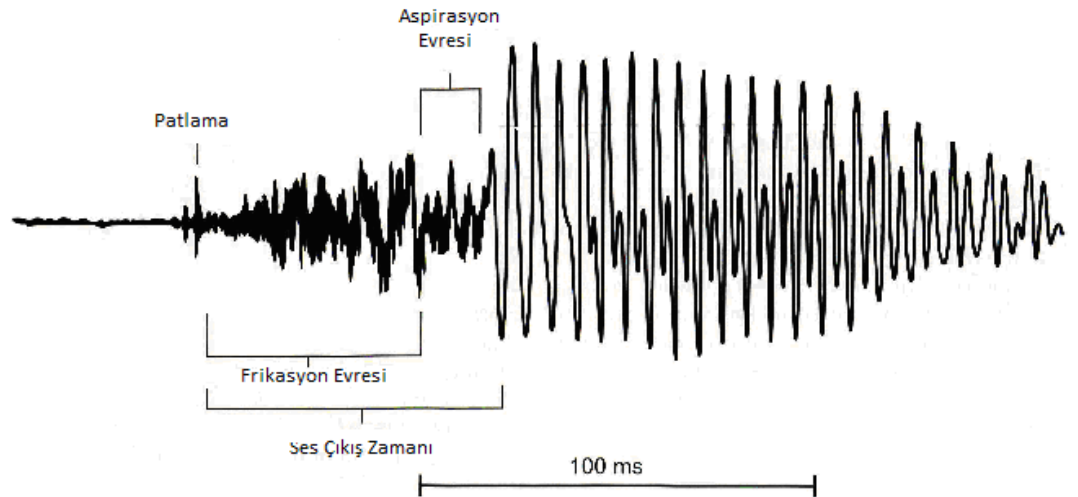
1. **Oluşum Yerine Göre:** Çift dudak ünsüzleri, iki dudağın birbirine değip kapanması sonucu oluşurlar. /p/,/b/,/m/ çift dudak ünsüzleridir. Diş dudak ünsüzleri diş ve dudağın birbirine değmesi sonucu oluşurlar. /f/,/v/ diş dudak ünsüzleridir. Dil ucu diş ünsüzleri, dilin ön ucunun üst dişlere değmesi sonucu oluşurlar. /t/,/d/,/n/,/s/,/z/ dil ucu diş ünsüzleridir. Diş eti damak ünsüzleri, dil ucunun diş etine ve dil sırtının sert damağa değmesi sonucu oluşurlar. /tʃ/,/dʒ/,/ʒ/,/ʃ/ diş eti damak ünsüzleridir. Ön damak ünsüzleri dilin ön ucunun ön damağa doğru kıvrılarak teması sonucu oluşan /r/, dil sırtının sert damağa teması sonucu oluşan /l/ ve yarı ünlü olarak bilinen /j/ ünsüzleridir. Art damak ünsüzleri, dilin arka bölgesinin yumuşak damağa teması sonucu oluşurlar. /k/,/g/ art damak ünsüzleridir. Gırtlak ünsüzleri hava akımının gırtlakta engelle karşılaşması sonucu oluşurlar. /h/ bu tanıma uyan tek ünsüz sestir (4,12).
2. **Oluşum Biçimine Göre:** Patlamalı sesler hava akımının tam bir engelle karşılaştıktan sonra aniden salınması ile oluşurlar. /b/,/p/,/d/,/t/,/g/,/k/ patlamalı ünsüzlerdir. Sürtünmeli sesler hava akımının daralmalı bir engelle karşılaşması ve hızını arttırarak daralan bölgeden geçmesi sonucu oluşurlar. /f/,/v/,/s/,/z/,/ʃ/,/ʒ/,/h/ sürtünmeli ünsüzlerdir. Yarı sürtünmeli sesler hava akımının tam bir engelle karşılaştıktan sonra bölgeden sürtünerek geçmesi sonucu oluşur. /tʃ/,/dʒ/ yarı sürtünmeli ünsüzlerdir. Nazal sesler hava akımının burun boşluğuna yönelmesi sonucu oluşurlar. /m/,/n/ nazal ünsüzlerdir. /l/, /j/ yan daralmalı /r/ çarpmalı ünsüzler olarak bilinirler (4,12).
3. **Titreşim Durumuna Göre:** Vokal foldların titreşip titreşmemesine göre sınıflandırılırlar. /b/,/dʒ/,/d/,/g/,/ʒ/,/l/,/m/,/n/,/r/,/v/,/j/,/z/ titreşimli ünsüzlerdir. /tʃ/,/f/,/h/,/k/,/s/,/ʃ/,/p/,/t/ titreşimsiz ünsüzlerdir (4,12).

Tablo 2.2. Ünsüzlerin Sınıflandırılması (11)

	Bilabial	Labio-dental	Dental	Alveolar	Post-Alveolar	Palatal	Velar	Glottal
<b>Patlamalı</b>	p b		t d		tʃ dʒ	c ɟ	k g	
<b>Nazal</b>	m		n					
<b>Frikatif</b>		f v	s z		ʃ ʒ		ɣ	h
<b>Tap</b>				r				
<b>Approximant</b>						ɻ		
<b>Lateral Approximant</b>			l		ɭ			

#### 2.4. Patlamalı Ünsüz Seslerin Akustik Özellikleri

Patlamalı seslerin artikülasyonundan bahsederken birkaç ardaşık komponent görülür: (1) Kapanma, (2) Salınma, (3) Frikasyon, (4) Aspirasyon (Bkz. Şekil 2.7). Ses çıkış zamanı, titreşimsiz patlamalı sesler için patlama, frikasyon ve aspirasyon evresini; titreşimli patlamalı sesler için ise patlama ve frikasyon evresini içerir (10,14).



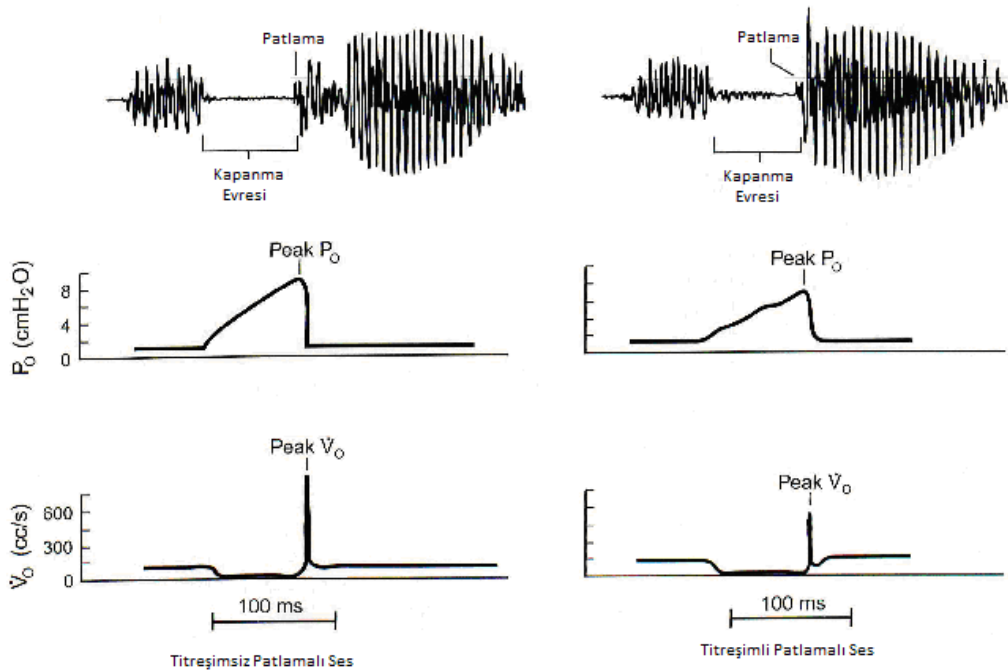
Şekil 2.7. Patlama, frikasyon ve aspirasyon evresi (14)

### 2.4.1.Kapanma Evresi

Ses üretiminde vokal yolun açılması ile kapanması arasındaki aralık kapanma evresi veya sessiz (*silent*) evre olarak isimlendirilir. Bu süreçte, vokal yolda çok az ses üretilir veya hiç ses enerjisi üretilmez. Vokal yol tamamen kapalı ise akustik enerjinin yayılacağı bir bölge yoktur (10,14).

Kapanma evresi titreşimsiz patlamalı sesler için tamamen sessizdir (*silent*). Titreşimli patlamalı seslerde vokal fold vibrasyonu vokal yolda titreşime sebep olur. Bu titreşim spektrogramda da görülen zayıf bir periyodik enerji oluşturur (10).

Kapanma evresinde hem titreşimli hem de titreşimsiz patlamalılarda ortam basıncı ( $P_o$ ) Patm'ye yakındır. Ağız içi basıncı, patlama evresinde havanın salınımına kadar artmaya devam eder. Çok kısa bir süreliğine ortam hacmi ( $V_o$ ) en üst seviyeye ulaşır. Daralan bölgede sıkışan hava bir anda salındığı için bir patlama evresi yaşanır ve yüksek seviyede olan  $P_o$  bu kısa sürede Patm seviyesine iner (14). Kapanma evresi Şekil 2.8'de özetlenmiştir.



Şekil 2.8. Kapanma Evresi (14)

### 2.4.2. Patlama Evresi

Salınma evresi veya *transient* evre olarak da bilinir. Patlama evresi, hava akımının tam bir engele uğramasından aniden salınmasına kadar geçen süredir. Tam bir engele uğrayan hava akımı, hava basıncını artırır. Engel aniden ortadan kalkar ve kapanma bölgesinden ani bir hava geçişi olur. Patlamalar, titreşimli ve titreşimsiz patlamalı sesler için belirgin bir akustik özelliktir. Titreşimli patlamalı seslerde, hava akımı vokal foldlarda da engele uğrarken, titreşimsiz patlamalı seslerde hava akımı hiçbir engele uğramadan kapanma bölgesine gelir. Bu nedenle titreşimsiz patlamalı seslerde hava basıncı daha yüksektir. Titreşimsiz patlamalı seslerin salınma evresi, titreşimli patlamalı seslere göre daha uzundur (10,14).

### 2.4.3. Frikasyon Evresi

Daralma açıldığında, kavite arkasındaki ve kavite önündeki basınç farkı büyük bir hava akımı ortaya çıkarır. Bu hava akımının dar bir vokal yol ve glottal bölgeden geçişi frikasyon ve aspirasyon evrelerini oluşturur (14).

Türbülans, yeterli büyüklükteki hava akımının yeterli darlıktaki bir geçitten geçmesidir. Patlamalı seslerin üretimi sırasında çok kısa bir süreç türbülans hava akımına benzerlik gösterir. Bunun sonucunda aperiodyk bir enerji ortaya çıkar (Bkz. Şekil 2.7). Frikasyon evresi yaklaşık 30-50 msn sürer. Dilin patlama bölgesinden uzaklaşacak şekilde harekete devam etmesi, daralan bölgenin genişliğinin artması ile türbülans hava akımının sürdürülememesi frikasyon evresinin kısa sürede sonlanmasına neden olur (10,14).

### 2.4.4. Aspirasyon Evresi

Aspirasyon evresi, frikasyon evresinden hemen sonra meydana gelir. Frikasyon evresi gibi aspirasyon evresi de türbülans hava akımının bir sonucudur. Frikasyon evresinde türbülans daralma bölgesinde oluşurken, aspirasyon evresinde glottiste meydana gelir (10,14).

Aspirasyon evresi, 10-30 msn arasında gerçekleşir ve sadece titreşimsiz patlamalı seslerin üretiminde oluşur. Bunun sebebi, titreşimli patlamalı seslerde vokal foldların ayrılmaması ve titreşime hazır halde bulunmasıdır (14).

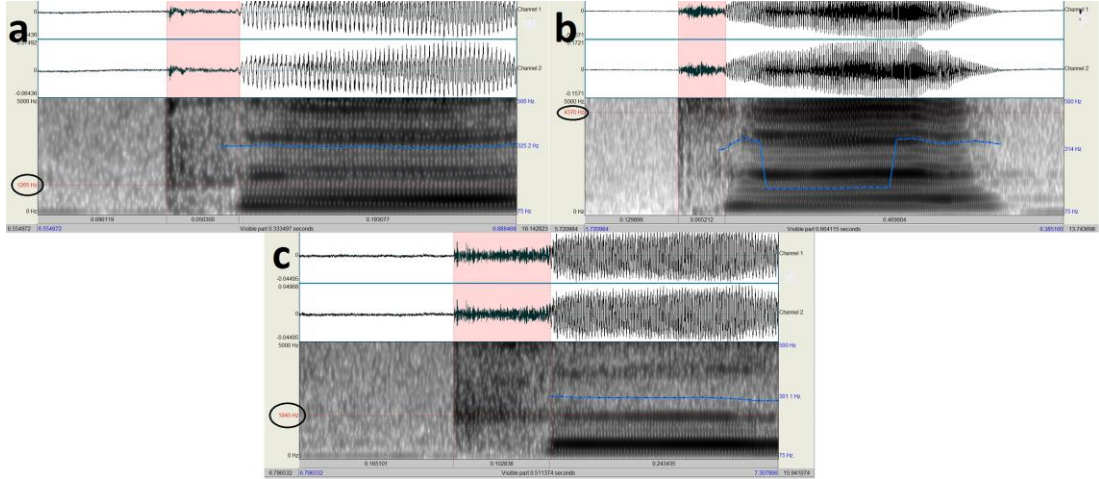
Aspirasyon evresi VOT değerini etkiler. Aspirasyon sürecinin uzun olması daha uzun VOT değerine neden olurken, aspirasyon sürecinin kısa olması ya da hiç olmaması durumu VOT değerini azaltır (15,16).

## 2.5. Patlamalı Ünsüz Seslerin Spektral Görüntüleri

Patlamalı ünsüz sesler, vokal yolda hava akımının tamamen engellendiği kısa bir süreçte oluşturulur. Kapanma evresi boyunca daralmanın meydana geldiği yerin arkasındaki bölgede hava basıncı artar ve artikülatör organlar tarafından hava serbestleştirilir (14).

Patlamalı seslerde vokal yolun kapatılması ile kapanma evresinin, artan hava basıncının salınımı ile patlama evresinin oluştuğu düşünülmektedir. Benzer şekilde frikasyon evresi daralma aniden serbestleştiiğinde dar vokal yoldan geçen yüksek hava akımı ile, aspirasyon evresi ise yüksek hava akımının vokal fold bölgesinden geçerken bölgedeki yapılarla birlikte titremesi ile ilişkilendirilir. Frikasyon ve aspirasyon evrelerinin aeromekanik kaynağı aperiiodik enerjiye sahip olan türbülans hava akımıdır (14).

Patlama ve frikasyon evrelerinin spektral görüntüsü farklı bölgelerde oluşan üç ses çifti için farklılıklar gösterir. Spektral görüntülerdeki farklılıklar daralmanın önündeki bölgenin büyüklüğüyle ilişkilendirilir. Bilabial patlamalı seslerde bölge sınırsız şekilde büyüktür ve bu sebeple spektrum alçak frekans eğilimindedir. Spektrumda 500-1500 Hz arasında görüntü verir. Dil-dişeti patlamalı seslerde bölge çok küçüktür ve bu durum spektrumda yüksek frekans görüntüsü ile sonuçlanır. Spektrumda 4000 Hz üzerinde görüntü verir. Velar patlamalı seslerde bölge nispeten daha büyüktür ve spektrumda orta frekans enerjisi ile sonuçlanır. Spektrumda 1500-4000 Hz arasında görüntü verir. Aynı bölgede oluşturulan titreşimli ve titreşimsiz patlamalı seslerin spektral görüntüleri birbirlerine benzer ancak aynı değildir. Titreşimsiz patlamalı seslerin amplitüdüleri daha yüksektir. Ses çıkış zamanı değerleri dudaklardan velar bölgeye doğru gidildikçe artar (10,14,15).

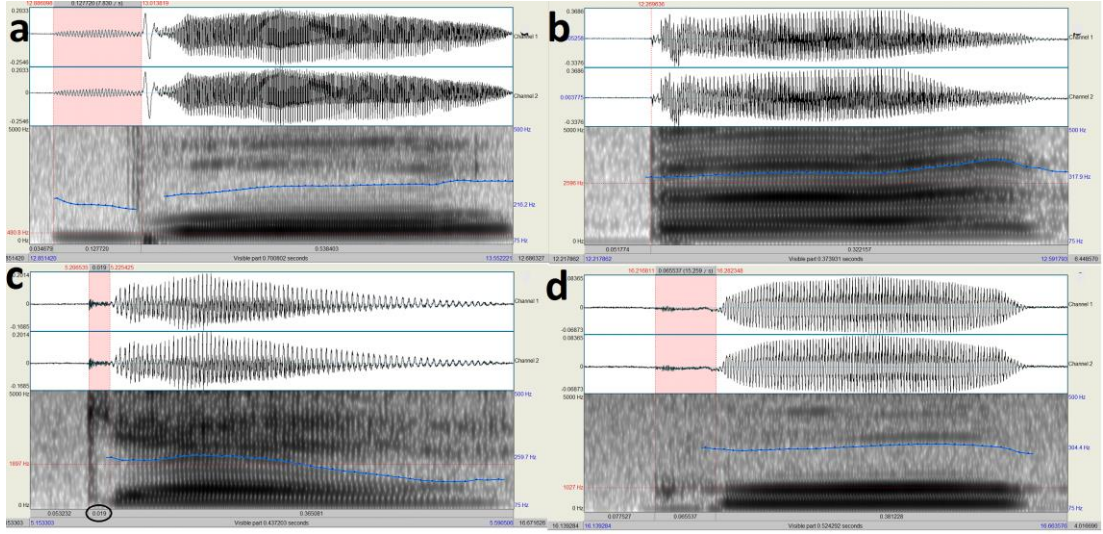


Şekil 2.9. (a) Alçak Frekans, (b) Yüksek Frekans, (c) Orta Frekans

## 2.6. Ses Çıkış Zamanı

Patlamalı seslerin patlaması ile ilk glottal titreşimin meydana geldiği süreç VOT olarak tanımlanır. Titreşimsiz patlamalı seslerin VOT değerleri patlama, frikasyon ve aspirasyon evrelerini içerir. Titreşimsiz patlamalı seslerde VOT değeri 40-80 msn arasında olmasına rağmen bazı faktörler ile değişkenlik gösterir. Titreşimli patlamalı seslerde ise VOT değeri genellikle 30 msn'nin altındadır. Titreşim, patlama ile aynı anda görülebilir. Bu durumda VOT değeri 0 msn olarak değerlendirilir. Titreşimli patlamalı seslerde titreşimin patlamadan önce görüldüğü durumda, VOT değeri negatif olarak değerlendirilir. Ses çıkış zamanı değerinin 30 msn'den uzun olması “*long lag*” (uzun duraklama), 0-30 msn arasında olması “*short lag*” (kısa duraklama), negatif olması ise “*pre-voicing/voicing lead*” (ön titreşim) olarak isimlendirilir (10,14) (Bkz. Şekil 2.10). Ses çıkış zamanı değerleri dillere göre değişkenlik gösterir (16-22).





Şekil 2.10. (a) *Prevoicing*, (b) *VOT=0 msn*; (c) *Short lag*; (d) *Long lag*

Patlamalı seslerin akustik incelemesinde kapanma evresi, patlama evresi, frikasyon evresi ve aspirasyon evresi olmak üzere 4 evre tanımlanmıştır. Kapanma evresi, patlama evresi ve frikasyon evresi hem titreşimli hem de titreşimsiz patlamalı seslerde görülürken, aspirasyon evresi sadece titreşimsiz patlamalı seslerde görülür. Titreşimsiz patlamalı seslerin VOT değerleri 40-80 msn iken titreşimli patlamalı seslerin VOT değerleri 0-30 msn arasında görülmesi titreşimsiz seslerde görülen aspirasyon evresinin varlığı ile birlikte titreşimli seslerdeki patlama ve frikasyon evrelerinin daha kısa olması ile açıklanır (Bkz. Şekil 2.8). Titreşimli patlamalı seslerin oluşumu sırasında bölgedeki düşük hava basıncı patlama ve frikasyon evrelerinin daha kısa olmasına neden olur. Titreşimli patlamalı seslerin VOT değerlerinin kısa olmasının bir diğer nedeni vokal foldların pozisyonudur. Titreşimli patlamalı seslerin oluşumu sırasında vokal foldlar vokal yolun kapanmasından hemen sonra titreşmeye başlarlar. Titreşen vokal foldlar kapanma, patlama ve frikasyon evrelerinden sonra titreşime hemen başlama özelliğindedirler ve titreşime hazır olarak beklerler (10,14-16).

### 2.6.1. Ses Çıkış Zamanının Değerlendirilmesi

Ses çıkış zamanı patlamalı seslerde patlamanın başlangıcı ile larengeal vibrasyonun başlangıcı arasındaki zaman aralığıdır. Titreşimli ve titreşimsiz patlamalı seslerin ayırt edilmesine katkıda bulunan önemli bir temporal özelliktir.

Ses çıkış zamanı değerlendirmesi iki farklı süreçte incelenebilir: Patlamanın başlangıcının tespiti ve vokal fold vibrasyonunun başlangıcının tespiti yapılır. Spektral görüntü üzerinde bu noktaları belirledikten sonra başlangıç anlarının birbirlerine göre durumları incelenir. Titreşimli patlamalı seslerde kısa VOT değerlerinin yanı sıra negatif VOT (*prevoicing*) değerleri de görülebilir. Spektrogramda vokal fold vibrasyonu görüntüsü sesin patlama görüntüsünden önce ise bu durum *prevoicing* olarak isimlendirilir ve hesaplanan VOT değeri negatif olarak alınır. Titreşimsiz patlamalı sesler ise genellikle pozitifdir ve hesaplanan VOT değeri pozitif olarak kaydedilir (23,24).

Ses çıkış zamanının, larengeal ve oral artikülasyon arasındaki zamanlamayı ve koordinasyonu yansıttığı düşünülmektedir. Motor koordinasyonu etkileyen konuşma bozukluklarında zamanlama ve koordinasyon bozulduğundan ses çıkış zamanında bozulma görülür. Bu bozulmaları normalden ayırt edebilmek için güvenilir standart verilere ihtiyaç vardır (25).

Ses çıkış zamanı diller arasında değişkenlik gösterir. Yaş, konuşma hızı, patolojik durum, fonetik özellikler gibi faktörler ses çıkış zamanı değerlerini etkileyen diğer faktörlerdir. Yapılan çalışmalarda farklı dillerde standart ses çıkış zamanları farklı yaş gruplarına göre belirlenmiştir. Türkçe'de ise yalnızca erişkinlerde standart ses çıkış zamanı araştırılmıştır. Ancak erişkin ve çocuklarda ses özellikleri değişiklik gösterir. Pediatrik grup ile yapılan çalışmalarda 12 yaşından önce erkek ve kız çocuklarında ses özelliklerinin benzer olduğu, puberte döneminden sonra farklılıklar gösterdiği bulunmuştur (26). Bu nedenle çocuklarda ses çıkış zamanını belirlemek ve yaşın ses çıkış zamanına etkisini araştırmak önemlidir. Bu doğrultuda, çalışmamızın amacı Türkçe konuşan okul çağı çocuklarında VOT değerlerini araştırarak standart veriler elde etmektir.

## BİREYLER ve YÖNTEM

Bu çalışma, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Ünitesi'nde gerçekleştirilmiştir. Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 04.09.2014 tarihinde GO 14/407-06 karar no'lu izni ile onaylanmıştır.

Çalışmamız, normal işitmeye sahip 7-11 yaş arasındaki çocukların VOT paternlerini araştırmak ve güvenilir standart veri elde etmek amacı ile planlanmıştır. Çalışmaya okul çağı çocukları dahil edilmiştir. Çocuklar sosyal seviye farkı gözetilmeden seçilmiştir. Çalışmaya katılan çocuklara ve yakınlarına çalışmanın içeriği ve amacı açıklanıp, yazılı izinleri alınmıştır.

Çalışmaya 7-11 yaş arasında 120 çocuk dahil edilmiştir. Her grupta 30'ar çocuk olmak üzere 4 grup oluşturulmuştur. Grup I 7-8 yaş, Grup II 8-9 yaş, Grup III 9-10 yaş, Grup IV ise 10-11 yaş arasındaki çocuklardan oluşmaktadır. Gruplara ait yaş ortalaması ve cinsiyet dağılımı Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Gruplara Ait Cinsiyet ve Yaş Dağılımı

Gruplar	Sayı	Cinsiyet				Ortalama Yaş (ay)
		Kız		Erkek		
		<i>N</i>	%	<i>N</i>	%	
<b>Grup I</b>	30	9	30	21	70	91 ay
<b>Grup II</b>	30	16	53	14	47	102 ay
<b>Grup III</b>	30	13	43	17	57	114 ay
<b>Grup IV</b>	30	15	50	15	50	126 ay

### 3.1 Bireylerin Seçim Kriterleri

Bireylerin seçiminde aşağıdaki kriterler göz önünde tutulmuştur:

1. Anadilin Türkçe olması
2. Dil-konuşma problemi olmaması
3. İşitme kaybı olmaması

### 3.2 Araçlar ve Yöntem

Çalışmamızda kullanılmak üzere Klinik Değerlendirme Formu oluşturulmuş olup, bu formdaki bilgiler çocukların demografik bilgilerini ve değerlendirme sonuçlarını içermektedir. Klinik Değerlendirme Formu Ek-1’de verilmiştir.

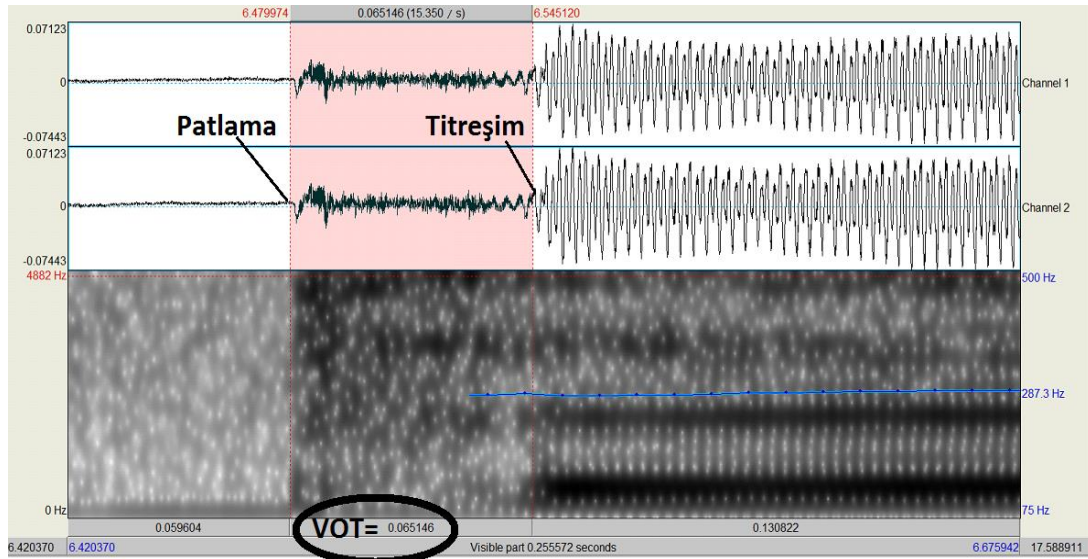
Tüm çocukların öncelikle işitme taramaları yapılmıştır. Daha sonra Praat yazılımı (<http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>, version 5.1.31, Paul Boesma and David Weenik, *Phonetic Sciences Department, University of Amsterdam*) kullanılarak ses kaydı alınmıştır.

#### 3.2.1. Odyolojik Değerlendirme

Tüm çocuklar IAC (*Industrial Acoustics Company*) sessiz odalarında, TDH39P supraaural kulaklıklar ve GSI-61 klinik odyometre kullanılarak her iki kulak için saf ses odyometrisi ile değerlendirilmiştir. Çocuklardan sesi duyduklarında ellerini kaldırmaları veya düğmeye basmaları istenmiştir. 500, 1000, 2000 ve 4000Hz frekanslarında 20dBHL şiddet seviyesinde işitme taraması yapılmıştır (27).

#### 3.2.2. Akustik Değerlendirme

Praat yazılımı (<http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>, version 5.1.31, Paul Boesma and David Weenik, *Phonetic Sciences Department, University of Amsterdam*) kullanılarak alınan kayıtlar analiz edilmiştir. Ses çıkış zamanı, duraklamanın geçici patlaması ile vokal fold titreşiminin başlangıcı arasındaki zamanın ölçülmesi ile belirlenmiştir (Bkz. Şekil 3.1). Ses çıkış zamanı milisaniye (msn) ile ifade edilmiştir.



Şekil 3.1. Patlamalı Seslerde VOT Ölçümü

Türkçe'de yer alan 6 patlamalı ses (/p/, /b/, /t/, /d/, /k/, /g/) ve 8 ünlü ses (/a/, /e/, /u/, /i/, /o/, /œ/, /u/, /y/) birleştirilerek heceler oluşturulmuştur. Oluşturulan heceler üç kez tekrar edilerek kayıt alınmıştır. Tablo 3.2'de kayıt alınan heceler gösterilmiştir.

Tablo 3.2. Kayıt Alınan Heceler

	/a/	/e/	/u/	/i/	/o/	/œ/	/u/	/y/
/p/	pa	pe	pı	pi	po	pö	pu	Pü
/t/	ta	te	tı	ti	to	tö	tu	Tü
/k/	ka	ke	kı	ki	ko	kö	ku	Kü
/b/	ba	be	bı	bi	bo	bö	bu	Bü
/d/	da	de	dı	di	do	dö	du	Dü
/g/	ga	ge	gı	gi	go	gö	gu	Gü

Ses kaydı, iyi aydınlatılmış, normal oda sıcaklığına sahip, sessiz ve rahat bir ortamda yapılmıştır. Çalışmaya katılan bireyler sandalyeye dik bir pozisyonda oturtulmuştur. Mikrofon katılımcının dudaklarına 15 cm uzaklıkta 45° açıyla tutulmuştur. Oluşturulan heceler her bir kayıt öncesinde katılımcıya söylenmiştir. Katılımcının heceyi üç defa tekrarlamasının ardından kayıt durdurulmuştur ve her yeni kayıt için tekrar başlatılmıştır. Tüm heceler üçer kez tekrarlatılarak kayıtlar

tamamlanmıştır. Alınan kayıtlar analiz edilerek ses çıkış zamanları değerlendirilmiştir.

### **3.3. İstatistiksel Değerlendirme**

Sonuçların değerlendirilmesinde SPSS 22.00 istatistiksel analiz yöntemi kullanılmıştır. Demografik bilgiler tanımlayıcı istatistik ile ifade edilmiştir. Negatif ve pozitif ses çıkış zamanları ayrı ayrı tanımlayıcı istatistik ile açıklanmıştır. Gruplar arasındaki VOT farklılıkları tek yönlü ANOVA kullanılarak analiz edilmiştir. P değeri <0.05 istatistiksel anlamlılık olarak belirlenmiştir.

## BULGULAR

Okul çağı çocuklarında VOT değerlerini belirlemek üzere yaptığımız çalışmamızda elde edilen bulgular değerlendirme sırasına göre aşağıda sunulmuştur.

### 4.1. Demografik Bilgiler

Grup I'de 9 kız, 21 erkek; Grup II'de 14 kız, 16 erkek; Grup III'de 17 kız, 13 erkek; Grup IV'de 15 kız, 15 erkek olmak üzere her grupta toplam 30 çocuk yer almaktadır. Çocukların yaş ortalaması gruplara göre sırası ile 91 ay (Grup I); 102 ay (Grup II); 114 ay (Grup III); 126 ay (Grup IV) olarak saptanmıştır (Bkz. Tablo 4.1.).

Tablo 4.1. Gruplara Ait Demografik Bilgiler

	Grup I	Grup II	Grup III	Grup IV
<b>Yaş (ay)</b>	91	102	114	126
<b>Standart Sapma (<math>\pm</math>SS)</b>	$\pm$ 3.23	$\pm$ 2.90	$\pm$ 3.14	$\pm$ 3.15

Her iki grubun cinsiyetleri t-test ile istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Gruplar cinsiyet açısından homojen dağılım göstermektedir.

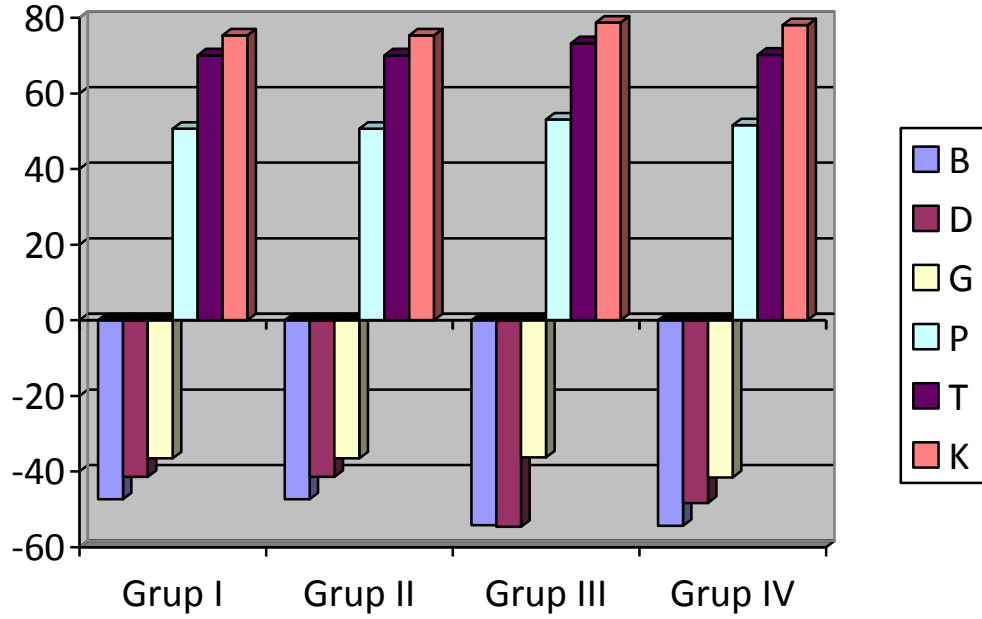
### 4.2 Akustik Değerlendirme

Titreşimli (/b/,/d/,/g/) ve titreşimsiz (/p/,/t/,/k/) patlamalı seslerin VOT değerleri tüm gruplar için belirlenmiştir. VOT değerlerinin ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 4.2.'de verilmiştir.

Tablo 4.2. Gruplara Ait VOT Değerleri

	GRUP I		GRUP II		GRUP III		GRUP IV		F	P
	Ort.	SS	Ort.	SS	Ort.	SS	Ort.	SS		
<b>B</b>	-47,32	28,71	-41,27	32,21	-54,14	29,01	-54,34	26,27	1,382	,252
<b>D</b>	-41,43	37,17	-35,97	40,91	-54,59	34,02	-48,29	27,96	1,578	,198
<b>G</b>	-36,53	36,21	-32,83	40,65	-36,26	36,64	-41,53	37,03	,271	,846
<b>P</b>	50,67	13,29	56,53	13,41	53,15	12,29	51,57	7,82	1,401	,246
<b>T</b>	70,07	15,94	73,61	19,89	73,28	15,49	70,24	14,12	,401	,753
<b>K</b>	75,38	17,66	80,27	16,34	78,75	13,28	78,07	9,19	,596	,619

Gruplara ait patlamalı seslerin VOT değerleri arasında *One Way ANOVA* ile yapılan istatistiksel analizde anlamlı fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Tüm gruplarda titreşimsiz patlamalı seslerin VOT değerleri pozitif, titreşimli patlamalı seslerin VOT değerleri ise negatif olarak belirlenmiştir. Gruplara ait VOT değerleri Grafik 4.1.'de bir arada gösterilmiştir.



Grafik 4.1. Gruplara Ait VOT Değerleri

Titreşimli (/b/,/d/,/g/) ve titreşimsiz (/p/,/t/,/k/) patlamalı sesler ile 8 ünlü sesin (/a/, /e/, /u/, /i/, /o/, /œ/, /u/, /y/) birleştirilerek oluşturulan hecelerin VOT değerleri tüm gruplar için *One Way ANOVA* ile belirlenmiştir. VOT değerlerinin ortalamaları Tablo 4.3.'te verilmiştir.



Tablo 4.3. Gruplara Ait Hece Düzeyinde Ortalama VOT Değerleri

	Grup	/a/	/e/	/u/	/i/	/o/	/œ/	/u/	/y/
/p/	I	40,08	42,30	45,09	47,88	48,47	49,56	63,37	68,66
	II	46,78	45,98	53,61	52,38	54,07	59,87	67,74	71,82
	III	41,26	44,88	50,07	46,17	50,93	55,43	67,89	68,60
	IV	40,10	43,07	46,11	48,71	53,02	49,77	64,51	67,30
/t/	I	56,91	61,90	79,39	80,07	54,04	63,53	77,27	87,44
	II	59,34	64,31	80,93	84,18	57,53	67,33	83,78	91,49
	III	65,47	65,22	86,70	80,94	59,48	66,20	74,38	87,89
	IV	58,89	58,14	80,33	79,71	59,23	64,60	75,66	85,36
/k/	I	63,43	71,80	81,88	86,29	63,33	65,12	83,38	87,82
	II	62,70	80,38	81,67	95,11	66,92	77,37	82,10	95,90
	III	63,66	76,82	83,69	95,47	66,19	72,21	83,73	88,20
	IV	62,79	74,53	80,32	94,94	67,72	74,16	80,61	89,49
/b/	I	-39,26	-47,12	-48,93	-50,79	-46,87	-49,38	-50,18	-46,06
	II	-25,83	-35,72	-45,86	-45,88	-44,13	-45,20	-38,83	-48,73
	III	-44,23	-52,83	-60,00	-61,36	-48,88	-47,50	-58,96	-59,38
	IV	-48,51	-52,20	-57,39	-54,34	-46,47	-56,32	-63,99	-55,53
/d/	I	-41,47	-39,96	-42,51	-46,80	-38,69	-36,77	-38,09	-47,17
	II	-34,18	-30,28	-41,49	-37,51	-30,81	-36,77	-30,08	-46,61
	III	-51,80	-53,00	-73,31	-62,97	-42,24	-47,98	-50,03	-55,36
	IV	-39,08	-49,88	-55,70	-64,82	-49,43	-42,74	-49,06	-35,60
/g/	I	-34,48	-31,94	-38,50	-39,76	-29,84	-36,02	-47,00	-34,72
	II	-35,43	-32,80	-41,82	-33,70	-27,99	-26,86	-35,40	-28,31
	III	-32,38	-41,12	-43,91	-30,68	-30,38	-31,24	-46,92	-33,43
	IV	-44,88	-47,33	-46,56	-27,66	-32,01	-41,71	-50,80	-41,30

Titreşimli (/b/,/d/,/g/) patlamalı seslerin VOT değerleri dağılımları tüm gruplar için belirlenmiştir. Titreşimli patlamalı seslerde ortalama VOT değeri negatif olmasına rağmen, pozitif dağılım gösteren VOT değerlerinin dağılımı Tablo 4.4.'de verilmiştir.

Tablo 4.4. Titreşimli Patlamalı Ünsüzlerin VOT Değeri Dağılımı

		/b/		/d/		/g/	
		N	%	N	%	N	%
/a/	Negatif	110	91,7	99	82,5	87	72,5
	Pozitif	10	8,3	21	17,5	33	27,5
/e/	Negatif	105	87,5	93	77,5	87	72,5
	Pozitif	15	12,5	27	22,5	33	27,5
/u/	Negatif	110	91,7	102	85,0	91	75,8
	Pozitif	10	8,3	18	15,0	29	24,2
/i/	Negatif	107	89,2	98	81,7	88	73,3
	Pozitif	13	10,8	22	18,3	32	26,7
/o/	Negatif	112	93,3	91	75,8	84	70,0
	Pozitif	8	6,7	29	24,2	36	30,0
/œ/	Negatif	112	93,3	97	80,8	87	72,5
	Pozitif	8	6,7	23	19,2	33	27,5
/u/	Negatif	110	91,7	91	75,8	91	75,8
	Pozitif	10	8,3	29	24,2	29	24,2
/y/	Negatif	107	89,2	99	82,5	82	68,3
	Pozitif	13	10,8	21	17,5	38	31,7

Cinsiyete göre ortalama VOT değerlerinin dağılımı *One Way ANOVA* ile belirlenmiştir. Titreşimli (/b/,/d/,/g/) patlamalı seslerde ve titreşimsiz patlamalı seslerden /t/ sesinde cinsiyetler arasında anlamlı fark tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Cinsiyete göre ortalama VOT değerlerinin dağılımı Tablo 4.5.'te verilmiştir.

Tablo 4.5. Cinsiyete göre Ortalama VOT Değerleri

Cinsiyet		N	Ortalama	SS	
/b/	Erkek	65	-57,8077	29,54233	0,00*
	Kız	55	-39,1811	25,72924	
/d/	Erkek	65	-54,5968	36,24463	0,01*
	Kız	55	-33,8061	31,56591	
/g/	Erkek	65	-48,0532	34,91076	0,00*
	Kız	55	-23,4727	35,95408	
/p/	Erkek	65	52,4212	11,53329	0,579
	Kız	55	53,6462	12,57566	
/t/	Erkek	65	68,4705	15,91098	0,015*
	Kız	55	75,7386	16,17925	
/k/	Erkek	65	76,7596	14,87966	0,264
	Kız	55	79,7205	13,80710	

$p<0.05$

Ünlü fonemlerin yüksekliği ile VOT arasındaki ilişki *One Way ANOVA* testi ile değerlendirilmiştir. Titreşimsiz (/p/,/t/,/k/) patlamalı sesler ve titreşimli patlamalı seslerden /b/ sesinin ünlü fonemin yüksekliği ile VOT değerinde anlamlı fark tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Ünlü fonemlerin yüksekliğinin VOT ile ilişkisi Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.6. Ünlü Fonemlerin Yüksekliğinin VOT ile İlişkisi

	N	/a/		/i/		/u/		p	Farklılığı Yaratan Gruplar
		Ort.	SS	Ort.	SS	Ort.	SS		
/b/	120	-39,46	30,21	-53,09	39,91	-52,99	37,63	0,004*	a-i & a-u
/d/	120	-41,63	40,12	-53,02	47,77	-41,81	43,92	,0730	
/g/	120	-36,87	46,27	-32,95	46,45	-45,03	47,53	,1260	
/p/	120	42,05	14,27	48,78	17,65	65,88	17,14	0,000*	a-i & a-u & i-u
/t/	120	60,15	17,82	81,22	20,36	77,77	21,73	0,000*	a-i & a-u
/k/	120	63,14	16,87	92,95	18,37	82,46	20,40	0,000*	a-i & a-u & i-u

**p<0.05**

## TARTIŞMA

Bu çalışmada, Türkçe konuşan okul çağı çocuklarında patlamalı seslerde akustik değerlendirme yapılarak VOT değerleri belirlenmiş, titreşimli ve titreşimsiz patlamalı sesler arasındaki fark araştırılmıştır.

Tüm gruplarda titreşimsiz patlamalı seslerin VOT değerleri pozitif, titreşimli patlamalı seslerin VOT değerleri ise negatif olarak belirlenmiştir. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır ( $p>0,05$ ).

Ses çıkış zamanı, her dilde fonem ayırımında kullanılan akustik bir ipucudur. Diller arasında ses üretiminde görülen fonetik değişiklikler sesin algılanmasında önemli farklılıklar yaratır. Bu nedenle VOT değerleri diller arasında değişkenlik gösterir (1,15-20,22,28,29). Ses çıkış zamanı değerlerinin diller arasında değişkenlik göstermesi her dil için patlamalı seslerin ayrı ayrı araştırılmasını gerektirmektedir.

Lisker ve Abramson (1964), 11 farklı dilde üretilen patlamalı sesleri inceledikleri çalışmalarında, dilleri patlamalı seslere göre kategorilere ayırmışlardır. Farklı dillerde, patlamalı seslerin farklı şekillerde üretildiğini belirlemişlerdir. Flemenkçe, İspanyolca, Macarca ve Tamilce titreşimli patlamalı seslerde *prevoicing*, titreşimsiz patlamalı seslerde ise *short lag* VOT değerlerinin görüldüğü iki kategorili diller olarak tespit edilmişlerdir. Kanton Çincesi nefessiz titreşimsiz patlamalı seslerde *short lag*, nefesli titreşimsiz patlamalı seslerde ise *long lag* VOT değerlerinin görüldüğü; İngilizce ise titreşimli patlamalı seslerde *short lag*, nefesli titreşimsiz patlamalı seslerde *long lag* VOT değerlerinin görüldüğü iki kategorili diller olarak ifade edilmişlerdir. Thai dili ve Ermenice titreşimli patlamalı seslerde *prevoicing*, nefessiz titreşimsiz patlamalı seslerde *short lag*, nefesli titreşimsiz patlamalı seslerde ise *long lag* VOT değerleri görülen, Korece ise nefessiz titreşimsiz patlamalı seslerde *short lag*, az nefesli titreşimsiz patlamalı seslerde *short lag* ya da kısa *long lag*, nefesli titreşimsiz patlamalı seslerde *long lag* VOT değerleri görülen üç kategorili diller olarak saptanmışlardır. Marathi dili ve Hintçe, nefesli ve nefessiz titreşimli patlamalı seslerde *prevoicing*, nefessiz titreşimsiz patlamalı seslerde *short lag*, nefesli titreşimsiz patlamalı seslerde *long lag* VOT değerlerinin görüldüğü dört kategorili diller olarak sınıflandırılmışlardır (15).

Fabiano-Smith ve ark. (2012), diller arasında küçük fonetik farklılıklar görüldüğünü belirttikleri çalışmalarında, İspanyolca'da titreşimli patlamalı seslerde negatif VOT değerlerinin görüldüğünü, titreşimsiz patlamalı seslerde ise VOT değerlerinin kısa olduğunu belirtmişlerdir. Bundan farklı olarak İngilizce'de ise titreşimli patlamalı seslerde kısa pozitif VOT değerlerinin yanında negatif VOT değerlerinin de görülebildiğini, titreşimsiz patlamalı seslerde ise uzun VOT değerleri tespit ettiklerini ifade etmişlerdir (28).

Awan ve ark. (2011), İngilizce'de /b/,/d/,/g/ titreşimli patlamalı seslerden sonra gelen ünlü sesin, patlamadan çok kısa bir süre sonra üretilirken, /p/,/t/,/k/ titreşimsiz patlamalı seslerinden sonra gelen ünlü sesin ise 50 msn ya da daha uzun bir süre sonra sesletildiğini belirtmişlerdir (18).

Bona (2013), Macarca'da titreşimsiz patlamalı seslerde *short lag* VOT değerleri gözlemlendiğini belirtmiştir. Bu durumun titreşimsiz patlamalı seslerde aspirasyon evresi bulunmamasından kaynaklandığını vurgulamıştır (19).

Okalidou ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada, Yunanca konuşan bireylerden titreşimli patlamalı seslerde *prevoicing*, titreşimsiz patlamalı seslerde ise *short lag* VOT değerleri elde etmişlerdir (22).

Kang (2014), Korece'de nefesli patlamalı sesler /p<sup>h</sup>, t<sup>h</sup>,k<sup>h</sup>/, yumuşak patlamalı sesler /p,t,k/ ve sert patlamalı sesler /p',t',k'/ olmak üzere üç farklı titreşimsiz patlamalı ses kullanımı olduğunu titreşimli patlamalı ses üretiminin bu dil için olmadığını belirtmiştir. VOT değerleri nefesli patlamalı seslerde *long lag*, sert patlamalı seslerde *short lag* ve yumuşak patlamalı seslerde ise kısa *long lag* olarak tespit edilmiştir (20).

Li (2013) yaptığı çalışmada Çince'de titreşimli patlamalı seslerde /b/ için *short lag* değerler /g/ için *short lag* ve kısa *long lag* değerler titreşimsiz patlamalı seslerde ise /t/ ve /k/ için *long lag* değerler elde etmiştir (17).

Liu ve Kager (2015) yaptıkları çalışmada belirttikleri üzere Flemenkçe, Fransızca ve İspanyolca'da titreşimli patlamalı seslerin *prevoicing*, titreşimsiz patlamalı seslerin *short lag* VOT değerlerine sahip oldukları; İngilizce, Almanca ve Çince'de ise titreşimli patlamalı seslerin *short lag*, titreşimsiz patlamalı seslerin *long lag* VOT değerlerine sahip oldukları farklı çalışmalarda bulunmuştur (30).

Lundeborg ve ark. (2012), İsveççe’de titreşimli patlamalı seslerde *prevoicing*, titreşimsiz patlamalı seslerde ise *long lag* VOT değerlerinin görüldüğünü belirtmişlerdir (1).

Öğüt ve ark.(2006), yaptıkları çalışmada Türkçe’deki patlamalı seslerin VOT değerlerini yetişkinler için değerlendirmişlerdir. Titreşimsiz patlamalı seslerin /p/,/t/,/k/ VOT değerleri sırasıyla 41, 50, 69 msn, titreşimli patlamalı seslerin /b/,/d/,/g/ VOT değerleri sırasıyla -66, -53, -10 msn olarak belirtmişlerdir (21).

Literatür ile uyumlu olarak, çalışmamızda elde edilen VOT değerleri Türkçe konuşan çocuklar ve erişkinlerde patlamalı seslerin benzer şekilde üretildiği ancak VOT değerlerinde farklılıklar olduğu gösterilmiştir (21). Türkçe’de titreşimli patlamalı seslerin üretiminde vokal foldların titreşimi patlamadan önce gerçekleştiği için *prevoicing* VOT değerleri elde edilir. Titreşimsiz patlamalı seslerde ise aspirasyon evresinin uzun olmasına bağlı olarak *long lag* VOT değerleri görülür.

Patlamalı sesler için VOT değerleri artikülasyonun yeri ile değişim göstermektedir. Farklı dillerde yapılan çalışmalarda titreşimli patlamalı seslerde hem *prevoicing* hem de *short lag* VOT değerlerine rastlanmıştır (1,21,25).

Çalışmamızda tüm gruplarda titreşimsiz patlamalı seslerde VOT değerleri /k/ > /t/ > /p/ şeklinde bulunmuştur. Titreşimli patlamalı seslerde ise /g/ > /d/ > /b/ olarak tespit edilmiştir. Tüm /g/ kayıtlarının % 27.3’ünde, /d/ kayıtlarının % 19.7’sinde ve /b/ kayıtlarının % 9’unda *short lag* VOT değerlerine rastlanmıştır. /g/ kayıtlarında daha çok *short lag* verisine rastlandığı için /g/’nin ortalama VOT değeri /d/ ve /b/’ye göre 0 msn değerine daha yakındır.

Öğüt ve ark. (2006), diğer diller ile benzer şekilde Türkçe’de titreşimsiz patlamalı seslerde pozitif VOT değerleri tespit etmişlerdir. Titreşimli patlamalı seslerin ise İngilizce’nin aksine negatif VOT değerlerine sahip olduğunu bulmuşlardır. Çalışmada Türkçe’de patlamalı seslerin kullanımında üç farklı kategori gözlendiğini belirtmişlerdir. Titreşimsiz patlamalı seslerin *long lag*, titreşimli patlamalı seslerin ise *short lag* ve *prevoicing* şeklinde üretildiği ancak ortalama VOT değerlerine göre titreşimli patlamalı seslerin *prevoicing* şeklinde üretildiği belirlenmiştir. /k/ diğer dillerdeki gibi en uzun VOT değerine sahip iken, /g/’nin

VOT değerlerinin %40'ının pozitif, %60'ının ise negatif olduğu tespit edilmiştir (21).

Lundeborg ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada 8-12 yaş arasındaki çocuklar ile erişkinlerde titreşimsiz patlamalı seslerde pozitif VOT değerleri elde etmişlerdir. /k/>/t/>/p/ şeklinde VOT değerleri bulunmuştur. Tüm yaş gruplarında titreşimli patlamalı seslerde negatif VOT değerleri bulunmuştur. Katılımcılardan alınan ses kayıtlarında bazı titreşimli patlamalı üretimlerde *short lag* VOT değerlerine rastlanmıştır. Ön bölge seslerinde daha yüksek ortalama ile *prevoicing* değerleri bulunmuştur (/b/ %68, /d/ %58, /g/ %50.5). Bu durum, İsveççe için titreşimli patlamalı seslerde *prevoicing* ve *short lag* olmak üzere iki farklı VOT kategorisinin görülebildiğini ancak ortalama VOT değerlerine bakıldığında *prevoicing* olarak üretildiğini ortaya koymaktadır (1).

Fischer ve ark. (2010) erişkinlerde yaptıkları araştırmada, bilabial titreşimsiz patlamalı seslerin VOT değerlerinin diğer bölgelerde üretilen patlamalı seslere göre daha kısa olduğunu bilabial titreşimli patlamalı seslerde ise sıklıkla *prevoicing* görüldüğünü ifade etmişlerdir. Dental titreşimsiz patlamalı seslerin VOT değerlerinin bilabial bölgeye göre daha uzun olduğunu, velar titreşimsiz patlamalı seslerin VOT değerlerinin ise en uzun olduğunu belirtmişlerdir (25).

Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular literatüre uyumlu olarak, titreşimli patlamalı seslerde *prevoicing* görülme oranı /b/>/d/>/g/ şeklinde bulunmuştur (21). Bu nedenle /g/ patlamalı sesinin VOT değerleri 0 msn değerine daha yakın olarak tespit edilmiştir. Türkçe konuşan erişkinler ile Türkçe konuşan okul çağı çocukları karşılaştırıldığında titreşimli patlamalı seslerde benzer sonuçların bulunduğu ancak VOT değerlerinde farklılıkların olduğu görülmüştür (21). Bu nedenle erişkinlerde ve çocuklarda patlamalı seslerin ayrı ayrı araştırılması gereklidir.

Literatürde yapılan farklı çalışmalarda, patlamalı seslerin objektif bir akustik bulgusu olan VOT değerlerinin yaş ile değişiklik gösterdiği düşünülmektedir (1,20,25). Çalışmamızda, yaşın VOT değerleri üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunamamıştır ( $p>0.05$ ).

Bona (2013) genç ve yaşlı erişkinleri karşılaştırdığı çalışmasında, Macarca'da yaş ile birlikte konuşma ve artikülasyon hızının yavaşladığını ve VOT değerlerinin bu değişimlerden etkilendiğini belirtmiştir. Bilabial ve alveolar titreşimsiz patlamalı

seslerin VOT değerlerinin yaşlı bireylerde genç bireylere göre daha uzun olduğunu, velar titreşimsiz patlamalı seslerde ise VOT değerlerinin genç bireylerde daha uzun olduğunu tespit etmiştir.

Lundeborg ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada titreşimli ve titreşimsiz patlamalı seslerde 8-12 yaş arasında olan çocuk katılımcılar için yaş arttıkça VOT değerlerinin azaldığını belirlemişlerdir. Normal gelişim gösteren İsveçli çocuklarda yetişkinlerin VOT değerlerine en yakın değerler titreşimsiz patlamalı sesler için 9 yaş, titreşimli patlamalı sesler için 10 yaş olarak tespit edilmiştir (1).

Kang (2014) erişkinlerde yaptıkları çalışmada Korece'de nefesli patlamalı sesler için VOT değerlerinin yaş ile artış gösterdiğini ve genç katılımcılarda yumuşak titreşimsiz patlamalı seslerde daha kısa VOT değerlerinin tespit edildiğini belirtmiştir (20).

Fischer ve Goberman (2010) yaptıkları çalışmada yaşlı bireylerde titreşimsiz patlamalı sesler için daha küçük, titreşimli patlamalı sesler için ise mutlak değer olarak daha büyük VOT değerleri bulunduğunu belirtmişlerdir (25).

Literatürde karşılaşılan bu çalışmalarda, özellikle genç ve yaşlı erişkin bireylerde yaşın VOT değeri üzerine etkisi olduğu görülmüştür. Yaşın VOT değerlerini etkilemesinin temel nedeni, kişide gerçekleşen yaşla birlikte ortaya çıkan anatomik ve fizyolojik değişiklikler olabileceği düşünülmüştür.

Literatürde Türkçe konuşan erişkinlerde yapılan çalışmadan farklı olarak, çalışmamızda tüm titreşimsiz patlamalı seslerde okul çağı çocuklarının VOT değerlerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir (21). Titreşimli patlamalı seslerde ise bilabial ve dental patlamalı seslerde okul çağı çocuklarında VOT değerleri 0 msn değerine daha yakın, velar patlamalı seslerde ise daha uzak olduğu tespit edilmiştir. Erişkinlerdeki velar titreşimli patlamalı sesteki VOT değerlerinin 0 msn değerine daha yakın olmasının o sesteki *prevoicing* görülme oranına bağlı olduğu düşünülmüştür. Elde edilen sonuçların farklı olması çocuklar ve erişkinler arasındaki anatomik ve fizyolojik farklılıklardan kaynaklandığını düşündürmektedir. Bu nedenle erişkin ve çocuklar için ayrı ayrı standart verilerin belirlenmesi önemlidir. Çalışmamızda, grupların yaş ortalamalarının birbirlerine yakın olması nedeniyle yaşın VOT değerleri üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin bulunmadığı düşünülmektedir.



Ses çıkış zamanı değerlerinin patlamalı sesi takip eden ünlü sesin yüksekliğinden etkilendiği düşünülmektedir (31,32). Çalışmamızda /p/,/t/,/k/ titreşimsiz patlamalı seslerinde ve /b/ titreşimli patlamalı sesinde alçak ünlü olan /a/ ünlüsünün VOT değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Alçak ünlülerin VOT değerlerini titreşimsiz patlamalı seslerde azalttığı, titreşimli patlamalı /b/ sesinde de mutlak değer olarak azalttığı yani 0 msn değerine yaklaştırdığı belirlenmiştir. Yüksek ünlü olan /i/ ve /u/ ünlüleri için tüm patlamalı seslerde daha yüksek VOT değerleri tespit edilmiştir. Ancak /d/ ve /g/ titreşimli patlamalı seslerinde elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ( $p>0.05$ ).

Klatt (1975) yaptığı çalışmada patlamalı sesin arkasından gelen yüksek ünlülerin, orta ve alçak ünlülere göre daha uzun VOT değerlerine sahip olduğunu belirtmiştir (32).

Berry ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada titreşimsiz patlamalı seslerde erkeklerde yüksek ünlülerin VOT değerlerini arttırdığını, bayanlarda ise /k/ patlamalı sesinde VOT değerlerini arttırdığını bulmuşlardır (31).

Öğüt ve ark. (2006) ise yaptıkları çalışmada patlamalı seslerin arkasından gelen ünlünün yüksekliğinin VOT değerlerini etkilemediğini belirtmişlerdir (21).

Çalışmamızda ünlü yüksekliğinin titreşimsiz patlamalı seslerin VOT değerlerini arttırdığı gözlenmiştir. Titreşimli patlamalı seslerde ise değişken etkisi olduğu düşünülmüştür. Titreşimli patlamalı seslerle üretilen /da/ ile /du/ hecelerinin VOT değerlerinin birbirlerine yakın olması ve /gi/ hecesinin VOT değerinin /ga/ hecesinin VOT değerinden mutlak değer olarak küçük /b/ ve /g/ patlamalı seslerinde istatistiksel olarak anlamlı fark çıkmamasının nedeni olarak düşünülmektedir.

Cinsiyet, VOT değerlerini etkilediği düşünülen değişkenlerdendir. (17,18,20). Çalışmamızda /b/,/d/,/g/ titreşimli patlamalı sesleri ile /t/ titreşimsiz patlamalı sesi için cinsiyetin VOT değerlerini etkilediği belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Titreşimsiz patlamalı /p/ ve /k/ sesleri için istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır ( $p>0.05$ ).

Li (2013) çalışmasında cinsiyetin VOT değerlerine etkisini araştırmıştır. Bayanların titreşimsiz patlamalı seslerdeki VOT değerlerini erkeklere göre daha

uzun, titreşimli patlamalı seslerdeki VOT değerlerini ise daha kısa olarak bulmuştur (17).

Awan ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada cinsiyetin VOT değerlerini etkilediğini ifade etmişlerdir. Amerikan İngilizcesi konuşan bayanların bilabial ve dental titreşimsiz patlamalı seslerdeki VOT değerlerinin erkeklere göre daha uzun olduğu belirtilmiştir. Amerikan İngilizcesi konuşan bayanların ve erkeklerin bilabial ve dental titreşimsiz patlamalı seslerdeki VOT değerleri Hindu aksanlı İngilizce konuşan bayan ve erkeklere göre daha uzun olarak tespit edilmiştir (18).

Kang (2014) yaptığı çalışmaya göre nefesli patlamalı seslerde erkek katılımcıların VOT değerlerini bayan katılımcılara göre daha uzun bulmuştur. Yumuşak patlamalı seslerde bayan-erkek arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Sert patlamalı seslerde ise bayanlarda erkeklere göre daha kısa VOT değerleri tespit edilmiştir (20).

Öğüt ve ark. (2006) ile Lundeborg ve ark. (2012) yaptıkları çalışmalarda cinsiyetin VOT değerlerini etkilemediğini belirtmişlerdir (1,21).

Bizim çalışmamızda titreşimli patlamalı seslerde kızların VOT değerleri erkeklere göre 0 msn değerine daha yakın olarak tespit edilmiştir. Titreşimsiz patlamalı seslerde kızların VOT değerleri erkeklere göre daha uzun olarak bulunmuştur. Sonuçlar Türkçe konuşan okul çağı çocuklarında kızların hem titreşimli hem titreşimsiz patlamalı seslerde VOT değerlerinin sayısal değerinin daha büyük olduğunu göstermektedir. Bu durum, titreşimsiz patlamalı seslerde kızların aspirasyon evrelerinin erkeklere göre daha uzun olabileceğini, titreşimli patlamalı seslerde ise kızların üretimlerinde daha fazla *short lag* VOT değeri olabileceğini düşündürmektedir. Cinsiyet farklılığı, anatomik ve fizyolojik bazı farklılıklar oluşturmaktadır ve bu farklılıklar VOT değerlerinde değişikliğe neden olabilir.

Patlamalı seslerin üretiminin birçok bölgenin nöromuskuler koordinasyonunu yansıttığı düşünülmektedir. Anatomik, fizyolojik, nörolojik bozukluklar patlamalı seslerin üretimini etkileyebilir. Bu durumda VOT değerlerinde değişiklik gözlenebilir. Yapılan çalışmalarda bazı hastalık gruplarında VOT değerleri araştırılmıştır (25,33-37).

Kopkallı-Yavuz ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada afazi tanısı alan bireylerin VOT değerlerini araştırmışlardır. Titreşimli ve titreşimsiz patlamalı sesler

üretilirken afazi hastalarının yaptığı fonetik ve fonemik hatalar ile doğru üretimler karşılaştırılmıştır. Titreşimli patlamalı seslerin %12 doğru üretildiği , %51 fonemik, %37 fonetik hataların olduğu tespit edilmiştir. Titreşimsiz patlamalı seslerin ise %81 doğru üretildiği, %1 fonemik, %18 fonetik hataların olduğu bulunmuştur. Afazi tanısı alan bireylerde titreşimsiz ve titreşimli patlamalı sesler için VOT değerlerinin pozitif olduğunu belirtmişlerdir. Titreşimli patlamalı seslerde üretim hatalarının fazla olduğu ve VOT değerlerinin ise normalden sapma gösterdiği bulunmuştur. Bu durumun nöromusküler kontrolün bozulmasına bağlı olabileceği düşünülmüştür (35).

Dalgıç ve ark. (2014) yaptıkları çalışma ile VOT ölçümlerinin koklear implantın etkisini göstermek için etkili bir akustik parametre olduğunu belirtmişlerdir (33).

Fischer ve Goberman (2010) Parkinson hastalığına yakalanan bireylerin konuşma hızının etkilendiğini ve dolayısıyla VOT değerlerinin değişiklik gösterdiğini belirtmişlerdir (25).

Lundeborg ve ark. (2014) yaptıkları çalışma ile fonolojik bozukluğu olan çocukların VOT değerlerini araştırmışlardır. Fonolojik bozukluğu olan çocuklarda normal gelişim gösteren çocuklara göre VOT değerlerinde normalden sapan değerlere rastlamışlardır. Bozukluğun derecesinin normalden sapan VOT değerlerini etkilemediği düşünülmüştür (36).

Yu ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada /pa/ hecesinin üretimi sırasında hesaplanan VOT değerlerini normal gelişim gösteren çocuklar ile konuşma sesi bozukluğu olan çocuklar arasında karşılaştırmışlardır. Çalışma grubunda konuşma terapisi öncesinde VOT değerleri 0-219 msn aralığında dağılım gösterirken, konuşma terapisi sonrasında VOT değerleri daha dar bir aralıkta elde edilmiştir. Konuşma terapisi sonrası çocuklar normal gelişim gösteren çocuklara yakın /pa / üretimi gerçekleştirmişlerdir. Konuşma sesi bozukluğu olan çocuklarda konuşma terapisinin etkinliğinin değerlendirilmesinde VOT ölçümü kullanılabilir parametrelerdendir (37).

Hattori ve ark. (2014) maksillektomi hastalarında protez kullanımının patlamalı seslerin üretimini kolaylaştırdığını belirtmişlerdir. Yapılan VOT değerlendirmesinde, protezli ölçümlerde protezsiz ölçümlere göre daha net spektral

görüntüler elde edildiği gözlenmiştir. Protezsiz ölçümlerin bir kısmında VOT değerleri tespit edilememiştir (34).

İlgili bölgede anatomik bütünlüğün bozulması konuşma seslerinin üretiminde bozulmalara yol açmaktadır. Patlamalı seslerin üretiminde bilabial, dental ve velar bölgelerde havanın tam bir engele uğraması gerekmektedir. Anatomik bütünlüğün bozulmasının artikülatör organların hareket paternlerini etkileyerek sesin doğru şekilde üretilmemesine neden olduğu düşünölmektedir.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Türkçe konuşan okul çağı çocuklarında patlamalı seslerde akustik değerlendirme yapılarak VOT değerleri belirlenerek standart veriler elde edilmiştir. Çalışmanın sonuç ve önerileri:

1. Tüm gruplarda titreşimsiz patlamalı seslerin VOT değerleri pozitif, titreşimli patlamalı seslerin VOT değerleri ise negatif olduğu ortaya konmuştur.
2. Tüm gruplarda titreşimsiz patlamalı seslerde VOT değerlerinin /k/>/t/>/p/, titreşimli patlamalı seslerde ise /g/>/d/>/b/ olduğu sonucuna varılmıştır.
3. Okul çağı çocuklarında yaşın VOT değerlerini etkilemediği bulunmuştur.
4. Türkçe konuşan okul çağı çocuklarında kızların hem titreşimli hem titreşimsiz patlamalı seslerde VOT değerlerinin sayısal değerinin daha büyük olduğunu sonucuna ulaşılmıştır.
5. Ünlü yüksekliğinin titreşimsiz patlamalı seslerin VOT değerlerini arttırdığı, titreşimli patlamalı seslerde ise değişken etkisi olduğu bulunmuştur.
6. Ses çıkış zamanı değerlendirmesi diğer akustik değerlendirme parametreleri ile beraber kullanıldığında daha güvenilir sonuçlar elde edilebilir.
7. Dil ve konuşma bozuklukları olan çocukların da dahil edildiği çalışmalar yapılabilir.
8. Farklı dil ve konuşma bozukluklarında VOT değerlendirmeleri kullanılarak terapi programlarının etkinliği araştırılabilir.
9. Türkçe öğrenen bebeklerde ve çocuklarda dil edinim süreçlerinin incelenmesinde VOT değerlendirmeleri kullanılabilir.
10. Aksan farklılıklarının araştırılmasında VOT değerlendirmeleri yapılabilir.

Literatüre bakıldığında, Türkçe konuşan çocuklarda VOT değerlerini değerlendiren bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma ile Türkçe konuşan okul çağı çocuklarında VOT değerleri için standart veriler elde edilmesi ve elde edilen verilerin yapılacak çalışmalara kaynak olması yönünde bir katkı sağlandığı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- 1.Lundeborg, I., Larsson, M., Wiman, S., Mcallister, A. M. (2012) Voice onset time in Swedish children and adults. *Logopedics Phoniatics Vocology*, 2012 (37), 117-122.
- 2.Katz, J.W. (2013). *Phonetics For Dummies*. Canada: John Willey & Sons Inc.
- 3.Seikel, J.A., King, D.W. , Drumright, D.G. (2005). *Anatomy and Physiology for Speech, Language and Hearing (Third bs.)*. USA: Thomson Delmar Learning.
- 4.Topbaş, S. (2011). Bölüm 4 Ses bilgisel Gelişim. S. Topbaş (Ed.). *Dil ve Kavram Gelişimi*. Ankara: Kök Yayıncılık
- 5.Sancak, B., Cumhuri, M. (2002). *Fonksiyonel Anatomi: Baş-Boyun ve İç Organlar (İkinci bs.)*. Ankara: METU Press Yayınları.
- 6.Sasaki, C.T., Young, N., Matsuzaki, H., Paskhover, B. (2014). *Anatomy of the Human Larynx*. J. S. Rubin, Sataloff, R.T., Korovin, G.S. (Ed.). *Diagnosis and Treatment of Voice Disorders (c. 4th Edition, s. 31-49)*. San Diego, CA: Plural Publishing Inc.
- 7.Bakır, S., Kahraman, A. (2012). Normal Ses Gelişimi. M. A. Kılıç, Oguz, H. (Ed.). *Klinik Ses Bozuklukları (s. 10-23)*. Adana: Adana Nobel Kitabevi
- 8.Yıldırım, İ. (2012). Solunum Anatomisi ve Fizyolojisi. M. A. Kılıç, Oguz, H. (Ed.). *Klinik Ses Bozuklukları (s. 326-343)*. Adana: Adana Nobel Kitabevi
- 9.Alkan, Z. (2012). Fonasyon Anatomisi ve Fizyolojisi. M. A. Kılıç, Oguz, H. (Ed.). *Klinik Ses Bozuklukları*. Adana: Adana Nobel Kitabevi
- 10.Kent, R.D., Read, C. (2002). *The Acoustic Analysis of Speech (2 bs.)*. Canada: Singular Thomson Learning.
- 11.Association, I.P. (2007). *Handbook of International Phonetic Association: A Guide to the Use of the International Phonetic Alphabet (8 bs.)*. United Kingdom: Cambridge University Press.
- 12.Demir, N., Yılmaz, E. (2014). *Ses Bilgisi I: Parçalı Ses Birimler*. H. Pilancı (Ed.). *Türkçe Ses Bilgisi*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları
- 13.Kulak-Kayıkci, M., Ozgen, B. 2012). *Real-Time Magnetic Resonance Imaging for Articulation of Turkish Vowels [Poster]*. ASHA Convention. Atlanta, USA.
- 14.Hixon, T.J., Weismer G., Hoit, J.D. (2008). *Preclinical Speech Science: Anatomy, Physiology, Acoustics and Perception*. USA: Plural Publishing, Inc.
- 15.Lisker, L., Abramson, A.S. (1964) A Cross-Language Study of Voicing in Initial Stops: Acoustical Measurements. *Word*, 20, 384-422.
- 16.Lisker, L., Abramson, A. S. (1967) Voice Onset Time in English Stops. *Language and Speech*, 10 (1), 1-28.
- 17.Li, F. (2013) The effect of speakers' sex on voice onset time in Mandarin stops. *J. Acoust. Soc. Am.*, 133 (2), 142-147.
- 18.Awan, S.N., Stine, C.L. (2011) Voice onset time in Indian English-accented speech. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 25 (11-12), 998-1003.
- 19.Bona, J. (2014) Voice onset time and speakers' age: Data from Hungarian. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 28 (5), 366-372.

- 20.Kang, Y. (2014) Voice Onset Time merger and development of tonal contrast in Seoul Korean stops: a corpus study. *Journal of Phonetics*, 45 (July 2014), 76-90.
- 21.Ogut, F.K., M.A., Engin, E.Z., Midilli, R. (2006) Voice onset times for Turkish stop consonants. *Speech Communication*, 48 (2006), 1094-1099.
- 22.Okalidou, A., Petinou, K., Theodorou, E., Karasimou, E. (2010) Development of voice onset time in standard-Greek and Cypriot-Greek-speaking preschoolers. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 24 (7), 503-519.
- 23.Newlin-Lukowicz, L. (2014) From interference to transfer in language contact: Variation in voice onset time. *Language Variation and Change*, 26 (2014), 359-385.
- 24.Prathosh, A.P., Ramakrishnan, A. G. (2014) Estimation of voice-onset time in continuous speech using temporal measures. *J. Acoust. Soc. Am.*, 136 (2), 122-128.
- 25.Fischer, E., Goberman, A.M. (2010) Voice onset time in Parkinson disease. *Journal of Communication Disorders*, 43 (2010), 21-34.
- 26.Pistav-Akmese, P., Kulak-Kayıkçı, M.E., Atası A. (2012) Acoustic Characteristics of Turkish Speaking Children Ages between 4 and 14 Years Old. *Journal of International Advanced Otolaryngology*, 8 (3), 399.
- 27.Gravel J.S., M., J., Nerbonne, M.A., Nozza, R.J., Scott, D.M.Smedley, T. et al. (1995) Report on audiologic screening *American Journal of Audiology*, 4 (2), 24-40.
- 28.Fabiano-Smith, L., Bunta, F. (February 2012) Voice onset time of voiceless bilabial and velar stops in 3-year-old bilingual children and their age-matched monolingual peers. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 26 (2), 148-163.
- 29.Stölten, K., Abrahamsson, N., Hyltenstam, K. (2015) Effects of Age and Speaking Rate on Voice Onset Time. *Studies in Second Language Acquisition*, 2015 (37), 71-100.
- 30.Liu, L., Kager, R. (2015) Bilingual exposure influences infant VOT perception. *Infant Behavior & Development*, 38 (2015), 27-36.
- 31.Berry, J., Moyle, M. (2011) Covariation among vowel height effects on acoustic measures. *J. Acoust. Soc. Am.*, 130 (5), 365-371.
- 32.Klatt, D.H. (1975) Voice Onset Time, Frication, and Aspiration in Word-Initial Consonant Clusters. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 18, 686-706.
- 33.Dalgic, A., Kandogan, T., Aksoy, G. (2014) Voice Onset Time for Turkish Stop Consonants in Adult Cochlear Implanted Patients. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg.*
- 34.Hattori, M., Sumita, Y.I., Taniguchi, H. (2014) Measurement of voice onset time in Maxillectomy patients. *ScientificWorldJournal*, 2014, 1-4.
- 35.Kopkallı-Yavuz, H., Maviş, İ., Akyıldız, D. (2011) Analysis of VOT in Turkish speakers with aphasia. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 25 (4), 287-301.
- 36.Lundeborg, I., Nordin, E.,Zeipel-Stjerna, M., Mcallister, A. M. (2014) Voice onset time in Swedish children with phonological impairment. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 2014 (Early Online), 1-7.
- 37.Yu, V.Y., Kadis, D.S., Oh, A., Goshulak, D., Namasivayam, A., Pukonen, M., Kroll, R., De Nil, L.F., Pang, E.W. (2014) Changes in voice onset time and

motor speech skills in children following motor speech therapy: Evidence from /pa/ productions. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 28 (6), 396-412.





**T.C.**  
**HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ**  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 16969557 - 937

4 Eylül 2014

**ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU**

Toplantı Tarihi : 03.09.2014 ÇARŞAMBA  
Toplantı No : 2014/13  
Proje No : GO 14/407 (Değerlendirme Tarihi 23.07.2014)  
Karar No : GO 14/407 - 06

Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü öğretim üyelerinden Doç.Dr. Maviş Emel Kulak KAYIKCI'nın sorumlu araştırmacısı olduğu Arş.Gör.İsa Tuncay BATUK'un tezi olan GO 14/407 kayıt numaralı ve "*Türkçe Konuşan Okul Çağı Çocuklarında Ses Çıkış Zamanlarının Değerlendirilmesi*" başlıklı proje önerisi araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

- |   |         |  |
|---|---------|--|
| 1. Prof. Dr. Nurten Akarsu (Başkan)     | İZİNLİ  | 9 Prof. Dr. Melahat Görduysus (Üye)        |
| 2. Prof. Dr. Nüket Örnek Buken (Üye)    | GÖREVLİ | 10. Prof. Dr. Cansın Saçkesen (Üye)        |
| 3. Prof. Dr. M. Yıldırım Sara (Üye)     | İZİNLİ  | 11. Prof. Dr. R. Köksal Özgül (Üye)        |
| 4. Prof. Dr. Sevda F. Müftüoğlu (Üye)   | İZİNLİ  | 12. Prof. Dr. Ayşe Lale Doğan (Üye)        |
| 5. Prof. Dr. Cenk Sökmensüer (Üye)      | İZİNLİ  | 13 Doç. Dr. S. Kutay Demirkan (Üye)        |
| 6. Prof. Dr. Volga Bayrakçı Tunay (Üye) | İZİNLİ  | 14. Prof. Dr Leyla Dinç (Üye)              |
| 7. Prof. Dr. Songül Vaizoğlu (Üye)      | İZİNLİ  | 15. Yrd. Doç. Dr. H. Hüsrev Turnagöl (Üye) |
| 8. Prof. Dr. Yılmaz Selim Erdal (Üye)   | İZİNLİ  | 16. Av. Meltem Onurlu (Üye)                |

## Ek 2. KLİNİK DEĞERLENDİRME FORMU

Ad Soyad :  
Doğum Tarihi :

Değerlendirme Tarihi:

### Odyolojik Değerlendirme (İşitme Taraması)

FREKANS (Hz)	SAG KULAK (20 dB)	SOL KULAK (20 dB)
500		
1000		
2000		
4000		

### Ses Analizi (Praat)

Ses Çıkış Zamanı (KAYIT 1)	Titreşimli Patlamalılar			Titreşimsiz Patlamalılar		
	/b/	/d/	/g/	/p/	/t/	/k/
/a/						
/e/						
/u/						
/i/						
/o/						
/œ/						
/u/						
/y/						

Ses Çıkış Zamanı (KAYIT 2)	Titreşimli Patlamalılar			Titreşimsiz Patlamalılar		
	/b/	/d/	/g/	/p/	/t/	/k/
/a/						
/e/						
/u/						
/i/						
/o/						
/œ/						
/u/						
/y/						

Ses Çıkış Zamanı (KAYIT 3)	Titreşimli Patlamalılar			Titreşimsiz Patlamalılar		
	/b/	/d/	/g/	/p/	/t/	/k/
/a/						
/e/						
/u/						
/i/						
/o/						
/œ/						
/u/						
/y/						

