

**TÜRKÇE'DEKİ SÜRTÜNME Lİ
SES LERİN AKUSTİK
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Esra Ertan

Doktora Tezi

**Türkçe'deki Sürtünmeli Seslerin Akustik
Özelliklerinin Belirlenmesi**

Esra Ertan

Doktora Tezi

ANADOLU ÜNİVERSİTESİ

Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Dil ve Konuşma Terapistliği Anabilim Dalı

Eskişehir, Eylül 2011

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Handan Kopkallı Yavuz

ÖZGEÇMİŞ VE YAYIN LİSTESİ

I. KİŞİSEL BİLGİLER

Adı ve Soyadı	: Esra Ertan
Doğum Tarihi- Yeri	:1974-Gönen
Cinsiyeti	:Kadın
Uyruğu	:T.C.
Medeni Durumu	:Bekar
Yabancı Dil	:İngilizce
Çalıştığı Kurum	:Anadolu Üniversitesi
Yazışma Adresi	:Anadolu Üniversitesi DİLKOM 26470, Eskişehir
Telefon (İş)	:+90 (222) 335 05 80 / 2191
Fax	:+90 (222) 335 23 37
GSM	:+90 (533) 744 34 66
Elektronik Posta	:esraertan@anadolu.edu.tr

II. ÖĞRENİM DURUMU

Doktora	Anadolu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Dil ve Konuşma Terapistliği ABD, Dil ve Konuşma Bozuklukları Doktora Programı
Doktora Tez Konusu	Türkçe'deki Sürtünmeli Seslerin Akustik Özelliklerinin Belirlenmesi
Doktora Tez Danışmanı	Prof. Dr. Handan Kopkallı Yavuz
Yüksek Lisans	Anadolu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Dil ve Konuşma Terapistliği ABD, Dil ve Konuşma Terapistliği Yüksek Lisans Programı, 2006.
Y. L. Tez Konusu	Oyuncuların ve Oyunculuk Eğitimi Alan Öğrencilerin Sesi Olumsuz Yönde Etkileyen Faktörlere Maruz Kalma Sıklıkları, Ses Suiistimalli Konuşma Alışkanlıkları ve Ses Yıpranma Semptomlarının Belirlenmesi
Y. L. Tez Danışmanı	Prof. Dr. Seyhun Topbaş
Lisans	İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü, 1996
Lise	Gönen Ömer Seyfettin Lisesi, 1991

III. AKADEMİK GÖREVLERİ

2000- Anadolu Üniversitesi Öğretim Görevlisi

IV. İLGİ ALANLARI

Akustik-fonetik, ses bozuklukları ve ses terapisi

V. BİLİMSEL YAYINLAR

A. ULUSLARARASI BİLDİRİLER

B.1.Uluslararası Kongre, Sempozyum, Panel, Çalıştay (Workshop) Gibi Bilimsel, Sanatsal Toplantılarda Sözlü Olarak Sunulan ve Özet Metin Olarak Yayımlanan Bildiriler

Ertan, E.& Topbaş, S. (2006) Exposure to Factors Influencing the Voice Negatively, Habits Leading to Voice Abuse and Voice Attrition Symptoms in Performers and Performance Trainees, *ICPLA2008-11th Congress of the International Clinical Phonetics and Linguistics Association*, 31 May-3 June, Dubrovnik, Hırvatistan.

B.2.Uluslararası Kongre, Sempozyum, Panel, Çalıştay (Workshop) Gibi Bilimsel, Sanatsal Toplantılarda Poster Olarak Sunulan ve Özet Metin Olarak Yayımlanan Bildiriler

Ertan E., Topbaş S. (2008) Treatment Efficiency in Turkish Phonological Disorders: A Multiple-Probe Model with Metaphon Approach.*ICPLA2008-12th Congress of the International Clinical Phonetics and Linguistics Association*, 25-28 Haziran, İstanbul, Türkiye.

Ertan, E., Ünal, Ö., Dikmen, İ., Sat, Ş., Sakar, F. (2009). Verbal Fluency for Age, Gender and Education : A Pilot Study for Normative Data for Adult Turkish Speakers. *Science of Aphasia*, Antalya, Türkiye.

Ertan, E. & Kopkallı-Yavuz, H. (2010) The Acoustic Properties of Turkish /h/. *28th Congress of IALP*, Athen, Greece.

B. ULUSAL BİLDİRİLER

B.1.Ulusal Kongre, Sempozyum, Panel, Çalıştay (Workshop) Gibi Bilimsel, Sanatsal Toplantılarda Sözlü Olarak Sunulan ve Özet Metin Olarak Yayımlanan Bildiriler

Maviş,İ. ve **Ertan, E.**, (2004)Afazik hastalarda işitsel anlamının değerlendirilmesi.*1. Dil ve Konuşma Bozuklukları Kongresi*. Anadolu

Üniversitesi, 28-30 Mayıs, Eskişehir.

Maviş,İ., D.Özbabalık ve **E.Ertan**, (2005) Osmangazi Üniversitesi Nöroloji Kliniğine başvuran inmeli hastaların epidemiyolojik ve demografik özelliklerinin dil ve konuşma terapisine gereksinimleri açısından değerlendirilmesi.2. *Ulusal Dil ve Konuşma Bozuklukları Kongresi*. Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

VI. EĞİTİM-ÖĞRETİM VE ARAŞTIRMA FAALİYETLERİ

A. SONUÇLANDIRILMIŞ ARAŞTIRMA PROJELERİ

Konrot, A., Topbaş, S., Maviş, İ., Erbaş, D., Toğram, B., Özdemir, S., Dinçer, D., Doğramacı, Ö., **Ertan, E.** Anadolu Üniversitesi Dil ve Konuşma Bozuklukları Eğitim, Araştırma ve Uygulama Merkezi ve T. C. Milli Eğitim Bakanlığı *Okul öncesi Dönemde Dil ve Konuşma Güçlüğü Olan Çocukların Sağaltımına ve Kaynaştırma Uygulamalarına Yönelik Eğitim modelleri Geliştirme Projesi*.

B. SONUÇLANDIRILMAMIŞ ARAŞTIRMA PROJELERİ

TÖDİL Projesi: Tek dilli ve iki dilli çocuklarda özgül dil bozukluklarının değerlendirilmesi. TÜBİTAK Araştırma Projesi Proje No: 109K001 (COST-Avrupa Birliği 19 üye ortaklığı ile), Araştırmacı, Ekim 2009-2012. (Yürütücü: Prof. Dr. Seyhun Topbaş, Diğer Araştırmacılar: İlknur Maviş, Özlem Ünal, **Esra Ertan**, O. Selçuk Güven, Özlem Cangökçe Yaşar, Didem Akyıldız).

C. DİĞER BİLİMSEL, SANATSAL VE TASARIMA YÖNELİK ETKİNLİKLER

C.1. Kongre Organizasyonu

Uluslararası sempozyum, kongre, çalıştay (workshop), festival, yaz okulu, bienal, trienal gibi bilimsel, sanatsal ve tasarıma yönelik etkinliklerde, etkinliğin planlanmasından sonuçlanmasına kadar geçen süreçte görev almak

ICPLA (2008) The 12th Congress of the International Clinical Phonetics and Linguistics Association, İstanbul, Türkiye.

SoA (2009). 10th. Science of Aphasia Conference, Antalya, Türkiye.

Ulusal sempozyum, kongre, çalıştay (workshop), festival, yaz okulu, bienal, trienal gibi bilimsel, sanatsal ve tasarıma yönelik etkinliklerde, etkinliğin planlanmasından sonuçlanmasına kadar geçen süreçte görev almak

II. Ulusal Dil ve Konuşma Bozuklukları Kongresi (2004), *Düzenleme Kurulu Üyesi*, Eskişehir.

V. Ulusal Dil ve Konuşma Bozuklukları Kongresi (2009), *Bilimsel Kurul Üyesi*, Eskişehir.

Panel, konferans, seminer, kurs, açikoturum ve söyleşi gibi etkinliklerde konuşmacı ya da panelist olarak görev yapmak

MEB Hizmetiçi Eğitimi Sesletim Sesbilgisi Testi Uygulama Anlatımı I. 4-9
Aralık 2006

MEB Hizmetiçi Eğitimi Sesletim Sesbilgisi Testi Uygulama Anlatımı II. 20-25
Haziran 2007

Ertan, E., (2009) Ses Bozukluklarında Değerlendirme. 5. *Ulusal Dil ve Konuşma Bozuklukları Kongresi*, 30 Nisan-2 Mayıs, Kuşadası, Aydın.

Ertan, E., (2009) Ses Terapisinin Planlanması. *İstanbul KBB BBC Uzmanları Derneği 1. Kongresi*, İstanbul.

Özudoğru, E., Gürbüz, K., Kaya, E., **Ertan, E.**, & Elçin Tadihan Özkan (2011) Ses Hastalıklarında Klinik Değerlendirme ve Ses Terapisi. 6. *Ulusal Dil ve Konuşma Bozuklukları Kongresi*. Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

C.2. Katılan Yurt Dışı Eğitim Programları

Socrates/Erasmus öğrenci değişim programı: Potsdam Üniversitesi, Psikolinguistik Bölümü, Almanya. 2005 Bahar dönemi.

Erasmus Personel Eğitim Hareketliliği: Valladolid Üniversitesi, Logopedi Bölümü, İspanya, Mayıs, 2007.

Ziyaretçi/Gözlemci: Yale Üniversitesi, Haskins Laboratuvarı, ABD, Kasım 2009.

C.3. Hizmetiçi Eğitim Programları

Anat KEIDAR, Ph.D.CCC-SLP, tarafından verilen “*Voice therapy: An Integrated Approach and Practical Suggestions*”. 2. Ulusal Dil ve Konuşma Bozuklukları Kongresi Çalıştayı. Anadolu Üniversitesi, Eskişehir; 28-30 Mayıs 2004.

Ken BLEILE, Ph.D. CCC-SLP, tarafından verilen “*Treating Children with Articulation and Phonological Disorders*”. Anadolu Üniversitesi; 2. Ulusal Dil ve Konuşma Bozuklukları Kongresi Çalıştayı. Eskişehir, 28-30 Mayıs 2004.

Ahmet KONROT, Ph.D., tarafından verilen “*Lidcombe Erken Dönem Kekemelik Programı Tanıtımı*”. 2. Ulusal Dil ve Konuşma Bozuklukları Kongresi Çalıştayı. Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, 28-30 Mayıs 2004.

Mindy L. Granberry, MA, CCC/SLP, tarafından verilen “*Dysphagia Therapy (Disfaji Terapisi)*” DİLKOM, Eskişehir, 27 Şubat- 04 Mart 2006.

Jean Brown, Ph.D & Cathy Bacon, Ph.D tarafından verilen “*Speech & Language Delay and Intervention (Gecikmiş Dil & Konuşma ve Terapisi)*”. DİLKOM, Eskişehir, 26-28 Nisan 2006.

Melda Kunduk, Ph.D, CCC-SLP tarafından verilen “*Ses Bozuklukları ve Terapisi*”. DİLKOM, Eskişehir, 26-30 Aralık 2006.

Funda Acarlar, Ph.D., tarafından verilen “*Türkçe Bilgisayarlı Dil Analizi Programı (SALT)*” konulu çalışmaya katılım. Dil ve Konuşma Bozuklukları Merkezi (DİLKOM), 23 Mart 2007.

Kenneth O.St.Louis, PhD, tarafından verilen, “*Kekemelik ve Hızlı Bozuk Konuşma Değerlendirme ve Terapisi*”. Anadolu Üniversitesi, Dil ve Konuşma Bozuklukları Merkezi (DİLKOM), 21-25 Mayıs 2007.

Gönül Kırcaali-İftar, PhD, “PECS Eğitim”, Anadolu Üniversitesi, Dil ve Konuşma Bozuklukları Merkezi (DİLKOM). 13-14 Haziran 2007.

Audrey HOLLAND & Albyn DAVIS, “*CADL-2: Afazi Değerlendirme Testi ve PACE Afazi Terapisi*”, Anadolu Üniversitesi, Dil ve Konuşma Bozuklukları Merkezi (DİLKOM), 8-9 Ekim 2007.

Melda Kunduk, PhD., “*Yutma Bozuklukları Değerlendirme ve Terapisi*”. Anadolu Üniversitesi, Dil ve Konuşma Bozuklukları Merkezi (DİLKOM). 24-27 Aralık 2007.

VI. Araştırma Yöntemleri Semineri, 30 Ocak-03 Şubat 2008, Antalya, Türkiye.

Nicole Müller, PhD., “*Assessment and Diagnosis in Dementia*”, Anadolu Üniversitesi, Dil ve Konuşma Bozuklukları Merkezi (DİLKOM), 5 Ekim 2009.

Martin Ball, PhD, “*International Phonetic Alphabet*” Anadolu Üniversitesi, Dil ve Konuşma Bozuklukları Merkezi (DİLKOM), 5 Ekim 2009.

Ann Kummer, PhD, “*Dudak Damak Yarıklığı ve Kraniofasial Anomaliler: Konuşma ve Rezonansa Etkisi*”, Anadolu Üniversitesi, Dil ve Konuşma Bozuklukları Merkezi (DİLKOM), 25-27 Ekim 2010.

D. MESLEKİ BİRLİK/ DERNEK/KURULUŞ ÜYELİKLERİ

Dil ve Konuşma Bozuklukları Uzmanları Derneği (DKBUD) üyeliği.

ICPLA (International Clinical Phonetics and Linguistics Association, Uluslar arası Klinik Sesbilim ve Dilbilim Derneği) üyeliği.

ÖNSÖZ

Tezimin her aşamasında, çalışma disipliniyle, esirgemediği zaman, destek, emek ve bilgisiyle kendimi güvende hissettiren tez danışmanım Prof. Dr. Handan Kopkallı Yavuz'a sonsuz teşekkürler. Akustik bilimini kendisi sayesinde bir kez daha sevdim.

Dil ve konuşma terapistliği mesleğinin var olmasında büyük emeği geçen ve bu alanda yetişmemiz için bize fırsat sağlayan Prof. Dr. Seyhun Topbaş'a teşekkür ederim.

Bilgi ve öngörüsüyle ihtiyaç duyduğumda yardımlarını esirgemeyen, Doç. Dr. İlknur Maviş'e üzerimdeki emeği için teşekkür ederim.

Haftada bir gün odayı paylaştığım, bilgisayardan gelen garip seslere bir sene boyunca katlanmak zorunda kalan ve çalışma motivasyonumu arttıran Prof. Dr. Pınar Ege'ye teşekkür ederim.

Akustik bilimiyle beni tanıştıran ve uzaklardan jürime gelmeyi kabul eden Prof. Dr. Ahmet Konrot'a teşekkür ederim.

Araştırmanın istatistiksel analizlerini yapan ve derdimi en iyi anlatabildiğim ve anlayan istatistikçi olan Araş. Gör. Dr. İlhan Usta'ya teşekkür ederim.

Bitmeyecek sandığım veri analiz sürecinde ve yazım aşamasında varlığıyla destek olan ve bilgisini sabırla paylaşan arkadaşım, tezdaşım Müge Tunçer'e ayrıca teşekkür ederim.

Çalışmanın başından sonuna kadar desteğini esirgemeyen anneme ve ablama teşekkür ederim.

Çalışma sırasında yaptığım nazları ve sızlanmaları anlayışla karşılayan Hatice'ye, Şebnem'e ve tüm SFK'li kadın arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Hatırım ve keyfimi sorarak tüm süreçte desteklerini esirgemeyen kuzenim Özlem, Duru, Cengiz, Duygu, Azize, Erol, İpek, Mehmet, Murat, Sertan, Özlem ve tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Ayrıca DİLKOM'un tüm çalışanları ve öğrencilerine verdikleri destek için çok teşekkür ederim.

Esra Ertan

TÜRKÇE'DEKİ SÜRTÜNME Lİ SESLERİN AKUSTİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Türkçe'deki sürtünmeli seslerin özelliklerini belirlemektir. Bu amaçla, her bir sürtünmeli ses için spektral özellikleri (frekans aralığı, spektral zirve konumu), süre, şiddet (overall and normalized), F2 başlangıç frekansı ve ağırlık merkezi belirlenmiştir. Bu akustik özelliklerin cinsiyete, ünlülere, hece sayısına ve hece konumuna göre farklılık gösterip göstermediği belirlenmiştir. Her bir sürtünmeli ses farklı ünlü bağlamlarında, tek hece ve iki heceli kelimelerde ve farklı konumlarda yer almıştır. Araştırmanın katılımcıları anadilleri Türkçe olan, 6 (3 Kadın, 3 Erkek) yetişkinden oluşmaktadır. Toplamda 10.080 veri analiz edilmiştir.

Bulgular, ortalama frekans aralığı /f/ sesi için 1500-10500 Hz, /s/ sesi için 3500-10800 Hz, /z/ sesi için 3500-10600 Hz, /ʃ/ sesi için 1800-9400 Hz, /z/ sesi için 1800-8800 Hz olarak göstermektedir. Türkçe'deki sürtünmeli seslerin spektral zirve konum değerleri, /f/ sesi için 6613 Hz, /s/ sesi için 7379 Hz, /z/ sesi için 6929 Hz, /ʃ/ sesi için 3804 Hz ve /z/ sesi için 3605 Hz'dir. Türkçe'deki sürtünmeli seslerin ortalama süre değerleri /f/ sesi için 104 ms, /s/ sesi için 122 ms, /z/ sesi için 85 ms, /ʃ/ sesi için 123 ms ve /z/ sesi için 84 ms'dir. Türkçe'deki sürtünmeli seslerin genel şiddet değerleri, /f/ sesi için 60 dB, /s/ sesi için 62 dB, /z/ sesi için 65 dB, /ʃ/ sesi için 66 dB ve /z/ sesi için 67 dB'dir. Türkçe'deki sürtünmeli seslerin normalize şiddet değerleri, /f/ sesi için -14 dB, /s/ sesi için -11 dB, /z/ sesi için -10 dB, /ʃ/ sesi için -7 dB ve /z/ sesi için -8 dB'dir. Türkçe'deki sürtünmeli seslerin, F2 başlangıç frekans değerleri, /f/ sesi için 1369 Hz, /s/ sesi için 1581 Hz, /z/ sesi için 1547 Hz, /ʃ/ sesi için 1833 Hz ve /z/ sesi için 1905 Hz'dir. Türkçe'deki sürtünmeli seslerde, ağırlık merkezi değerleri, /f/ sesi için 1483 Hz, /s/ sesi için 3875 Hz, /z/ sesi için 1332 Hz, /ʃ/ sesi için 3537 Hz ve /z/ sesi için 1594 Hz'dir.

Türkçe'deki sürtünmeli seslerin spektral zirve konum değerlerine, cinsiyet, ünlüler ve hece konumunun etkisi vardır. Süre değerlerine, cinsiyet, ünlüler, hece sayısı ve hece konumunun etkisi vardır. Genel şiddet değerlerine, cinsiyet, ünlüler, hece sayısı ve hece konumunun etkisi vardır. Normalize şiddet değerlerine, cinsiyet ve ünlülerin etkisi vardır. F2 başlangıç frekans değerlerine, cinsiyet, ünlüler ve hece konumunun etkisi vardır. Ağırlık merkezine, cinsiyet ünlüler ve hece konumunun etkisi vardır.

Türkçe'deki /v/ sesi birçok pozisyonda daralmalı özelliktedir ve diş dudak daralmalı /v/ sesi olarak gösterilmelidir. Benzer şekilde, /h/ sesinin formant görünümüleri oldukça fazladır. Sürtünmeli bir ses olarak gösterilmemesi ve Türkçe'de farklı bir şekilde temsil edilmesi gerekmektedir.

Anahtar Sözcükler: Türkçe, sürtünmeli sesler, akustik analiz

ACOUSTIC PROPERTIES OF TURKISH FRICATIVES

This study investigated the acoustic properties of Turkish fricatives /f, v, s, z, ʃ, ʒ, h/. For each fricative, spectral properties (frequency range, spectral peak location) duration, amplitude (genel ve normalize), F2 onset frequency, and center of gravity were measured. Each fricative occurred in different vowel environments, in one and two word syllables and in different positions within a word. The participants were 6 (3 male, 3 female) native Turkish speakers. A total of 10.080 tokens were analyzed.

The findings showed that the frequency range is 1500-10500 Hz for /f/, 3500-10800 Hz for /s/, 3500-10600 Hz for /z/, 1800-9400 Hz for /ʃ/, and 1800-8800 Hz for /ʒ/. The spectral peak location was measured to be 6613 Hz for /f/, 7379 Hz for /s/, 6929 Hz for /z/, 3804 Hz for /ʃ/, and 3605 Hz for /ʒ/. The mean duration of fricatives were 104 ms for /f/, 122 ms for /s/, 85 ms for /z/, 123 ms for /ʃ/, and 84 ms for /ʒ/. The amplitude for each fricative is as follows; 60 dB for /f/, 62 dB for /s/, 65 dB for /z/, 66 dB for /ʃ/, and 67 dB for /ʒ/. Normalized amplitude was found to be -14 dB for /f/, -11 dB for /s/, -10 dB for /z/, -7 dB for /ʃ/, and -8 dB for /ʒ/. The onset of F2 transition was 1369 Hz for /f/, 1581 Hz for /s/, 1547 Hz for /z/, 1833 Hz for /ʃ/, and 1905 Hz for /ʒ/. The center of gravity is at 1483 Hz for /f/, 3875 Hz for /s/, 1332 Hz for /z/, 3537 Hz for /ʃ/, and 1594 Hz for /ʒ/.

When the interaction between different acoustic properties and gender, vowel environment, number of syllables and position within a word is investigated, the results showed the following interaction effects. The interaction between spectral peak location and gender, vowel environment, position within the word the interaction was significant. A significant interaction was found between duration of the fricatives and gender, vowel environment, number of syllables and position within a word was significant. The interaction between amplitude and gender, vowel environment, number of syllables and position within a word was found to be significant. For normalized amplitude, the interaction was found to be significant only for gender and vowel environment. The interaction between F2 transition onset and gender, vowel environment, and position within a word was significant. Similarly, the interaction for center of gravity was significant for gender, vowel environment, and position within a word. The results also showed that in Turkish, /v/ is realized as a labiodental approximant more often than as a fricative, thus should be represented with /v/. Similarly, /h/ did not exhibit fricative properties which suggests that /h/ should not be described as a fricative in Turkish.

Keywords: Turkish, fricative sounds, acoustic analysis

İÇİNDEKİLER	SAYFA
ÖZGEÇMİŞ	i
ÖNSÖZ	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
KISALTMALAR DİZİNİ	xiv
EKLER	xv
GİRİŞ ve AMAÇ	1
Giriş	1
Amaç	2
Önem	3
KAYNAK BİLGİSİ	4
GEREÇ ve YÖNTEM	16
Araştırma Modeli	16
BULGULAR ve TARTIŞMA	29
Bulgular	29
Tartışma	62
SONUÇ ve ÖNERİLER	72
Sonuç	72
Öneriler	74
KAYNAKLAR	76
EKLER	84

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL NO ve ADI	SAYFA	
Şekil 1	Konuşma üretim sistemi	4
Şekil 2	Konuşma üretiminin kaynak-filtre modeli	4
Şekil 3	Frekans aralığı ölçümü	18
Şekil 4	Spektral zirve konumu ölçümü	19
Şekil 5	Süre ölçümü	20
Şekil 6	Genel şiddet ve normalize şiddet ölçümü	21
Şekil 7	Formant 2 başlangıç frekansı ölçümü	22
Şekil 8	Ağırlık merkezi ölçümü	23
Şekil 9	/v/ sesinin spektrogram görünümüleri	24
Şekil 10	/h/ sesinin spektrogram görünümüleri	26
Şekil 11	Sürtünmeli seslerin frekans aralıkları	29
Şekil 12	Sürtünmeli seslerin spektral zirve konum değerleri	30
Şekil 13	Sürtünmeli seslerin süre değerleri	31
Şekil 14	Sürtünmeli sesleri genel şiddet değerleri	32
Şekil 15	Sürtünmeli seslerin normalize şiddet değerleri	32
Şekil 16	Sürtünmeli seslerin Formant 2 geçiş frekans değerleri	33
Şekil 17	Sürtünmeli seslerin ağırlık merkezi değerleri	34
Şekil 18	Kanonik diskriminant fonksiyonları	62

ÇİZELGELER DİZİNİ

ÇİZELGE NO ve ADI	SAYFA
Çizelge 1	Sürtünmeli seslerin frekans aralığı (en alt-en üst değer) ortalama (Hz) ve standart sapma değerleri 29
Çizelge 2	Sürtünmeli seslerin spektral zirve konum ortalama (Hz) ve standart sapma değerleri 30
Çizelge 3	Sürtünmeli seslerin sürelerinin ortalama (ms) ve standart sapma değerleri 31
Çizelge 4	Sürtünmeli sesleri genel şiddet ortalama (dB) ve standart sapma değerleri 31
Çizelge 5	Sürtünmeli seslerin normalize şiddet (dB) ve standart sapma değerleri 32
Çizelge 6	Sürtünmeli seslerin Formant 2 geçiş frekans ortalama (Hz) ve standart sapma değerleri 33
Çizelge 7	Sürtünmeli seslerin ağırlık merkezi ortalama (Hz) ve standart sapma değerleri 34
Çizelge 8	Sürtünmeli seslerin spektral zirve konum değerlerinin cinsiyete göre ortalama (Hz) ve standart hata değerleri 35
Çizelge 9	Sürtünmeli seslerin spektral zirve konum değerlerinin ünlülere göre ortalama (Hz) ve standart hata değerleri 35
Çizelge 10	Sürtünmeli seslerin spektral zirve konum değerlerinin hece sayısına göre ortalama (Hz) ve standart hata değerleri 37
Çizelge 11	Sürtünmeli seslerin spektral zirve konum değerlerinin hece konumuna göre ortalama (Hz) ve standart hata değerleri 37
Çizelge 12	Sürtünmeli seslerin süre değerlerinin cinsiyete göre ortalama (ms) ve standart hata değerleri 38
Çizelge 13	Sürtünmeli seslerin süre değerlerinin ünlülere göre ortalama (ms) ve standart hata değerleri 39
Çizelge 14	Sürtünmeli seslerin süre değerlerinin hece sayısına göre ortalama (ms) ve standart hata değerleri 40
Çizelge 15	Sürtünmeli seslerin süre değerlerinin hece konumuna göre ortalama (ms) ve standart hata değerleri 41
Çizelge 16	Sürtünmeli seslerin genel şiddet değerlerinin cinsiyete göre ortalama (dB) ve standart hata değerleri 42

Çizelge 17	Sürtünmeli seslerin genel şiddet değerlerinin ünlülere göre ortalama (dB) ve standart hata değerleri	43
Çizelge 18	Sürtünmeli seslerin genel şiddet değerlerinin hece sayısına göre ortalama (dB) ve standart hata değerleri	44
Çizelge 19	Sürtünmeli seslerin genel şiddet değerlerinin hece konumuna göre ortalama (dB) ve standart hata değerleri	45
Çizelge 20	Sürtünmeli seslerin normalize şiddet değerlerinin cinsiyete göre ortalama (dB) ve standart hata değerleri	46
Çizelge 21	Sürtünmeli seslerin normalize şiddet değerlerinin ünlülere göre ortalama (dB) ve standart hata değerleri	47
Çizelge 22	Sürtünmeli seslerin normalize şiddet değerlerinin hece sayısına göre ortalama (dB) ve standart hata değerleri	48
Çizelge 23	Sürtünmeli seslerin normalize şiddet değerlerinin hece konumuna göre ortalama (dB) ve standart hata değerleri	49
Çizelge 24	Sürtünmeli seslerin Formant 2 frekans değerlerinin cinsiyete göre ortalama (Hz) ve standart hata değerleri	50
Çizelge 25	Sürtünmeli seslerin Formant 2 frekans değerlerinin ünlülere göre ortalama (Hz) ve standart hata değerleri	50
Çizelge 26	Sürtünmeli seslerin Formant 2 frekans değerlerinin hece sayısına göre ortalama (Hz) ve standart hata değerleri	52
Çizelge 27	Sürtünmeli seslerin Formant 2 frekans değerlerinin hece konumuna göre ortalama (Hz) ve standart hata değerleri	52
Çizelge 28	Sürtünmeli seslerin ağırlık merkezi değerlerinin cinsiyete göre ortalama (Hz) ve standart hata değerleri	54
Çizelge 29	Sürtünmeli seslerin ağırlık merkezi değerlerinin ünlülere göre ortalama (Hz) ve standart hata değerleri	54
Çizelge 30	Sürtünmeli seslerin ağırlık merkezi değerlerinin hece sayısına göre ortalama (Hz) ve standart hata değerleri	56
Çizelge 31	Sürtünmeli seslerin ağırlık merkezi değerlerinin hece konumuna göre ortalama (Hz) ve standart hata değerleri	56
Çizelge 32	/v/ sesinin spektorafik görünüm özellikleri	58
Çizelge 33	/v/ sesinin cinsiyete, ünlülere, hece sayısı ve hece konumuna göre ortalama süre değerleri	58
Çizelge 34	/v/ sesinin spektrografik görünüm özelliklerinin, cinsiyete, ünlülere, hece sayısına ve hece konumuna göre değerleri	59

Çizelge 35	/h/ sesinin spektrografik görünüm özellikleri	60
Çizelge 36	/h/ sesinin süresinin cinsiyete, ünlülere, hece sayısına ve hece konumuna göre değerleri	60
Çizelge 37	/h/ sesinin spektrografik görünüm özelliklerinin, cinsiyete, ünlülere, hece sayısına ve hece konumuna göre değerleri	61
Çizelge 38	Diskriminant analizi sonucu, sürtünmeli ses açısından öngörülen grup üyeleri (%)	62
Çizelge 39.	Türkçe'deki sürtünmeli seslerin, frekans aralıkları(Hz), spektral zirve konum (Hz), süre (ms), genel şiddet (dB), normalize şiddet (dB), F2 başlangıç frekansı(Hz) ve ağırlık merkezi (Hz) değerleri	73
Çizelge 40.	Türkçe'deki sürtünmeli seslerin, spektral zirve konumuna, süreye, genel şiddete, normalize şiddete, , F2 başlangıç frekansına ve ağırlık merkezine cinsiyet, ünlüler, hece sayısı ve hece konumunun etkisi	74

KISLATMALAR DİZİNİ

IPA	: International Phonetic Alphabet (Uluslararası Sesçil Abece)
UPSID	: University of California Los Angeles (UCLA) Phonological Segment Inventory Database
FFT	: Fast Fourier Transform
LPC	: Linear Predictive Coding
F2	: Formant 2
RMS	: Root Mean Square
THHB	: Tek Hece Hece Başı
THHS	: Tek Hece Hece Sonu
İHHBSB	: İki Hece Hece Başı Sözcük Başı
İHHBSO	: İki Hece Hece Başı Sözcük Ortası
İHHSSO	: İki Hece Hece Sonu Sözcük Ortası
İHHSSS	: İki Hece Hece Sonu Sözcük Sonu

EKLER

- | | |
|-------------|---|
| Ek 1 | Sözcük Listesi |
| Ek 2 | Çeldirici Sözcükler |
| Ek 3 | Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Etik Kurul Onayı |
| Ek 4 | Katılımcı Onay Formu |
| Ek 5 | Kişisel Bilgi Formu |

GİRİŞ ve AMAC

Giriş

Dil insanların iletişimde bulunmak amacı ile geliştirdikleri bir araçtır. Dilin dışavurumu konuşma olarak gerçekleşir. Konuşma, motor beceri gerektiren, fiziksel, psikolojik ve nöro-fizyolojik bir süreç olup ilgili organların yardımı ile birbirini ardına, hızla ve durmadan değişen akışıyla üretilen sesler bütünüdür (Pickett, 1999; Borden ve ark., 2003). İnsan konuşma düzeneği pek çok farklı ses üretebilecek kapasitededir. Ancak üretilen bu seslerin hepsi konuşmada kullanılan sesler olmadığı gibi diller konuşma için kullanılan ses dağarcıklarını sınırlarlar. Bir dilde sınırlı ses dağarcığı olmakla birlikte seslerin farklı şekillerde yan yana gelmesi sonucu sonsuz sayıda ses bileşim oluşturmak olasıdır. Her dil, seslerin nasıl bir araya geleceğine ve hangi bileşimlerin nasıl anlam taşıyacağı ile ilgili kurallar belirlemiştir. Bu kurallar içinde bir sesin değişmesi ile anlam değişikliği olabilmektedir. Anlam değiştirme işlevi üstlenen konuşma sesleri, en küçük dilsel birimler olup, sesbirim (phoneme) olarak tanımlanmaktadır (Ladefoged, 2003; Crystal 1991).

Sesbirimler diğer sesbirimler ile bir araya gelerek ses bileşimleri oluştururlar. Ancak bu sesbirimler, farklı ses bileşimlerinde etkileşime girdiklerinde, akustik özellikleri değişmekle birlikte aynı sesbirim olarak algılanmaktadır. Bu da her bir sesbirimin temel akustik özelliklerinin olduğunu ve bu özelliklerin sesbirimleri algılamamızda önemli bir ipucu olduğunu göstermektedir.

Farklı dillerin seslerini inceleyen çalışmalar bazı akustik özelliklerin evrensel, bazılarının ise dile özgü olduğunu göstermektedir. Hangi akustik özelliklerin evrensel, hangilerin dile özgü olduğunu belirlemek için her dile ait seslerin akustik çalışmaları gerekmektedir. Türkçe’de kullanılan konuşma seslerinin akustik özelliklerini araştıran çalışmalar oldukça sınırlı olup bazı ses grupları ile ilgili çalışmalar yok denecek kadar azdır. Bu çalışma Türkçe’deki sürtünmeli seslerin akustik özelliklerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Sürtünmeli seslerin seçilmesinin nedenleri şöyle sıralanabilir: (1) Türkçe’deki sürtünmeli seslerin akustik özelliklerini betimlemeye yönelik kapsamlı bir çalışma yoktur. Halbuki, Türkçe’de Uluslararası Sesbilim Derneği’nin (International Phonetic Association; IPA) ve UPSID (University of California Los Angeles –UCLA- Phonological Segment Inventory Database) verilerine göre dünya dillerinde de olduğu gibi en fazla olan ses grubu sürtünmeli seslerdir. (2) Normal dil gelişimi gösteren Türkçe konuşan çocuklarda sürtünmeli seslerin edinimleri diğer seslerin edinimlerine göre daha geçtir. İngilizce’de de normal gelişen çocuklar benzer özellik göstermektedir. (Miccio ve Ingrisano 2000; Kopkallı-Yavuz ve Topbaş, 2000; Topbaş, 2006b, 2007a; Topbaş ve Kopkallı-Yavuz, 1998; Yavaş ve Topbaş, 2004).

Edinim süresi geç olan sürtünmeli seslerdeki üretim hataları, hem normal gelişen çocuklarda hem de sesletim-sesbilgisi problemine sahip çocuklarda sıklıkla görülmektedir (Peña-Brooks ve Hegde, 2007; Weiss ve ark., 1987; Miccio ve Ingrisano, 2000). Sesletim hatalarının çok sık görüldüğü işitme engelli çocuk ve yetişkinlerde, sürtünmeli sesleri tanımada güçlüğü ve üretim hatalarına rastlanmaktadır (Lawrence ve Byers, 1969; Osberger ve McGarr, 1982; McGarr ve

Löfqvist, 1982; Pittman ve Stelmachowicz, 2000; Stelmachowicz ve ark., 2004; Zeng ve Turner 1990). Sesletim için gerekli olan hareketlerin uygun bir biçimde yapılamamasına neden olan dudak-damak yarıklığı olan çocuklarda, ağız içi basıncı gerektiren seslerden olan sürtünmeli seslerin patlamalı-durak ve durak sürtünmeli seslerde olduğu gibi genizsilere ve akıcı seslere göre daha sık bozulmaya uğradığı ve en çok zorlandıkları ses olarak sürtünmeli seslerden /s/'nın olduğu gözlenmiştir (Powers ve ark., 1990; Sell ve Grunwell 2001; Chapman ve ark., 2003). CP (Cerebral palsy), afazi, apraksi, ALS (Amyotrophic Lateral Sclerosis) gibi nörolojik problemler, konuşma için gerekli kas, hareket gücü ve eşgüdümünden sorumlu yapıları etkilemekte ve motor konuşma bozukluğu olarak adlandırılan soruna neden olabilmektedir. Konuşmanın birçok aşamasını etkileyen bu durumlar, sürtünmeli seslerin üretiminde de sorunlar yaratmaktadır (Haley 2002; Tjaden ve Turner 1997; Chen ve Stevens 2001; Baum, S., 1996; Haley, Ohde ve Wertz 2000; Platt ve ark. 1980; Ackermann ve Ziegler, 1991).

Dil ve konuşma bozuklukları Türkiye'de yeni gelişmekte olan bir alandır. Türkçe'deki konuşma seslerinin özelliklerinin belirlenmesi, konuşma bozukluklarının tanılanması, değerlendirilmesi ve terapi yöntemleri üzerine çok çalışma yoktur. Farklı dillerde birçok dil ve konuşma bozukluğunun (kekemelik, dizartri, apraksi, afazi, sesletim ve sesbilgisel bozuklar, işitme engeli ve ses bozuklukları) spektrografik veya akustik çalışmaları yapılmıştır (Ball ve Code, 1997). Her dilin kendine ait ses özelliklerinin belirlenmesi önemlidir. Dile ait normlar bilinmedikçe dil ve konuşma sorunlarının hangi farklılıklara yol açtığını da bilmek olası olmayacaktır. Bilim ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte akustik analiz cihazları bilim insanlarına çok geniş olanaklar sağlamaktadır. Konuşma algısının ve üretim mekanizmalarının anlaşılmasına çalışılması, konuşma ve işitme terapisinde daha doğru amaçlar belirlemeye ve yaklaşımları geliştirmeye yönelik gereksinimleri doğurmaktadır.

Yukarıda belirtilen gerekçelerden dolayı, Türkçe'deki sürtünmeli seslerin akustik özelliklerini tanımlayan çalışmalara gereksinim duyulmaktadır. Bu nedenle bu çalışma, Türkçe'deki sürtünmeli seslerin akustik özelliklerini belirlemeyi amaçlamaktadır.

Amaç

Bu çalışmanın amacı Türkçe'deki sürtünmeli seslerin akustik özelliklerini belirlemektir. Hersürtünmeli ses için frekans aralığı, spektral zirve konumu, süre,şiddet, Formant 2 geçiş frekansı, ağırlık merkezi olmak üzere 5 akustik özellik incelenmiştir. Ayrıca, bu özelliklerin, cinsiyete, ünlülere, hece sayısına ve hece konumuna göre farklılık gösterip göstermediğine bakılmıştır.

Bu amaç doğrultusunda çalışmada yanıtı aranan araştırma soruları şunlardır:

Türkçe'deki /f/, /v/, /s/, /z/, /ʃ/, /ʒ/ ve /h/ seslerinin;

1. Spektral özellikleri (enerji yoğunluğunun frekans aralığı ve spektral zirve konumları), süresi, şiddeti, F2 başlangıç frekansı ve ağırlık merkezi nedir?
2. Spektral özellikleri (enerji yoğunluğunun frekans aralığı ve spektral zirve konumları), süreleri, şiddetleri, F2 başlangıç frekansları, ağırlık merkezleri
 - i) Cinsiyete,
 - ii) /Δ,ε,ıı,i,o,æ,u,y/ ünlülerine,
 - iii) Hece sayısına ve
 - iv) Hece konumuna (tek hece hece başı (THHB), tek hece hece sonu (THHS), iki heceli sözcüklerde, hece başı sözcük başı (HBSB), hece başı sözcük ortası (HBSO), hece sonu sözcük ortası (HSSO), hece sonu sözcük sonu (HSSS)) göre farklılık göstermekte midir?

Önem

Birçok dilde, dile ait konuşma sesleri akustik olarak incelenmiş ve belirlenen bu özellikler dil ve konuşma bozuklukları üzerinde yapılan çalışmaların temelini oluşturmuştur. Türkçe'deki seslerin akustik özellikleriyle ilgili yapılan çalışmalar farklı dillerde yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında çok azdır. Türkçe'deki sürtünmeli seslerin akustik incelemesiyle ilgili çalışmalar ise çok kısıtlıdır. Sürtünmeli seslerin temel akustik özelliklerinin betimlenmemiş olması dil ve konuşma bozukluklarında sık rastlanan sürtünmeli sesler ile ilgili yapılacak akustik çalışmalara engel oluşturmaktadır.

Bu çalışma Türkçe'deki sürtünmeli seslerin özelliklerini tanımlamaya, dile özel farklılığı ortaya koyabilmeye, diller arası karşılaştırma yapmaya olanak sağlamaktadır. Türkçe'deki sürtünmeli seslerle ilgili araştırmalar incelendiğinde, cinsiyet, dildeki tüm ünlüler, hece sayısının ve hece konumunun da değerlendirildiği en geniş araştırmadır.

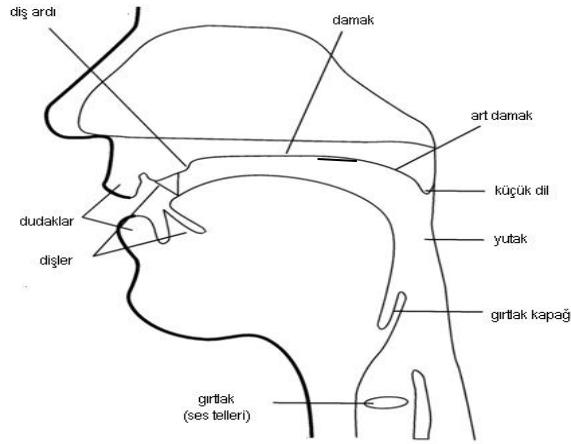
Çalışmanın bir diğer önemi dil ve konuşma terapisinde bu ses grubunun üretiminde sorun yaşayan yetişkinleri değerlendirmeye, tanılamaya, terapi planlama ve sonlandırmaya yönelik verileri sunabilecektir.

Türkçe'deki sürtünmeli seslerin akustik özelliklerinin belirlenmesi, hem dil ve konuşma bozuklukları alanında yapılacak araştırmaların hem de sesbilgisi çalışmalarının önünü açması bu çalışmayı önemli kılmaktadır.

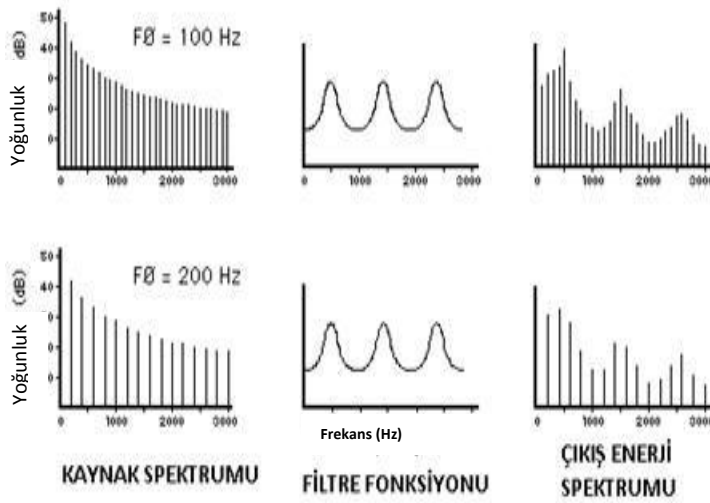
KAYNAK BİLGİSİ

Sesletim-akustik ilişkiyle ilgili çalışmalar uzun yıllar öncesine dayanmaktadır. 1960'ların ilk dönemlerinde Gunnar Fant "konuşma üretiminin kaynak-filtre kuramı" olarak bilinen bir kuram oluşturmuştur. Bu kuram sesletim-akustik ilişkisinin anlaşılmasına katkı sağlamış, aynı zamanda konuşmanın akustik analizi ve yöntemlerine temel oluşturmuştur.

Kaynak-filtre kuramına göre konuşma çıktısı, ses enerji kaynağının (örn. gırtlak) ve gırtlak üstü ses yolunun (vocal tract) şekli (Şekil 1) tarafından belirlenen transfer (filtre) fonksiyonunun birleşimi sonucudur (Şekil 2). Bu kurama göre konuşma sesleri üç mekanizmanın sonucudur: ses üreten kaynak, ses yolunun filtreleme özellikleri ve dış ortama yayılma özellikleri.



Şekil 1. Konuşma üretim sistemi (Kopkallı-Yavuz, 2008)



Şekil 2. Konuşma üretiminin kaynak-filtre modeli (haskins.yale.edu)

Bu kurama göre, ünlüler için ses kaynağı ses kıvrımlarının titreşimi, filtre ise ses yoludur (Shadle, 1997; Borden ve Harris, 1984). Şekil 2'deki kaynak spektrumu ses kıvrımlarının titreşimini, filtre fonksiyonu ses yolunun rezonatör işlevini göstermektedir. Çıkış enerji spektrumu ise dış ortama yayılma özelliğinin görsel olarak sunumudur.

Üretilen konuşma sesinin türüne bakılmaksızın, Fant'ın kaynak-filtre kuramının konuşmanın altında yatan temel akustik mekanizmaların kuramsal açıklamasını sağladığını göstermiştir (Fant, 1960; Stevens ve House, 1961; Stevens, 1989; Kent ve Read, 2002). Buna göre, konuşma seslerinin üretiminde üç farklı kaynağın olduğu kabul edilmiştir. Bu kaynaklar, kısmi-peryodik titreşim (quasiperiodic oscillation), sürtünme (frication) ve süreksiz ses uyarımı (transient noise excitation) olup tek başlarına ya da birlikte oluşabilir (Nissen, 2002).

Sürtünmeli seslerin üretimi

Konuşma seslerinde sürtünme, ağız boşluğundaki iki organın birbirine çok yaklaşmasıyla oluşur. Bu daralma, hızlı hava akımının türbülans yaratmasıyla sonuçlanır. Hava akışındaki gelişigüzel hız, ses kaynağı gibi davranır, böylece işitilebilir bir sürtünme, rastgele basınç dalgalanmalarından oluşan bir ses dalgası üretir. Bu nedenle ortaya çıkan dalga biçimi aperiyoiktir, gözle görünür bir armonik yapısı yoktur. Ses yolunun herhangi bir yerinde oluşan sürtünmeli ses, ötümlü sürtünmelilerde görüldüğü gibi, glottal periyodik kaynakla birlikte de olabilir. Bu aperiyoiktir, sürekli ses kaynağı ses yolu (vocal tract) tarafından filtre edilir. Bu sebeple sürtünmeli sesler, ses yolunun herhangi bir yerindeki daralmanın, türbülanslı hava akımının ve türbülans gürültüsünün oluşumuyla nitelenmektedirler. Bu özellikler sürtünmelilerin sesletimsel, aerodinamik ve akustik özelliklerini açıklar (Crystal ve House, 1988; Stevens, 1971, 1998; Shadle, 1990; Kent ve Read, 2002) .

Shadle (1990)'a göre sürtünmeli ünsüzler için sesin üretildiği en az iki temel kaynak vardır. Bunlardan ilki engel kaynağı (obstacle source) olup, 'strident sesler' olarak adlandırılan /s/, /ʃ/, /z/ ve /ʒ/ seslerinin üretim kaynağını oluşturduğunu ileri sürmektedir. Bu durumda, akıma karşı doğrudan bir engel oluşturulmakta ve böylece ses katı bir gövdede üretilmektedir. Örneğin, /ʃ/ için alttaki dişler, /s/ için ise üst dişler engel kaynağını oluşturmaktadır. Engel kaynağının spektrumundaki frekans aralıkları, derece derece azalmakta, ancak genel şiddetleri yükselmektedir. İkinci ses kaynağı ise duvar kaynağı (wall, surface source) olup, yumuşak damak sürtünmeli seslerin (/ x γ /) üretim kaynağıdır. Bu kaynak, akıma paralel yöndedir ve bu seslerin spektral zirvelerinin geniş ve genel şiddetlerinin düşük olmalarına neden olmaktadır.

Sürtünmeli sesler ile ilgili çalışmalar

Sürtünmeli seslerin akustik özellikleri birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Bu çalışmaların çoğu İngilizce'deki sürtünmeli seslere yönelik araştırmalar olmakla birlikte, Lehçe, İspanyolca, Aleut, İskoç Gaelic gibi farklı dil ailesinden gelen dillerdeki sürtünmeli sesleri inceleyen araştırmalar da bulunmaktadır (Jassem, 1965; Nartey, 1982; Manrique ve Massone, 1981; Gordon ve ark., 2002).

Sürtünmeli seslerin doğasını anlamak için üretim ve algı çalışmaları paralel yürümekte ve akustik biliminin gelişmesiyle birlikte farklı akustik özelliklerin ölçümleri kullanılarak birçok dilde araştırmalar yapılmış ve seslere ait ortak özellikler ile dile özgü özellikler belirlenmiştir. Bu çalışmalarda, sürtünmeli seslerin spektral özellikleri, süresi, şiddeti, sürtünmeliyi takip eden ünlünün başlangıç frekansı ve sürtünmeli seslerin ağırlık merkezi gibi akustik özellikler ölçülmüş ve bu özelliklerin sürtünmelileri tanımlamada önemli olduğu belirtilmiştir (Hughes ve Halle, 1956; Heinz and Stevens 1961; Jassem, 1965; Behrens ve Blumstein, 1988a; Forrest ve ark. 1988; Jongman, 2000; Nissen, 2003; Nissen ve Fox, 2005). Söz konusu her bir akustik ölçüm ve ilgili çalışma aşağıda açıklanmıştır.

1- Spektral özellikler; enerji yoğunluğunun frekans bölgeleri (noise spectrum), frekans aralığı ve spektral zirve konumu (spectral peak location):

Spektrograf, konuşma seslerini görselleştiren, resmini üreten bir alettir ve bu resme *spektrogram* denir. Ses spektrogramı, konuşmanın akustik analizinde, kullanılan en temel araçlardandır ve sesin zaman içindeki frekans değişimini gösterir; sesin frekans bileşenlerinin görsel temsilidir. Verilen frekans ve zamanda, seslerden yayılan enerji miktarı ise spektrogramdaki koyu, yoğun bölgelerin derecesiyle belirlenir (Kent ve Read, 2002; Ryalls ve Behrens, 2000; Ladefoged, 1982).

Konuşmanın dijital sinyal işlemlerinde (digital signal processing) spektra çeşitli yöntemlerle hesaplanabilir. Bu yöntemlerden biri Hızlı Fourier dönüşümüdür (Fast Fourier Transform-FFT). Fourier analizi, karmaşık dalgaların basit sinüs dalgalarından oluştuğunu öngörmekte ve karmaşık dalga formunu frekans, şiddet ilişkisine sahip basit sinüs dalgalarına, periyodik dalga formlarını sinusoidal bileşenlerine ayırabilmektedir. Her bir bileşen temel frekansın tam katıdır. Fourier analizi spektrum olarak temsil edilmekte ve analizinin sonucu güç spektrumu (power spectrum) olarak adlandırılmaktadır (Johnson, 2003; Kent ve Read, 2002).

Sürtünmeli sesletim biçimi için birinci akustik ipucu (acoustic cue), spektrumdaki aperiodyk sesin (noise) varlığıdır (Lieberman ve Blumstein, 1988). Her sürtünmeli spektral şekli, daralmanın önündeki ağız boşluğunun boyutu ve biçimi ile belirlenir. Bu ön boşluk ne kadar uzun olursa, spektrum o kadar tanımlanmış olur, baskın zirveleri, ya da spektrum görünümüleri ayırt edici özellik taşır. Dişyuvasıl /s, z/, dişyuvası-ardı /ʃ, z'/ya göre daha kısa ön boşluk ile üretilir, dolayısıyla daha yüksek frekanslarda zirve yaparlar. Diş-dudak sürtünmelileri (/f, v/) ise baskın bir zirveye sahip olmayan, göreceli olarak daha düz bir spektruma

sahiptir (Stevens, 1998; Jassem, 1965; Behrens ve Blumstein, 1988a; Shadle, 1990; Borden ve ark, 1994). Narthey (1982), 14 farklı dilde yaptığı sürtünmeliler ile ilgili araştırmasında, en güvenilir sınıflandırmanın sürtünmelilerin spektrasi olduğunu belirtmiştir.

Sürtünmeli seslerin spektral özelliklerinin ve frekans aralıklarını incelenmeye başlayan çalışmalar oldukça eskiye dayanmaktadır. Söz konusu araştırmalar ötümsüz sürtünmeliler üzerine yoğunlaşmış, ötümlü sürtünmeliler göz ardı edilmiştir. Bunu nedeni, ötümlü sürtünmelilerin ötümsüzlere göre daha karmaşık sesler olmasıdır. Çünkü fonasyon sırasında düşük frekanslarda yüksek enerji üretilir. Çoğunlukla periyodik enerji bu bölgede gözlenir. Yüksek enerji bölgesine ve aperiodyk özelliğe sahip olan sürtünmeli sesler ise bu durumda fonasyon etkisiyle kontrol edilip değiştirilebilir (Clark ve Yallop, 1995).

Frekans aralığı

Hughes ve Halle (1956), bağlam içinde olmayan kelimelerden alınan sürtünmeli sesleri hem kadın hem erkek yetişkinlerde incelemişler, /f/'nin frekansının 10000 Hz altında olup düz bir spektruma sahip olduğunu, /f/'nin spektral enerji bölgesinin 2000-4000 Hz olduğunu, /s/'nin 4000 Hz üzerinde spektral enerjiye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Genel olarak spektranın sürtünmeli sesin kelime içindeki pozisyonundan ve çevresinden etkilendiğini ifade etmişlerdir.

Stevens (1960), ötümsüz sürtünmelileri sesletim yerine göre üç gruba ayırmıştır; ön, orta ve arka. Ön sürtünmelilerin spektral özelliklerini uzun, az enerjili ve düşük yoğunlukta olarak tanımlamıştır. Orta sürtünmelilerin spektral özelliklerini kısa, yüksek enerjili ve belirgin zirveli; arka sürtünmelilerin ise daha orta uzunlukta spektruma sahip ve formant benzeri yapılarla karakterize olduklarını belirtmiştir. Frekans aralıklarını /f/ için 1500-7500Hz, /s/ için 3500-8000Hz, /f/ için 1600-7000 Hz olarak belirtmiştir.

Heinz and Stevens (1961), /f/, /s/ ve /f/ sürtünmeli seslerini incelediği araştırmalarında, spektrumların sesletim yeri ile birlikte değiştiğini, /f/ sesinin yaygın, geniş bir spektrumla, /s/ ve /f/ seslerinin ise daha belirgin bir spektrumla tanımlanmış olduğunu belirtmişlerdir. Behrens ve Blumstein (1988a), /f/'nin yaygın, düz enerjinin 1800-8500 Hz arasında, /s/'nin frekans zirvelerinin 3500-5000 Hz aralığında olduğunu ifade etmişlerdir. Shadle ve Mair (1996), diş yuvasıl sürtünmelilerin spektral enerjilerinin 4000 Hz'in üzerinde olduğunu, bununla birlikte, diş yuvası ardı sürtünmelilerin spektral enerjilerinin 2000-4000 Hz arasında olduğunu, diş sürtünmelilerin daha az enerjiye sahip olduklarını ve spektrumunda değişkenlik gösterdiklerini, ayrıca ortamından etkilendiğini göstermişlerdir. Borden ve ark. (1994), /f/, /v/, /θ/, /ð/ seslerinin enerjilerinin oldukça düşük, spektrumlarının geniş ve düz olduğunu, /s/'nin enerjisinin 4000 Hz, /f/'nin enerjisinin 2000 Hz ve üstünde gözlendiğini belirtmişlerdir. Jassem (1965), Lehçe'de, /s/'nin enerji frekans aralığını 3000 ile 7000 Hz, diş yuvası ardı /f/'nin enerji aralığını 1500 ile 5000 Hz olarak ölçmüştür.

Gordon ve ark., (2002), 7 dilde yaptıkları ötümsüz sürtünmeliler ile ilgili çalışmalarında, sürtünmelinin sesletim yeri geriye gittikçe, yani ön uzunluk uzadıkça, spektrumun o kadar belirgin olduğu sonucuna varmışlardır. Seslerin

frekans aralıklarını, /f/ için 2000-3000 Hz arasında /s/'nin ise daha yüksek frekanslarda spektrum sergilediğini belirtmişlerdir. /s/ ve /f/ arasındaki bu fark birçok dildeki sonuçlarla paralellik göstermektedir. Ayrıca, bu çalışmada incelenen 7 dilin tümünde /s/, konuşucular arasında en çok değişim gösteren ses olarak göze çarpmaktadır.

Sürtünmeli seslerin üretim çalışmalarının yanısıra benzer bulgular algı çalışmalarında da görülmüştür. Yapay ünlülerle yapılan bir çalışmada, Heinz ve Stevens (1961), frekansın 3000 Hz'in altında olduğunda ortaya çıkan sesin [j] olarak, frekansın 4000-8000 Hz'in altında olduğunda ise [s] olarak algılandığını bulmuşlardır.

Manrique ve Massone (1981), [s] sesinin ayırt edilmesi yaklaşık 5000 ve 8000 Hz'lerdeki enerji tepelerine bağlı olduğunu, öte yandan [j] sesinin ayırt edilmesi 2500 Hz'deki değerlerle ilgili olduğunu belirtmişlerdir. Bu filtreleme çalışmasının sonuçları Heinz ve Stevens'in (1961) [j] için düşük frekans gürültü bölgesinin ve [s] için yüksek frekans gürültü bölgesinin önemini belirttikleri sentez çalışmasıyla tutarlıdır.

Spektral zirve konumu

Spektral zirve konumu ile ilgili araştırmalar analiz tekniklerinin gelişmesi ve beraberinde farklı inceleme yöntemleriyle birlikte ortaya çıkmıştır. Sürtünmeli seslerin spektral özellikleri ile ilgili ilk çalışmalar, spektrogramdaki enerji yoğunluk bölgeleri ve zirvelerin gözlenmesi olarak ifade edilmiştir. Örneğin, Hughes ve Halle (1956), sürtünmeli seslerin genel spektrografik özelliklerini gözlemlemişler ve sürtünmeli seslerde keskin zirve yerlerinin kadınlarda erkeklerden daha yüksek değerde olduğunu belirtmişlerdir. Ancak, o yıllardaki ölçüm cihazlarının ve teknolojinin yetersiz olması nedeniyle, bu keskin zirve yerlerinin frekans değerlerini belirleyememişlerdir. Benzer şekilde Soli, (1981), ötümsüz sürtünmeliler ile ilgili yaptığı çalışmada, spektral zirvelerin ünlüler bağlamında karşılaştırmasını yapmış ve spektral zirvenin ünlülere göre değiştiğini bulgulamıştır. Soli (1981) ön ünlü /i/'nin arka ünlü /a/ ve /u/ ünlü bağlamında daha yüksek olduğunu göstermiştir, ancak, keskin zirve frekans değerlerini belirtmemiştir.

Jongman ve ark. (2000), Amerikan İngilizcesi'ndeki sürtünmeli sesler için spektral zirve konum değerlerini ölçmüşler ve spektral zirve konumunun /f, v/ için 7733 Hz, /s, z/ için 6839 Hz, /ʃ, ʒ/ için 3820 Hz olarak bulmuşlar ve spektral zirve konum değerlerinin sesletim yeri arkaya doğru gittikçe azalmakta olduğunu göstermişlerdir. Aynı çalışmada, ötümsüz sürtünmelilerin ötümlü sürtünmelilere göre daha yüksek spektral zirve konumuna sahip olduklarını, spektral zirvenin kadınlarda daha yüksek değerlere sahip olduğunu ve sadece /s, z/ seslerinin /o, u/ ünlülerinde düşük değerde olduğunu göstermişlerdir.

2- Süre

Süre, sesi tanımlamada kullanılan en temel özelliklerden olup konuşmanın temel zamansal (temporal) ölçümüdür ve milisaniye (ms) olarak gösterilir. Süre verileri, konuşma üretiminin, konuşma algısının ve sesbilgisel kuramının doğasını

anlamak için kullanılabilir. Birçok dil ses uzunluğunu ayırıcı (distinctive) özellik olarak kullanır (Ryalls ve Behrens, 2000; Klatt, 1974; Ladefoged, 2003).

Sürtünmeliler yalnızca gürültü üretiminin olduğu ses sınıfı değildir; aynı zamanda uzun bir gürültü süresine de sahiptirler. Aperiodyk enerji aralıklarının uzunluğu sürtünmelileri diğer ses sınıflarından ayırır (Kent ve Read, 2002).

Ses süresi ötümlü sürtünmelileri ötümsüzlerden ayırt ettiği gibi sibilant sesleri non-sibilant seslerden ayırt etmeye de yarar. Buna göre /s, f/, /f, θ/'dan daha uzundur (Behrens ve Blumstein, 1988a). Ancak Behrens ve Blumstein (1988a), /s/ ile /f/ arasında süre açısından herhangi bir fark bulamazken, /θ/'nın, /f/'ya göre daha kısa olma eğilimi gösterdiğini bulmuşlardır. Ses süresi, ötümsüz sürtünmelilerin ötümlü sürtünmelilere göre daha uzun ses sürelerine sahip olmak üzere, hece başı konumunda sağlam bir ipucu sağlar. Bu gözlem hem ayrı hecelerdeki (Behrens ve Blumstein, 1988a; Baum ve Blumstein, 1987) hem de bağlantılı konuşmadaki (Crystal ve House, 1988) sürtünmeliler için geçerlidir.

Ötümlü ötümsüz farklarını ortaya koyan bir başka çalışmada Jongman ve ark., (2000), ötümsüz sürtünmelilerin, ötümlülere göre daha uzun olduğunu ve ayrıca, kadınların sürelerinin erkeklerin sürelerinden az miktarda daha kısa olduğunu belirtmişlerdir. Normalize edilmiş süre ölçümünde, ünlü yüksekliği azaldığında sürtünmeli seslerin sürenin de azaldığını ifade etmişlerdir. Aynı yükseklikteki ünlüler arasında fark bulunmamıştır.

Manrique ve Massone (1981), İspanyolca sürtünmelilerde yaptıkları çalışmada, ötümsüz sürtünmelilerin ötümlülere göre daha uzun olduklarını bulmuşlardır. İngilizce'deki sürtünmelilerin akustik ve algı çalışmasında You (1979), sürtünme süresinin sesletim yerine göre farklılaştığını ve bu farkın sesletim yeri geriye doğru gittikçe, sürenin azaldığı yönünde olduğunu belirtmiştir. İngilizce dışında yapılan sürtünmeli seslerin süreleriyle ilgili araştırmalar da benzer özellikler göstermektedir. Nartey (1982), 14 dilde yaptığı çalışmada, /s/ ve /f/'nın diğer sürtünmeli seslerden daha uzun olduğunu belirtmiştir.

Gordon ve ark., (2002), 7 farklı dilde yaptığı ötümsüz sürtünmelilerle ilgili araştırmasında, bazı dillerde /f/'nın en kısa süreye sahip olduğunu, bazı dillerde /s/'nın en uzun sürtünmeli olduğunu bulmuş ancak bu sonuçların bazı dillerde görülmediğini belirtmiştir. Süre ve cinsiyet arasındaki ilişki de benzer şekilde dillerarası farklılık göstermektedir.

3- Şiddet

Şiddet (amplitude), genel olarak hava basıncındaki değişimlerin büyüklüğüne, ses dalgasının genişliğine bağlıdır. Sesin dalga formu iki boyutlu grafikte temsil edilmektedir ve şiddet, zaman içerisinde hava basıncındaki değişimin derecesinin nesnel olarak ölçümü olarak bu grafikte gösterilmektedir. Şiddet, sesin algılanan yüksekliğini belirler ve bu yükseklik (loudness) akustikte yoğunluktur (intensity). Ses şiddeti Decibel (dB) ile ölçülür. Farklı konuşma sesleri farklı yoğunluğa sahiptir (Shriberg ve Kent, 2003; Ladefoged, 2003; Kent ve Read, 2002).

Dalga formunun şiddeti, zirve şiddeti, zirveden zirveye şiddet ve ortalamaların kare kökü (root mean square, RMS) olmak üzere birçok yolla ölçülebilir. RMS şiddeti akustik yoğunluğun (acoustic intensity) ölçümüdür. Şiddet algılaması akustik yoğunlukla bağlantılı olup ve birçok konuşma analiz programında kullanılır (Johnson, 2003). RMS şöyle hesaplanır: dalga formu penceresindeki her bir örneğin karesi alınır; daha sonra karelerin ortalaması ve ortalamanın kare kökü alınır (Ladefoged, 2003; Johnson, 2003).

Sürtünme şiddeti ile ilgili çoğu araştırma genel şiddeti (overall amplitude) araştırmıştır. Ayrıca bu konudaki çalışmalar ötümsüz sürtünmeliler üzerinde yoğunlaşmışlardır. Stevens (1960), incelediği ve üç gruba ayırdığı dokuz ötümsüz sürtünmelinin yoğunluklarını (intensity) şöyle tanımlamıştır; ön sürtünmeliler az enerjiye, orta sürtünmeliler yüksek enerjiye ve arka sürtünmeliler diğer iki grup arasında enerji yoğunluklarına sahiptir.

Stevens (1971), yayılan ses basıncının ses yolu şekline bağlı olduğundan dudaklara yakın olan sürtünmelilerin, daha arkadan üretilen sürtünmelilerden 10 dB daha az olduğunu, /f/'nın, İngilizce'de /s/'dan 15-13 dB daha düşük olduğunu belirtmiştir. Behrens ve Blumstein (1988a), dış dudak sürtünmeli seslerin dişyuvasil ardı seslerden yaklaşık 14 dB daha düşük olduğunu ve seslerin kendi içinde şiddet değerleri açısından çok az fark gösterdiğini ifade etmişlerdir. Ünlü bağlamının genel şiddete etkisinin çok az olduğu belirtilmiştir.

Genel olarak, ötümlü seslerin şiddetinin, ötümsüz seslerden fazla olduğu belirtilmektedir (Ladefoged, 2003). Jongman ve ark. (2000) şiddetin sesletim yerine göre değiştiğini, ötümlü sürtünmelilerin ötümsüz sürtünmelilere göre düşük şiddete, sibilant sürtünmelilerin non-sibilantlara göre daha fazla şiddete sahip olduğunu bulmuşlardır. Sibilantlar içinde /s, ʃ/ /s, z/'dan şiddetlidir. Bu bulgu, sibilant/nonsibilant ayrımını da (Stevens, 1960; Behrens ve Blumstein, 1988 a,b) desteklemektedir. Aynı çalışmada, cinsiyetin normalize şiddete etkisi bulunmamıştır. Ünlü etkisine bakıldığında, /i/ ve /a/'nın normalize şiddet farkını çok az yükselttikleri görülmüştür.

Algısal çalışmalar da gürültü yoğunluğunun oldukça önemli bir faktör olduğunu, sibilantların nonsibilantlara göre daha fazla gürültü enerjisine sahip olduklarını, bu farklılığın algısal olarak ayırt edilmelerinde önemli olduğunu belirtmektedir (Behrens ve Blumstein, 1988a, 1988b; Stevens, 1960; McCasland, 1979).

4- Formant 2 (F2) başlangıç frekansı (F2 onset frequency)

Formant, akustik spektrumdaki zirve (peak) ya da ses yolu rezonansı olarak tanımlanmakta ve ses yolunun biçim ve uzunluğu ile belirlenmektedir. Formantlar, formant numaraları ile tanımlanırlar (örn. F1, F2, F3, F4, ...). Teorik olarak sonsuz sayıda formant vardır ancak konuşma seslerinde genellikle ilk üç formant incelenir. Bunun nedeni, algı çalışmaları, ilk üç formantın algısal ipucuna sahip olduklarını göstermiştir (Peterson ve Barney, 1952; Fant, 1960).

F1 frekansı, arka orofarengal boşluk alanı ve dudaklardaki ağız açıklığının derecesiyle, F2 frekansı ön (ağız) boşluğunun uzunluğuyla bağlantılıdır. Daralma noktası ağız boşluğunda geri çekildikçe, F2 frekansı giderek azalmaktadır. Yani, dilin geriye gitmesi ya da dudak yuvarlama F2 frekansını azaltır. Böylece, F2 frekans değerleri en yüksek, ön, yüksek ünlülerdedir (Kent ve Read, 2002; Bordon ve ark., 2003; Pickett, 1999; Ryalls ve Behrens, 2000; Shriberg ve Kent, 2003). Genel olarak, yaş ve cinsiyetin formant değerlerine etkisi üzerine yapılan çalışmalar göstermiştir ki, frekans değerleri ses yolunun boyutu ve olgunlaşması hakkında bilgi sağlarlar ve farklı ses yolu şekil ve boyutuna bağlı olarak formant frekans değeri, en düşük erkeklerde görülmektedir (Huber ve ark., 1999).

Konuşma sesleri birbiri ardına, hızla, durmadan değişen bir akışla üretilir ve seslerin birbirlerine etkisi, koartikülasyon olarak tanımlanmaktadır (Whalen, 1981). Birbirini hızla takip eden konuşma sesleri değiştikçe ses yolunun şekli değişir ve buna bağlı olarak formantlar da değişir. Bu değişimlere formant geçişleri denir ve ünlülerdeki gibi sabit, yatay formant özelliği göstermezler. Konuşma seslerinin tanımlanmasında ve algılanmasında bu geçişler önemli ipuçlarından birisidir (Whalen, 1981; Wagner ve ark., 2006).

Sürtünmeli seslerin algılanmasında, F2 geçişinin önemli bir akustik ipucu olduğu belirtilmektedir (Harris, 1958; Delattre ve ark., 1955; Heinz ve Stevens, 1961; Soli, 1981; Klaasen-Don, 1983). Algı çalışmalarında olduğu gibi üretim çalışmaları F2 geçişinin sürtünmeli seslerin tanımlanmasında önemli olduğu göstermektedir (Wilde, 1993; Jongman ve ark., 2000; Gordon ve ark. 2002). Örneğin, yapay uyarıcılarla formant geçiş bilgisinin /s-/ /ʃ/ ayırımını fark etme üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar /ʃ/'nın F2 başlangıç frekansının /s/'ninkinden önemli derecede daha yüksek olduğunu (yaklaşık 100-300 Hz) belirlemişlerdir (Mann ve Repp, 1980; Whalen, 1981; Nittrouer, 1992). Wilde (1993) ağız boşluğunda daralma noktası geri gittikçe F2 başlangıç frekansının giderek arttığını gösteren veriler sunmuştur. Bu bulgular Recasens'in (1985) dilgövde yükseklik derecesinin büyük (dolayısı ile sesletim noktasının tipik olarak daha geride) olduğu ünsüzlerin koartikülasyona daha dirençli olduğu gözlemi ile uyumludur.

F2 başlangıç frekansı değerinin araştırıldığı en kapsamlı çalışmada, Jongman ve ark. (2000) F2 başlangıç değerinin sesletim yeri ses yolunda arkaya doğru gittikçe arttığını ancak, /θ, ð/ ve /s, z/ arasındaki farkın belirgin olmadığını belirlemişlerdir. Ayrıca, sürtünmeliden sonra gelen ünlünün F2 başlangıç değerini etkilediği belirtilmektedir. F2 başlangıç frekans değerine ünlü etkisi /i/ > /e/ > /æ/ > /u/ > /o/ > /a/ olarak sıralanmıştır. Buna göre, F2 değeri ön ünlülerde, ünlü yüksekliği arttıkça artmaktadır. /o/ ve /a/ arasındaki ünlüler dışındaki diğer tüm ünlüler arasındaki farkı anlamlıdır. Sürtünmeli sesletim yeri-ünlü ilişkisinde, F2 başlangıcı her ünlüde, /f, v/ ve /s, z/ için anlamlı bir fark göstermekte, /θ, ð/ ve /ʃ, ʒ/ için ise yalnız /i, e/ ile sınırlı olduğu ifade edilmektedir. Ötümlü ötümsüz etkisinin F2 başlangıç frekansına etkisinin olmadığı ancak /ʒ/'nın F2 başlangıç frekansının /ʃ/'dan yüksek olduğu belirtilmiştir. F2 başlangıç frekans değeri kadınlarda erkeklerden daha yüksektir.

Gordon ve ark. (2002), 7 farklı dilde yaptığı ötümsüz sürtünmelilerle ilgili araştırmasında formant geçişlerinin sürtünmelilerin ayırt edilmesinde önemli olduğunu göstermiştir. F2 başlangıç frekans değeri ön ünlülerde yüksek değerlerde olup sürtünmeli sesler için önemli bir ipucu sağladığını ve sürtünmeli sesin sesletim yeri arkaya doğru gittikçe F2 başlangıç frekans değerinin yükseldiğini belirtmişlerdir.

5–Ağırlık Merkezi (Center of Gravity)

Sürtünmeli spekturumunun ana özelliklerinden birini betimlemenin bir yolu ağırlık merkezini belirlemektir. Şeklin ağırlık merkezi, eğim ve sınırlarıyla tanımlanır. Durak, sürtünmeli ve durak-sürtünmeli seslerin sınıflandırılması için ağırlık merkezi istatistiksel işlemlerle hesaplanır ve ortalama enerji yoğunluğunu belirtir. Ağırlık merkezi, sürtünmeli sesin herhangi bir yerinden (başı, ortası veya sonu) alınan FFT güç spektrumunun ortalama enerji dağılımıdır (Ladefoged, 2003). Sürtünmeli sesin sesletim yerine bağlı daralmadaki herhangi bir farklılık spektrumdaki ortalama dağılımının farklılaşmasına neden olacaktır (Tabain, 2001). Daralmanın önündeki ağız boşluğu kısaldıkça, sürtünmeli sesin ağırlık merkezi daha yüksek frekanslardadır (Nittrouer ve ark., 1989). Örneğin, /s/'nın ağırlık merkezi /ʃ/'ya göre daha yüksek frekanstadır çünkü /s/'nin daralma yeri /ʃ/'ya göre daha önde olup ağız boşluğu daha azdır. Ancak, yuvarlak ünlülerin üretimi sırasında dudakların durumu daralmanın önündeki ağız boşluğunun uzunluğunu etkiler. /s/ örneğin, /u/ gibi yuvarlak ünlülerle üretildiğinde, daralma önündeki ağız boşluğu aynı sesin düz dudak ünlüleri üretimine göre daha uzun olacak ve buna bağlı olarak ağırlık merkezi azalacaktır (Munson, 2001).

Ağırlık merkezi ile ilgili araştırmalar İngilizce'nin yanı sıra farklı dillerde de yapılmıştır (Forrest ve ark.,1988; Jongman ve ark., 2000; Nissen, 2003). Bu çalışmaların çoğu /s/ ve /ʃ/ seslerinin ağırlık merkezine odaklanmış diğer sürtünmeli sesler ile ilgili çalışmalar sınırlı kalmıştır.

Forrest ve ark. (1988), ötümsüz durak, sürtünmeli ve durak-sürtünmeli sınıflanması için yaptıkları çalışmada, ağırlık merkezi ölçümlerinin ötümsüz sibilantları (/s, z, ʃ, ʒ/) yüksek oranda sınıflandırabildiğini göstermişlerdir. Cinsiyetin etkisinin de sibilant seslerde kadınlardan yüksek olduğunu ifade etmişlerdir.

Nittrouer ve ark., (1989) çocuk ve yetişkinlerle yaptıkları çalışmada, /s/'nin ağırlık merkezinin, /ʃ/'dan daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Benzer seslerle çalışan McFarland ve ark., (1996), ağırlık merkezinin /s/ ve /ʃ/'yı birbirinden ayırabildiği sonucuna varmışlardır. Nittrouer (1995), sürtünme öne doğru gidip, ön boşluk uzunluğu küçüldüğünde, ağırlık merkezinin yükseldiğini belirtmişler ve ünlü etkisini incelediklerinde, ön ünlü /i/'nin ağırlık merkezinin arka iki ünlü /u/ ve /a/'dan daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

İngilizce'deki dört farklı sesletim yerinden üretilen tüm sürtünmeli seslerin ağırlık merkezlerini inceleyen Jongman ve ark. (2000), sürtünmelilerin 40 ms ortasından

ağırlık merkezi ölçmüşler ve bu ölçümün dört sesletim yerini birbirinden ayırdığını bulmuşlardır. En yüksek ağırlık merkezine dış yuvasıl /s, z/ seslerinin, en düşük ağırlık merkezi değerlerine dış yuvası ardı /ʃ, ʒ/ seslerinin sahip olduklarını belirtmişlerdir. Nonsibilant seslerin (/f, v, θ, ð/) değerleri bu iki ses grubunun arasındadır. Ötümsüz sürtünmelilerin ağırlık merkezi ötümlü sürtünmelilerden fazladır. Kadınların ağırlık merkezi değerleri de anlamlı derecede erkeklerden yüksektir.

Cho ve ark. (2002), ağız boşuğunun daralmasıyla birlikte, ağırlık merkezi frekansının değişip değişmediğini incelemişlerdir. Bu amaç için, Korece’de, /s/ ve /s*/ sürtünmelilerinin ağırlık merkezi ölçümlerini yapmışlardır. /s/ ve /s*/ sesleri iki ayrı sesbirim olup, /s/ lax, /s*/ tens olarak tanımlanmaktadır. /s*/’nin ön daralması /s/ sesine göre daha kısadır ve hava akımı ön dişlere daha fazla çarpmaktadır. Çalışmanın sonucu, /s*/’nin ağırlık merkezinin frekans değerinin /s/’dan daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Gordon ve ark. (2002), 7 dilde, sürtünmeli seslerin ağırlık merkezini ölçmüş ve bu ölçümün birçok sürtünmeli sesi güçlü bir şekilde ayırt edebildiğini belirtmişlerdir. Sürtünmeli sesler içinde /s/’nin en yüksek ağırlık merkezi frekansına sahip olduğunu, bu yüksek frekansın diğer dillerdeki bulgularla benzerlik gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Türkçe’deki sürtünmeli sesler

Türkçe’deki sürtünmeli sesler olarak tanımlanan sesler sesletim yerine dörde ayrılırlar: dudak dış /f, v/, dış yuvasıl /s, z/, dış yuvası ardı /ʃ, ʒ/ ve gırtlak /h/. Türkçe’deki bu seslerin sesletim yerlerinin tanımlanması arasında farklılık bulunmamaktadır (Topbaş, 2005; Kopkallı-Yavuz, 2000; Selen 1979). Ancak, /v/ ve /h/ seslerinin sesletim biçimleri konusunda farklı görüşler öne sürülmektedir.

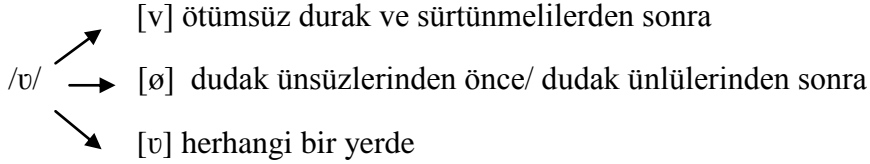
/v/ sesi

Birçok araştırmacı, Türkçe’deki /v/ sesini ötümsüz dış dudak sürtünmeli /f/ sesinin ötümlü eşi olarak tanımlamaktadır (Underhill, 1980; Banguoğlu, 1986; Demircan, 1996; Kornfilt, 1997; Topbaş, 2005; Pınar Ege, 2010). Bunlardan bazıları (Underhill, 1980; Banguoğlu, 1986; Demircan, 1996; Kornfilt, 1997) /v/’nin bulunduğu ortama göre farklı sesletildiğini belirtmektedirler. /v/ iki ünlü arasında olduğunda, bu iki ünlüden biri yuvarlak ünlü ise /w/ sesine dönüştüğünü ileri sürmektedirler. Ancak bu iddia akustik analizlere dayanmamaktadır.

Selen (1979) ve Ergenç (1989), Türkçe’deki sesleri akustik olarak incelemiş ve /v/ sesini, kelime başı ve sonlarında /f/ sesinin ötümlü eşi olarak göstermiştir. İki ünlü arasında, komşu ünlülerden birisi yuvarlak ünlü ise bazı durumlarda yarı ünlüye döndüğünü ve /v/ olarak gösterilmesini gerektiğini bazı durumlarda da düşüğünü belirtmişlerdir.

Kopkallı-Yavuz (2000b), /v/ sesini farklı konumlarda (kelime/hece başı, kelime/hece sonu) ve farklı bağlamlarda (iki ünlü arası, ünsüzden önce/sonra)

incelemiştir. Bulguları Türkçe'deki /v/ sesinin birçok konumda daralmalı bir ses olduğunu, yalnız ötümsüz durak ve sürtünmelilerden önce geldiğinde sürtünmeli özellik gösterdiğini ve bu nedenle dudak dış daralmalı IPA sembolü /v/ olarak gösterilmesi gerektiğini belirtmiştir. Dudak ünsüzlerinden önce ya da dudak ünlülerinden sonra /v/ sesinin her zaman olmamakla birlikte düştüğünü ifade etmiştir. Kopkallı-Yavuz (2000b), /v/'nın alafonları aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:



Yakın zamandaki çalışmasında Dikmen (2010), Türkçe'de kelime başı konumunda /l, r, j, v/ seslerinin akustik özelliklerini incelemiş ve /v/ sesine ait verilerin 2/3'ünün sürtünmeli, 1/3'ünün ise daralmalı özellik gösterdiğini saptamıştır.

/h/ sesi

Türkçe'deki /h/ sesi ile ilgili kapsamlı akustik çalışma bulunmamakla beraber Selen (1979), iki katılımcı ve hedef sesi içeren sınırlı veriler sonucunda /h/ sesini gırtlak ünsüzü, 'soluk sesi' olarak tanımlamış ve kendinden sonra gelen ünlünün tnlama rengini aldığını ifade etmiştir.

/h/ sesi, Uluslararası Sesçil Abece'de ötümsüz gırtlak sürtünmeli olarak gösterilmekle birlikte seslestim biçimi tartışılmakta ve sürtünmeliler ile ilgili yapılan birçok çalışmada yanındaki ünlünün ötümsüz karşılığı olarak kabul edilerek çalışmaya dahil edilmemiştir (Pike, 1943; Ladefoged, 1982; Jongman ve ark., 2000; Nissen, 2003). Ancak, bazı araştırmacılar ise birbirine yaklaşan iki organ sonucu oluşan sürtünmenin /h/ sesi için gırtlakta oluştuğunu ve bu daralma sonucu oluşan sürtünme sesinin duyulabilir bir 'sürtünme' olduğunu ifade etmektedirler (Laufer, 1991). Stevens (1960), /h/ sesini arka bölge sürtünmeli ses grubu içinde kabul etmiş ve diğer sürtünmeli sesler ile birlikte akustik analizini yapmıştır.

Ladefoged (2001) İngilizce'deki /h/ sesinin cümle başında, ötümsüz ünlü gibi görüldüğünü belirtmektedir. Ancak /h/ sesi iki ünlü arasında olduğunda, ünlüler için seslestim hareketinin sürekli olması nedeniyle /h/ sesinin sinyalinin zayıflamakta, ötümsüz bir ses özelliği bile göstermeyip ünlünün devamı olarak ortaya çıkmaktadır.

Pickett (1999), /h/ sesinin farklı ünlüde farklı bir yapıya gireceği için ve ayrıca kapalı ön ünlülerde (türbülans kaynağı farinks aşağısı ya da glottisten ziyade yumuşak damak ya da üst faringeal bölge olması) spektrumunu etkileyeceğini öne sürmektedir.

/ğ/

Türkçe'deki ğ sesi sesletim yeri ve biçimine göre farklı tanımlanmaktadır. Bazı araştırmacılar ğ sesinin kendinden önce gelen ünlüyü uzatma işlevi gördüğünü belirtmekte (Kornfilt, 1997; Selen, 1979; Sezer, 1986; Underhill, 1980), bazı araştırmacılar da 'ğ'yı ünsüz olarak tanımlamaktadırlar (Banguoğlu, 1986; Konrot, 1981; Topbaş, 2005). Bu araştırmalarda 'ğ'nin akustik özellikleri tanımlanmamaktadır.

Akustik ve videofloroskopik analizler sonucunda Kopkallı-Yavuz ve ark. (2008b) 'ğ'nin spektrografik sunumlarının olmadığını, sadece kendinden önce gelen ünlünün süresini uzattığını ileri sürmüşlerdir.

'ğ'nin ünsüz özelliği taşıyıp taşımadığı tartışmaları nedeniyle, 'ğ' bu çalışmaya dahil edilmemiştir.

GEREÇ ve YÖNTEM

Bu bölümde, araştırma modeli, araştırmanın katılımcıları, işlem ve analiz ile ilgili bilgiler yer almaktadır.

Araştırma modeli

Türkçe'deki sürtünmeli seslerin akustik özelliklerini betimlemeyi amaçlayan bu araştırma betimsel model ile desenlenmiştir.

Araştırmanın Katılımcıları

Araştırmanın katılımcılarını, Anadolu Üniversitesi öğrencilerinden altı (üç kadın ve üç erkek) yetişkin (19-23 yaş arası) oluşturmaktadır. Katılımcılara araştırma hakkında sınıflarda duyuru yapılmış ve katılmak isteyenlere randevu verilmiştir. Başvurular sırasında, tanışma ve kişisel bilgi alınırken işitme, dil ve konuşma sorunu hakkında değerlendirilmişlerdir. İkinci dili, sesletim sorunu ve disleksi şüphesi olan üç kişinin okuma listeleri çalışma dışı bırakılmıştır. Yerlerine başka katılımcı seçilmiştir.

Tüm katılımcılar tek dillidir ve anadilleri Türkçe olup yurt dışındahiç yaşamamışlardır. Katılımcılar sözcükleri doğal olmayan, daha özenli ve abartılı biçimde üretmemeleri için, sesbilim ve sesbilgisi konusunda bilgiye sahip olmayan kişilerden seçilmiştir. Katılımcılara katılımlarından dolayı ödeme yapılmıştır.

Materyal

Çalışmada kullanılmak üzere Türk Dil Kurumu'na ait 75.000 civarında sözcük içeren Türkçe Sözlük (1998) taranmış ve /f, v, s, z, ʃ, ʒ, h /seslerini, tek hece, hece başı ve hece sonu, iki hece, hece başı sözcük başı (HBSB), hece başı sözcük ortası (HBSO), hece sonu sözcük ortası (HSSO), hece sonu sözcük sonu (HSSS) pozisyonlarında içeren sözcükler belirlenmiştir. Bunların içinden sesçil ortamları birbirine benzeyen sesler seçilmiştir. Tek heceli sözcükler üç, iki heceli sözcükler altı sestem oluşmaktadır. Her sürtünmeliyi, tek hece, hece başı ve hece sonu, iki hece, hece başı sözcük başı (HBSB), hece başı sözcük ortası (HBSO), hece sonu sözcük ortası (HSSO), hece sonu sözcük sonu (HSSS) pozisyonlarında Türkçe'deki sekiz ünlü /A,ε,ıı,i,o,œ,u,y/ takip etmiştir. Sürtünmeli seslerin bulunduğu ses ortamları, akustik etkileşimden kaynaklanabilecek farklılıkları önlemek amacı ile aynı tutulmuş (durak, akıcı ve kayıcı sesler), Türkçe hece yapısı ve ses uyumu kurallarına dikkat edilmiştir. Bu koşullara uyan gerçek sözcükler bulunmadığında koşulları karşılayan anlamız sözcükler oluşturulmuştur. Sözcüklerin %21'ini gerçeksözcükler oluşturmaktadır.

Bu sözcüklerin haricinde 36 adet sürtünmeli ses içermeyen çeldirici sözcük okutulan listenin başlangıç ve sonlarına eklenmiştir. Çeldirici sözcükler, hedef sesleri (/f, v, s, z, ʃ, ʒ, h/) içermeyen, okuyuculardan çalışmanın amacını gizlemek sütun ve liste başı ve sonlarında kaynaklanabilecek entonasyon farkını engellemek

için kullanılan sözcüklerdir. Böylece her bir listede toplam 336 tane analiz edilecek (bkz. Ek-1) 36 tane de çeldirici (bkz. Ek-2) sözcük olmak üzere toplam 372 sözcüklük bir liste hazırlanmıştır. Bu listedeki sözcüklerin rastlantısal olarak değiştirilmesiyle birbirinden farklı 7 yeni liste oluşturulmuştur. Bu sözcükler üç sütun halinde üç sayfaya listelenmiştir. Listenin başında ve sonunda, her sütunun başında ve sonunda 2 çeldirici sözcük olacak şekilde dizilmiştir. Bu şekilde katılımcıların listeyi okumaya başladıklarında, sütun sonlarına geldiklerinde ve yeni bir sütuna geçmeye hazırlandıklarında ve liste sonuna ulaştıklarında yapabilecekleri farklı okuma eğilimleri ve entonasyon farkı etkilerini en aza indirgenmesi hedeflenmiştir. Her bir sözcük 'Oya ...oku' taşıyıcı cümlesi içinde yer almıştır. Çalışmada hazırlanan 7 listenin 5'i (2., 3., 4., 5., 6.) akustik olarak incelenmiştir. Toplamda 7 sürtünmeli x 8 ünlü x 6 pozisyon x 5 tekrar x 6 denek olmak üzere 10080 veri incelenmiştir.

Kayıt

Bu araştırmanın verileri, Anadolu Üniversitesi, Dil ve Konuşma Bozuklukları Eğitim, Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde, sessiz bir odada, masa üstü bilgisayarda, KayPentax Compututerized Speech Lab (CSL) Model 4500, Shure SM48 mikrofon ile kayıt edilmiştir. Katılımcı, bilgisayarın önündeki sandalyeye oturmuş ve mikrofon 45 derece açıyla konuşucunun ağzından 15-20 cm. uzağa yerleştirilmiştir. Tüm kayıtlar 22.05 kHz örneklem hızıyla 24 bits çözünürlükte CSL programına ses dosyası (nsp) olarak kaydedilmiştir.

Uygulama Süreci

Çalışmaya başlamadan önce, Osmangazi Üniversitesi Etik Kurulu'ndan onay (Ek-3). Katılımcılar sesleri kayıt edilmeden önce, araştırma ve işlem hakkında yazılı olarak bilgilendirilmiştir. Çalışmaya katılanların kişisel bilgileri gizli tutulduğu, çalışma hakkında daha geniş bilgi istendiğinde verileceği ve çalışmaya katılma kararından her an vazgeçme hakkına sahip buldukları yazılı ve sözlü olarak açıklanmıştır. Katılımcılardan kayıt öncesi yazılı onam alınmıştır (Ek-4) ve kişisel bilgi formu doldurmaları (Ek-5) istenmiştir.

Katılımcılardan, yazılı olarak verilen yedi listeyi normal konuşma hızında okumaları, hata yaptıkları takdirde, sadece cümleyi baştan tekrar etmeleri istenmiştir. Katılımcıya istediği zaman ara verebileceği söylenmiştir. Her bir liste arasında kısa aralar verilmiştir. Kayıt süresi, her bir katılımcı için yaklaşık olarak iki saat sürmüştür.

Güvenilirlik

Tüm ölçümler yapılmadan önce, tümcedeki sesler parçalara ayrılmış (segmentasyon) ve hedef sesin başlangıç ve bitiş noktaları belirlenmiştir. Başlangıç ve/veya bitiş noktalarını dalga formu ve/veya spektrografik görüntüsünde belirleme sırasında emin olunamayan sesler iki uzman ile birlikte incelenmiş ve sesin parçalara ayrılma işlemi hakkında görüş birliğine varılmıştır.

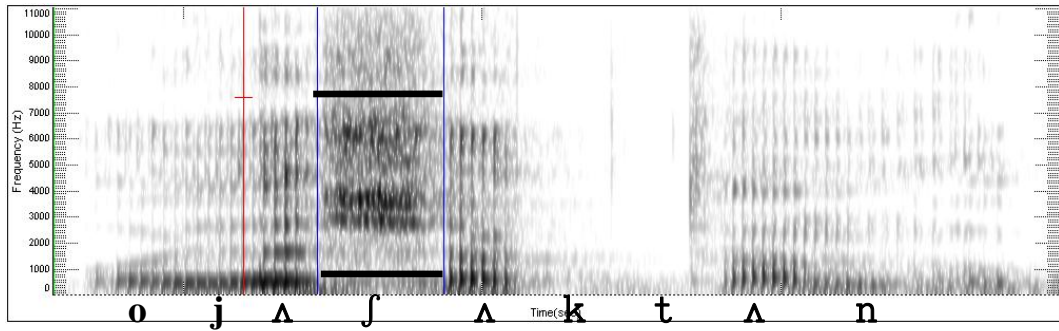
Ölçümler

Her bir katılımcı için aşağıda açıklanan 5 akustik ölçüm yapılmıştır. Ölçümler Anadolu Üniversitesi, Dil ve Konuşma Bozuklukları Eğitim, Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde, IBMA40 Interl masa üstü bilgisayarında, KayPentax Computerized Speech Lab (CSL) Model 4500 kullanılarak analiz edilmiştir.

1. Spektral özellikler

a) Frekans aralıkları

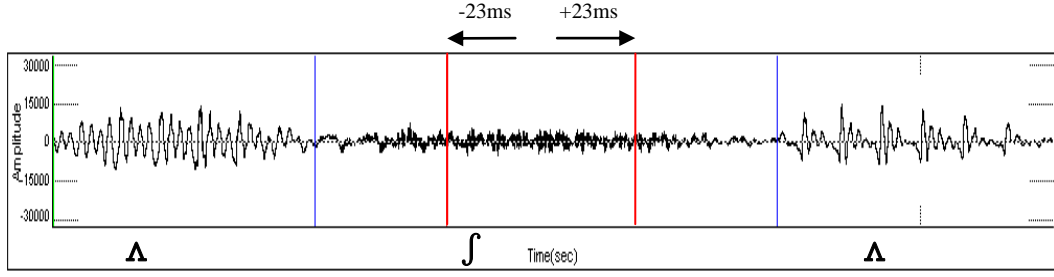
Frekans aralıkları, geniş band spektrogramın görsel incelemesiyle yapılmış ve Şekil 3'te görüldüğü gibi ses frekanslarının alt ve üst sınırları belirlenmiştir. Her bir ses için, spektrogramda enerjinin gözlenebildiği en düşük frekans ile enerjinin gözlenebildiği en yüksek frekans değerleri belirlenmiştir (Hughes ve Halle, 1956; Fry, 1979; Strevens, 1960; Heinz ve Stevens, 1961; Shadle, 1990; Evers, Reetz ve Lahiri, 1998).



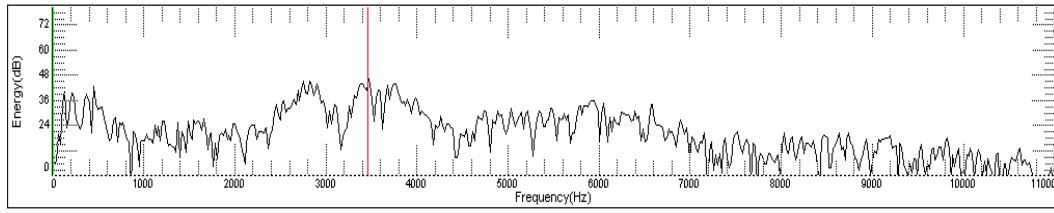
Şekil 3. Frekans aralığı ölçümü

b) Spektral zirve konumu

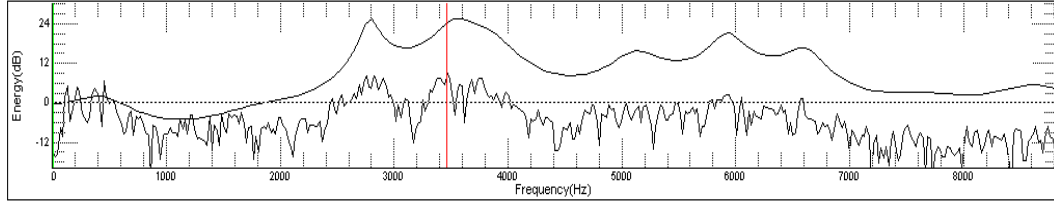
Spektral zirve konumu (spectral peak location), ölçümü sürtünmeli sesin orta kısmında, Şekil 4a ve 4b'de görüldüğü gibi, FFT (Fast Fourier Transform) ve LPC (Linear Predictive Coding), 1024 nokta çerçeve (point frame), 46 ms, 22.05 kHz örneklem hızıyla yapılmıştır. Hem FFT, hem de LPC için 46 ms full Hamming pencere, LPC için 24 kutup kullanılmıştır. LPC spectra FFT spektrinin zirveleri ile eşleşip eşleşmediği test edilmiştir (Şekil 4c). Spektral zirve en yüksek şiddete sahip FFT spectrumunun zirvesidir (Jongman ve ark., 2000; Nissen ve Fox 2005; Gordon ve ark., 2002). Bu büyük pencere genişliği daha iyi frekans alanı ölçümü vermektedir. Yüksek frekans zirveleri de daha çok sürtünmeli sesin orta ve sonunda görülmektedir (Behrens ve Blumstein, 1988a).



Şekil 4a. Spektral zirve konumu, sürtünmeli sesin orta kısmı



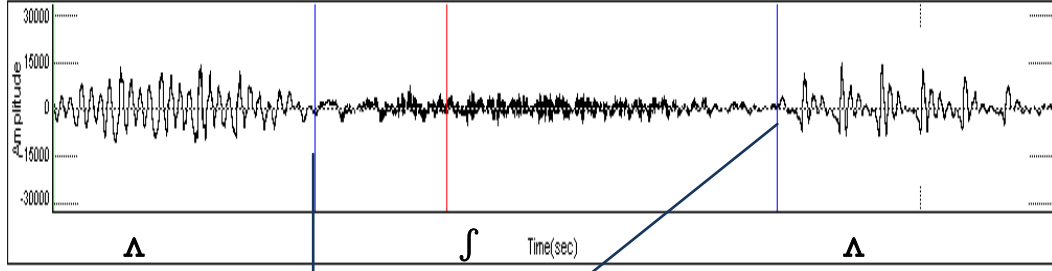
Şekil 4b. Spektral zirve konumu, FFT



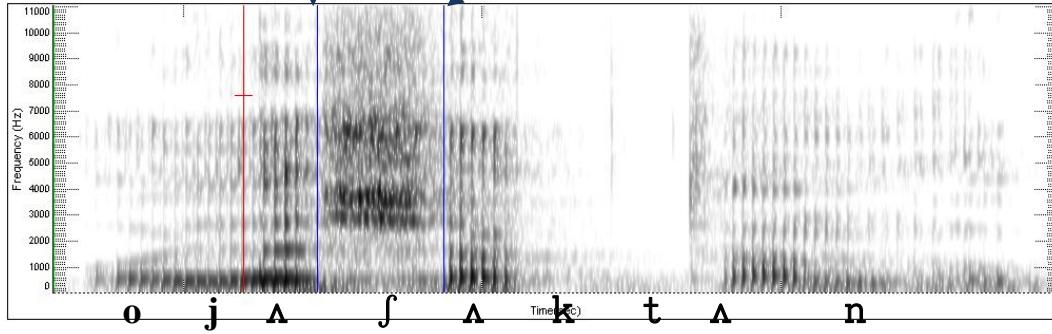
Şekil 4c. Spektral zirve konumu, LPC

2) *Sesin süresi:*

Sürtünmeli sesin süresi, Şekil 5a ve 5b'de görüldüğü gibi, yüksek enerjinin ve aperiyoğikliğin başladığı yer ile ününün düzenli dalga boyu görünümü veya patlamalı ses başlangıcı aralığı olarak belirlenmiştir (Yeni-Komshian ve Soli, 1981, Shoup ve Pfeifer, 1986; Jongman ve ark., 2000; Nissen, 2002; Nissen ve Fox, 2005; Ladefoged, 2003).



Şekil 5a. Sürtünmeli sesin parçalara ayrılması



Şekil 5b. Sürtünmeli sesin spektrogramdaki görünümü

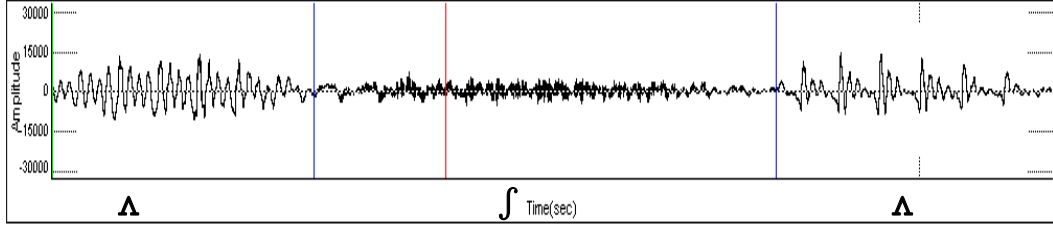
3) Şiddet

a) Genel şiddet

Her bir sürtünmeli sesin tüm gürültü bölümü (noise portion) dB olarak ölçülmüştür. Sürtünmeli sesin ayırımı yapıldıktan sonra (Şekil 6a), CSL otomatik olarak sürtünmeli sesin RMS değerini hesaplayarak göstermektedir (6b).

b) Normalize şiddet

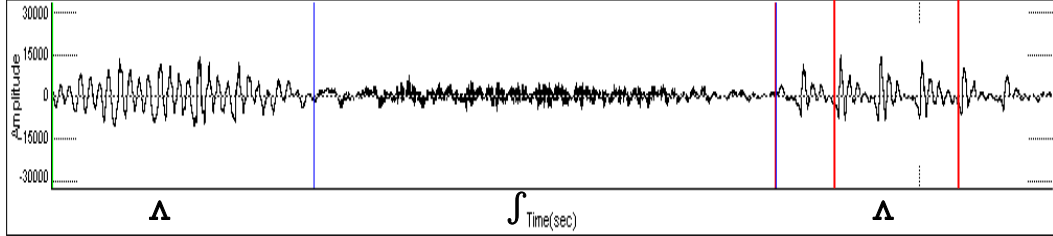
Konuşucular arasındaki yoğunluk (intensity) farklılıklarını normalize etmek için, sürtünmeli şiddetinden ünlü şiddetinin (“normalized amplitude”) farkı hesaplanmıştır. Ünlü şiddeti RMS şiddeti olarak, ünlünün birbirini takip eden en yüksek üç noktası alınmıştır (Şekil 6c). CSL otomatik olarak ünlünün RMS değerini hesaplayarak göstermektedir (Şekil 6d) (Behrens ve Blumstein, 1988b; Jongman ve ark., 2000; Nissen, 2002; Nissen ve Fox, 2005).



Şekil 6a. Sürtünmeli sesin parçalara ayrılması

Analysis Statistics	
Samples	6
Start of Analysis (sec)	24.36286
End of Analysis (sec)	24.4677
Minimum Energy (dB)	60.04
Maximum Energy (dB)	67.77
Mean Energy (dB)	63.53
Standard Deviation (dB)	2.53
Median Energy (dB)	63.29
Root Mean Squared (dB) 63.57	

Şekil 6b. CSL sürtünmeli ses RMS değeri



Şekil 6c. Ünlü'nün birbirini takip eden en yüksek üç noktası

Analysis Statistics	
Samples	2
Start of Analysis (sec)	24.48163
End of Analysis (sec)	24.5090
Minimum Energy (dB)	68.20
Maximum Energy (dB)	71.28
Mean Energy (dB)	69.74
Standard Deviation (dB)	2.18
Median Energy (dB)	69.74
Root Mean Squared (dB) 69.75	

Şekil 6d. CSL ünlü RMS değeri

Normalize şiddetin hesabı, genel şiddet ile ünlü şiddetinin farkıyla hesaplanmaktadır. Her bir normalize şiddet negatif değerdedir. Örneğin;

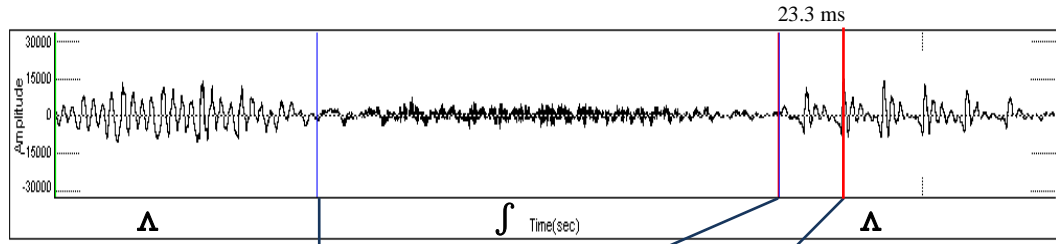
Sürtünlü
(Şekil 6b)

Ünlü
(Şekil 6d)

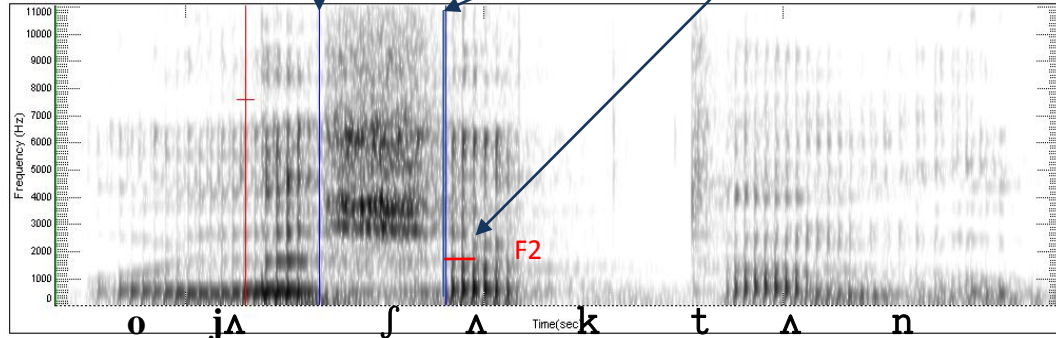
$$\text{Root Mean Squared (dB) } 63 - \text{Root Mean Squared (dB) } 69 = -6$$

4) *Formant 2 (F2) başlangıç frekansı:*

Sürtünlü sesin bitip ünlünün başlama noktasında ve ünlünün bitip sürtünlü sesin başlangıcında, FFT spectra 23.3 ms Hamming pencere ile ölçüm yapılmıştır (Şekil 7a). FFT spektraya ek olarak, geniş band spektrogram ve LPC spektraya da başvurulmuştur (Şekil 7b). CSL F2 değerini otomatik olarak hesaplayarak göstermektedir (7c). (Soli, 1981; Wilde, 1993; Jongman ve ark., 2000; Nissen ve Fox 2005; Gordon ve ark. 2002).



Şekil 7a. Ünlünün başlangıcı



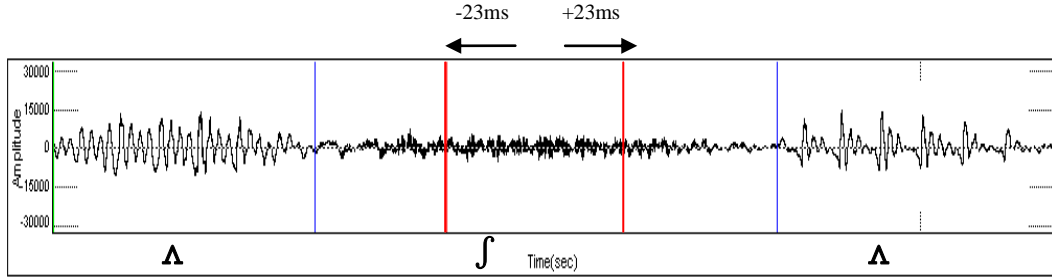
Şekil 7b. Ünlünün F2 frekansı

Formant/Bandwidth Results	
Formant (Hz)	Bandwidth (Hz)
F1 536.10	144.80
F2 1391.50	255.16
F3 2662.76	310.56
F4 3633.28	655.02

7c. CSL F2 değeri

5) Ağırlık Merkezi (Center of Gravity):

FFT ölçümü 46 ms full Hamming pencerede, sürtülmeli sesin ortasına yerleştirilerek, lineer spektradan yapılmıştır (Şekil 8a) (Forrest ve ark., 1988; Jongman ve ark., 2000; Nissen, 2002; Nissen ve Fox 2005; Gordon ve ark. 2002). CSL ağırlık merkezi değerini hesaplarken, sürtülmeli sesin ortasını temel almakta, otomatik olarak hesaplayarak göstermektedir (8b).



Şekil 8a. Ağırlık merkezi ölçümü

Analysis Statistics	
Samples 512	
Minimum Frequency (Hz) 0.00	
Maximum Frequency (Hz) 11003.47	
Minimum Power (dB)	-21.29
Maximum Power (dB)	46.76
Mean Power (dB)	19.43
Standard Deviation (dB)	11.33
Median Power (dB)	19.85
Root Mean Squared (dB)	22.49
Spectral Mean (Hz)	3094.47
Spectral Std Dev (Hz)	1444.53
Skewness	0.05
Kurtosis	1.51

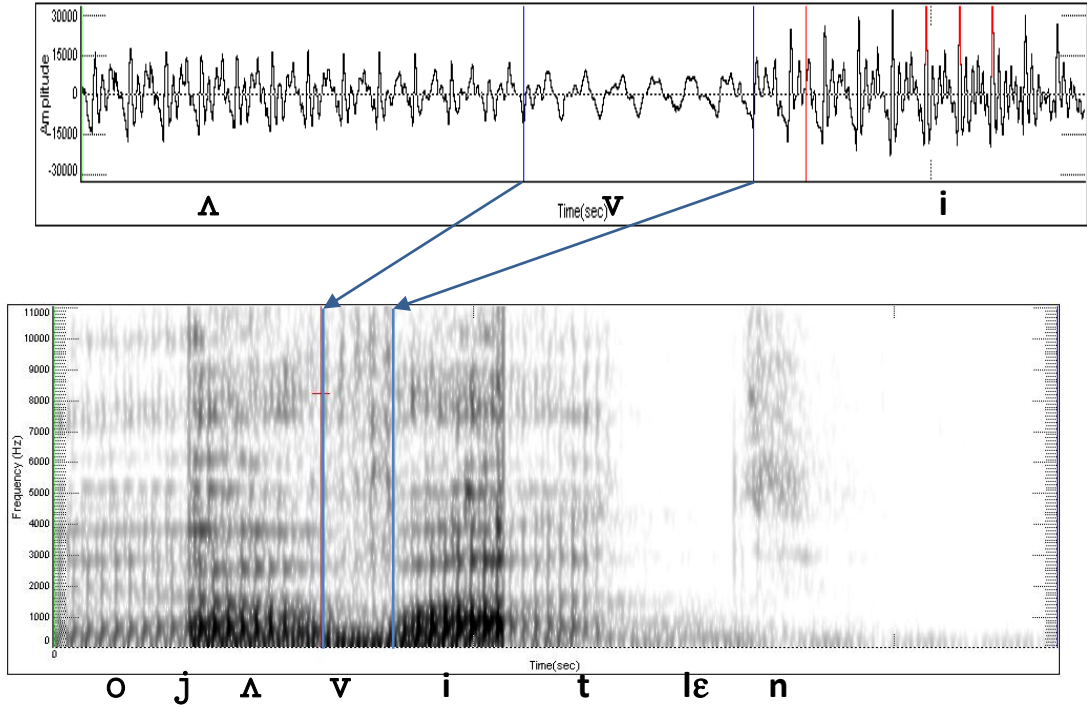
Şekil 8b. CSL ağırlık merkezi değeri

/v/ ve /h/ seslerinin spektrografik görünümüleri diğer sürtünmeli seslerde farklı olduğu için yukarıdaki ölçümlerden sadece süre ölçümü yapılmıştır. /v/ ve /h/ sesleri için ilave olarak aşağıdaki ölçümler yapılmıştır.

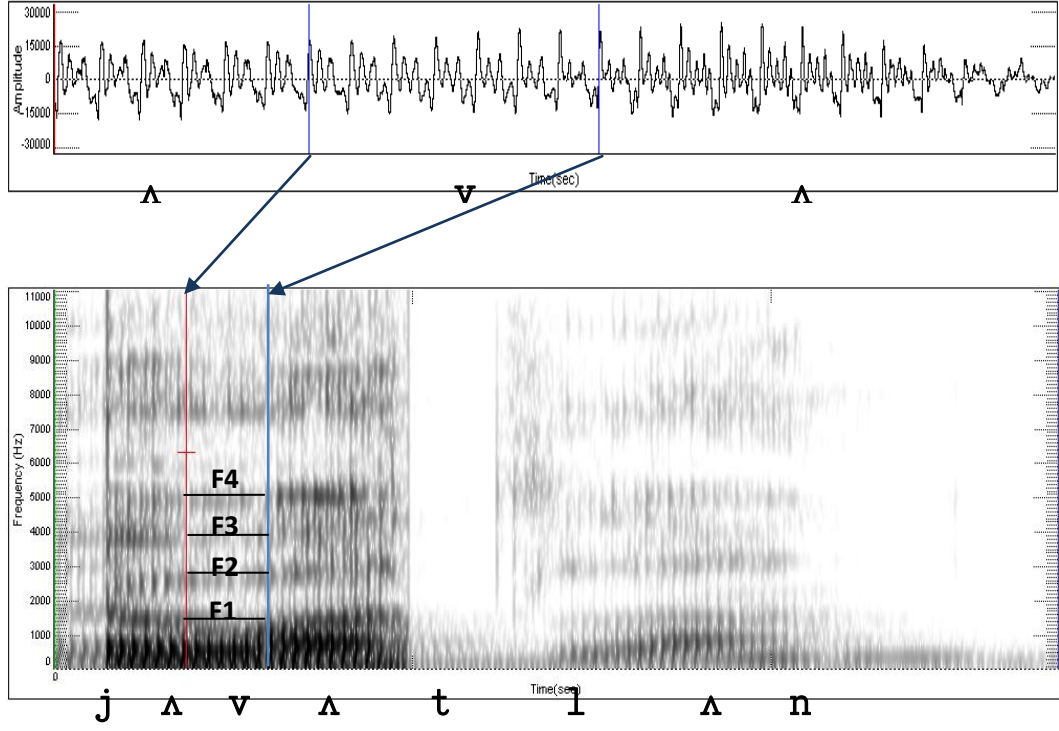
/v/ sesi

/v/ sesinin süresini belirlemek için önce parçalara ayırma (segmentasyon) yapılmıştır. Bu işlem, dalga formu ve spektrografik görünümle birlikte yapılmış, ve sesin sınırları belirlenmiştir.

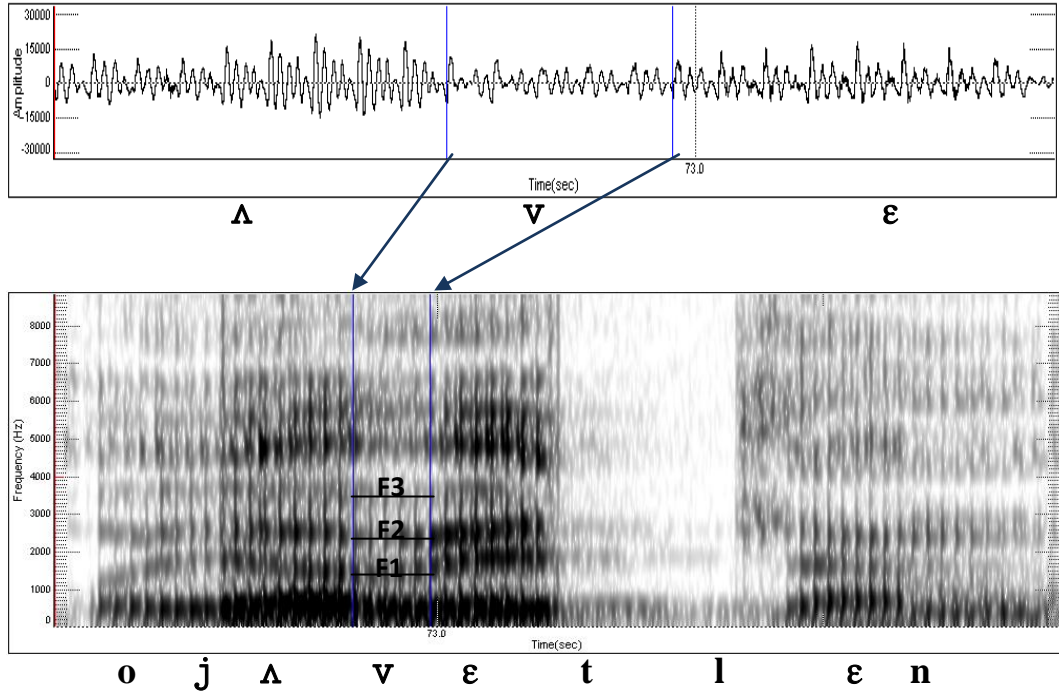
/v/ sesi 3 farklı spektrografik özellik göstermiştir: (1) Sürtünmeli görünüm (Şekil 9a), (2) Sürtünmeli özellikleriyle birlikte formant görüntüsü (Şekil 9b) ve (3) Sadece formantların olduğu görünüm (Şekil 9c).



Şekil 9a. /v/ sesinin sürtünmeli görünümü



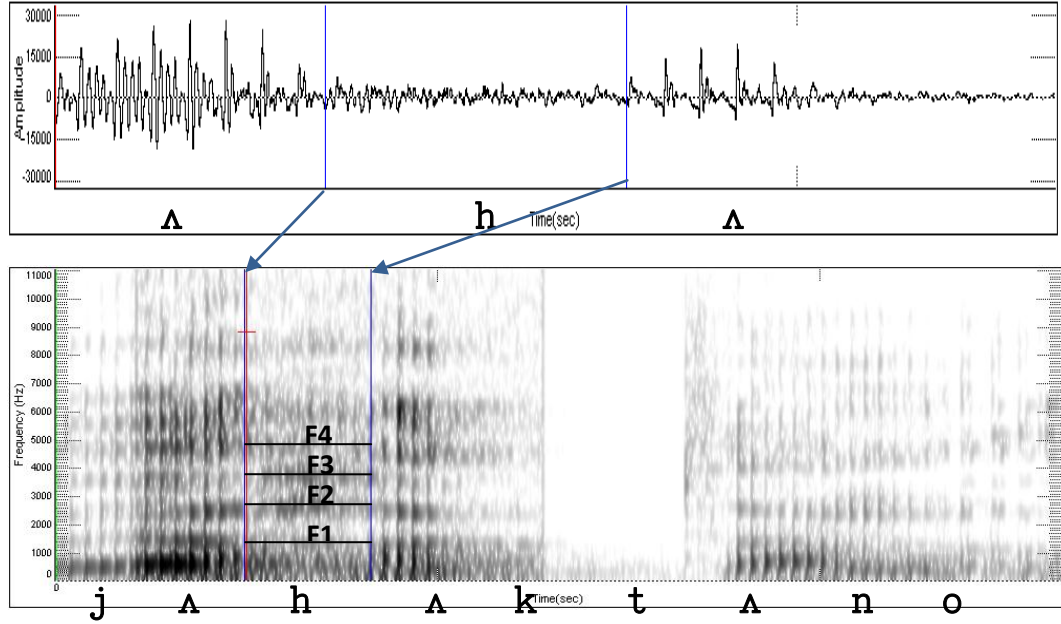
Şekil 9b. /v/ sesinin sürtünmeli özelliklerle birlikte formant paternleri



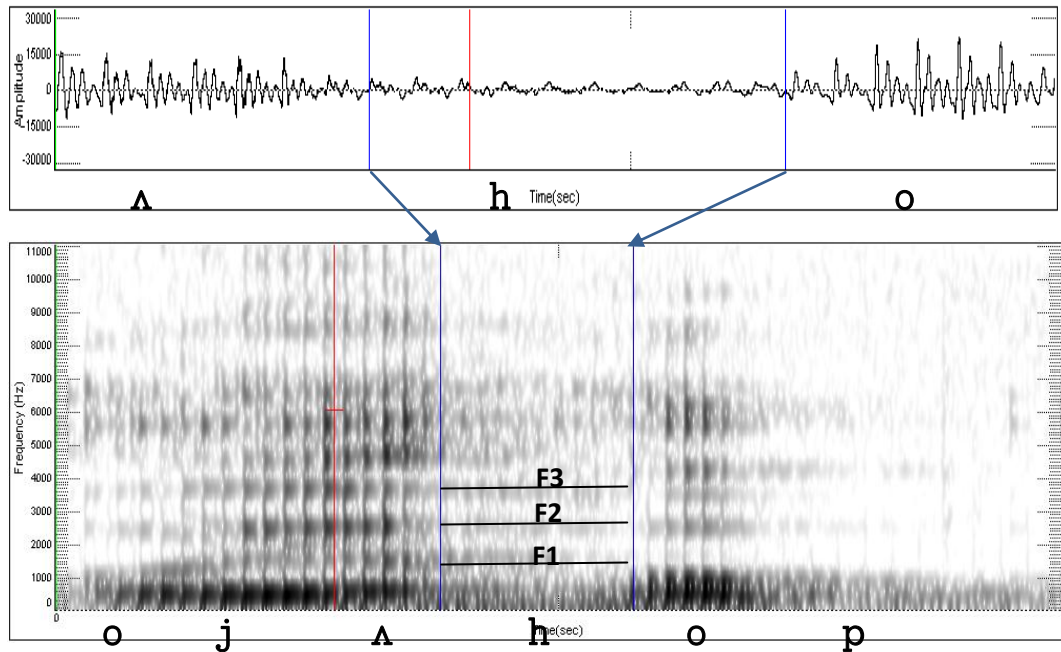
Şekil 9c. /v/ sesinin formantlara sahip görünümü

/h/ sesi

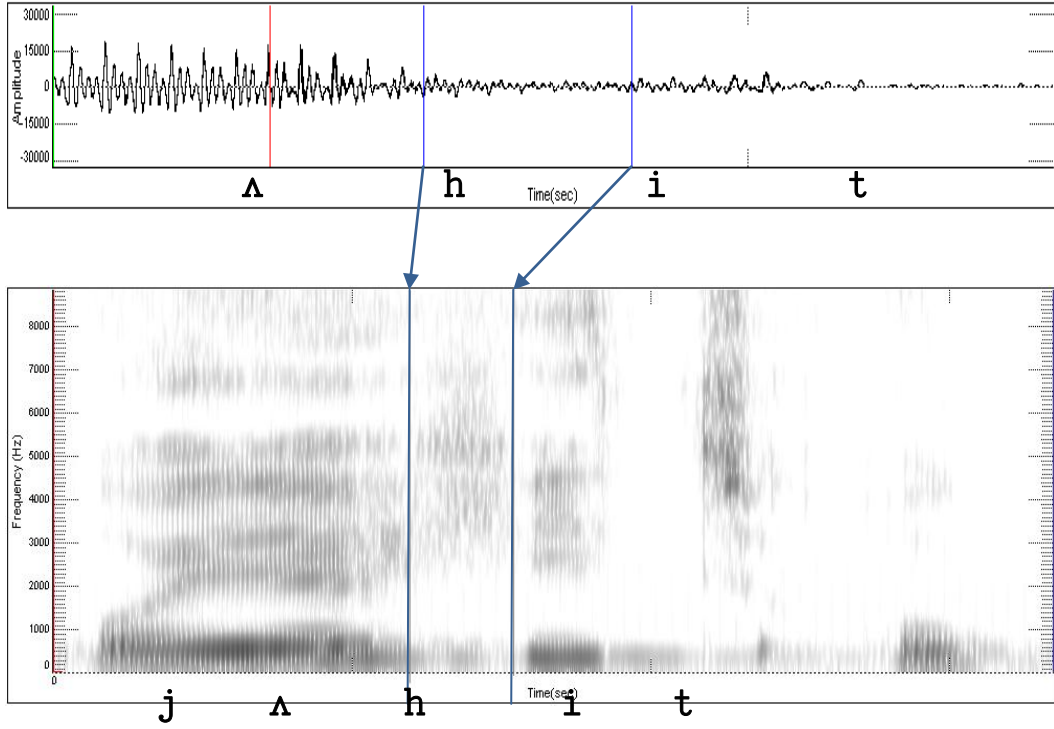
/h/ sesi 4 farklı spektrografik özellik göstermektedir. Bu spektrografik görünümler: (1) Yoğun formant görüntüsü ve sürtünme (Şekil 10a), 2 (1) ile benzer, ancak azalmış yoğunluk (Şekil 10b) (3) Düşük frekanslarda enerji, sürtünme (Şekil 10c) (4) Neredeyse hiç enerjinin görülmemesi (Şekil 10d).



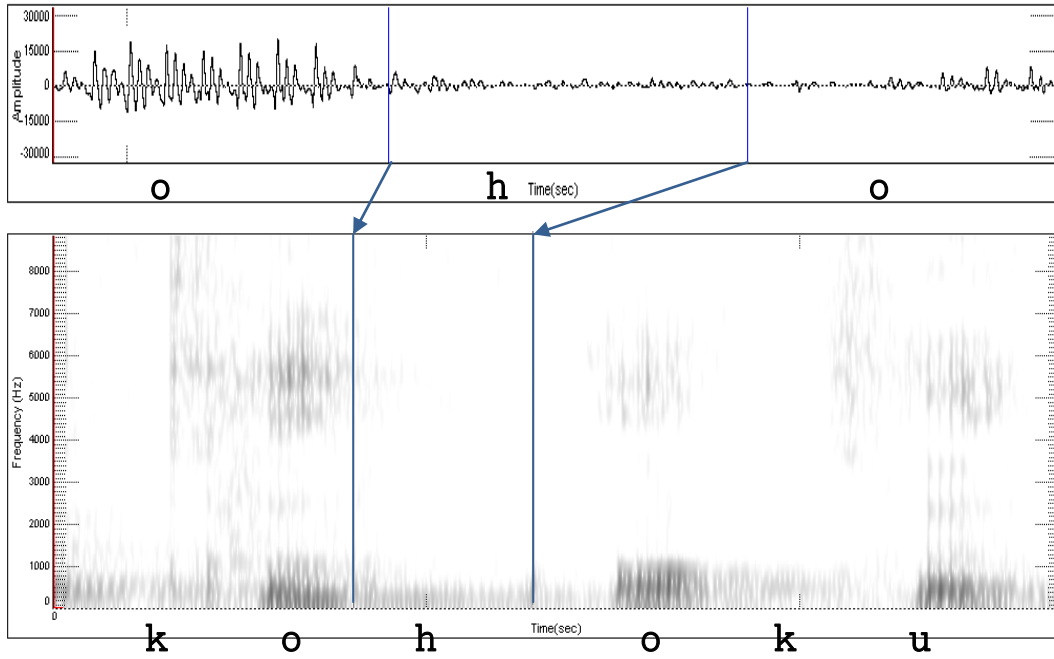
Şekil 10a. /h/ sesinin yoğun formantlarla birlikte sürtünme görünümü



Şekil 10b. /h/ sesinin azalmış yoğunlukta, yoğun formantlarla birlikte sürtünme görünümü



Şekil 10c. /h/ sesinin düşük frekanslarda enerjiye sahip sürtülmeli görünümü



Şekil 10d. /h/ sesinin neredeyse hiç enerjisinin olmadığı görünüm.

Veri Analizleri

7 sürtünmeli x 8 ünlü x 6 pozisyon x 5 tekrar x 6 denek olmak üzere 10080 veri incelenmiştir. 5 tekrarın her biri ayrı bir veri olarak kabul edilip her sürtünmeli ses için 1440 veri analiz edilmiştir.

Verilerin normal dağılıp dağılmadığını belirlemek için Kolmogorov Smirnov Testi yapılmıştır. Verilerin normal dağıldığı görülmüştür.

Her bir sürtünmeli ses için ölçülen akustik değerlerin cinsiyet, ünlüler, hece sayısı ve hece konumuna göre ortalama değerleri hesaplanmıştır.

Her bir sürtünmeli ses için, ölçülen 5 akustik değerincinsiyet, ünlüler, hece sayısı ve hece konumuna göre farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için dört faktörlü ANOVA testi uygulanmıştır.

lmleri yapılan akustik özelliklerin hangisinin her bir sürtünme sesini kategorize edebildiğini değerlendirmek amacıyla spektral zirve konumu, süre, F2 başlangıç, relative şiddet ve ağırlık merkezi olmak üzere 5 kestirici (predictor) ile Discriminant analizi yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bulgular

Bu bölümde, Türkçe'deki sürtünmeli seslerin akustik özelliklerini betimlemeyi amaçlayan araştırmanın amaç soruları doğrultusunda yapılan veri analizlerine ait bulgular yer almaktadır.

Türkçe'deki /f/, /s/, /z/, /ʃ/, /ʒ/ seslerinin frekans aralıkları, spektral zirve konumları, süreleri, şiddetleri, F2 geçiş frekansları ve ağırlık merkezleri nedir?

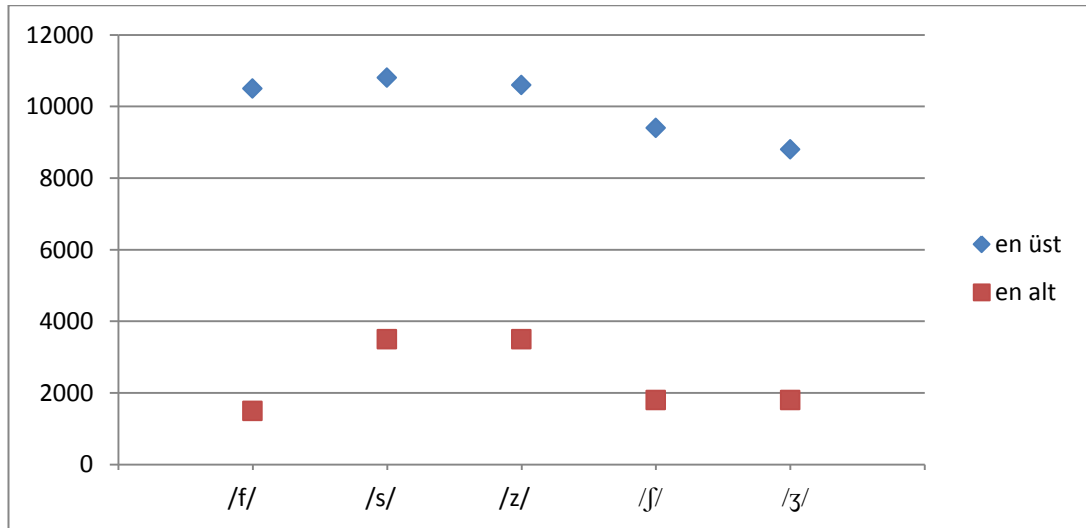
/v/ ve /h/ seslerinin spektrografik görüntüleri genel olarak sürtünmeli ses özelliği göstermediğinden, yapılan veri analizlerinde diğer seslerle birlikte değerlendirilmemişlerdir. Bu seslere ait incelemelerin sonuçları ayrıca verilmektedir.

Frekans aralıkları

Türkçe'deki /f/, /s/, /z/, /ʃ/, /ʒ/ seslerinin (n=7200) frekans aralıkları (en alt-en üst değer) ortalamaları (Ort.) ve standart sapmaları (SS) Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Sürtünmeli seslerin frekans aralıklarının (en alt-en üst değer) ortalama (Hz olarak) ve standart sapma değerleri

	n	Ort. (en alt)	SS	Ort. (en üst)	SS
Sürtünme					
/f/	1440	1500	481.194	10500	579.228
/s/	1440	3500	910.110	10800	449.858
/z/	1440	3500	970,503	10600	527,669
/ʃ/	1440	1800	290.745	9400	782.797
/ʒ/	1440	1800	365.187	8800	782.797



Şekil 11. Sürtünmeli seslerin frekans aralıkları

Şekil 11’de görüldüğü gibi /f/ sesinin frekans aralığı 1500-10500 Hz’dir. /f/ sesinin diğer sürtünmeli seslere göre oldukça geniş bir frekans aralığına sahip olduğu görülmektedir. /f/’nın alt sınırı en düşük frekans değerine sahip olduğu, üst sınırı /ʃ/ ve /z/ seslerinden daha yüksek, ancak /s/ ve /z/ seslerine benzer bir değerde olduğu bulgulanmıştır.

/s/ sesinin frekans aralığı 3500-10800 Hz’dir. /s/’nın alt sınırı diğer sürtünmeli seslere göre daha yüksek frekanslarda, üst sınırı /f/ sesine benzer, /ʃ/ ve /z/ seslerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. /z/ sesinin frekans aralığı ötümsüz eşi /s/ sesine benzer olarak 3500-10600 Hz.’dir

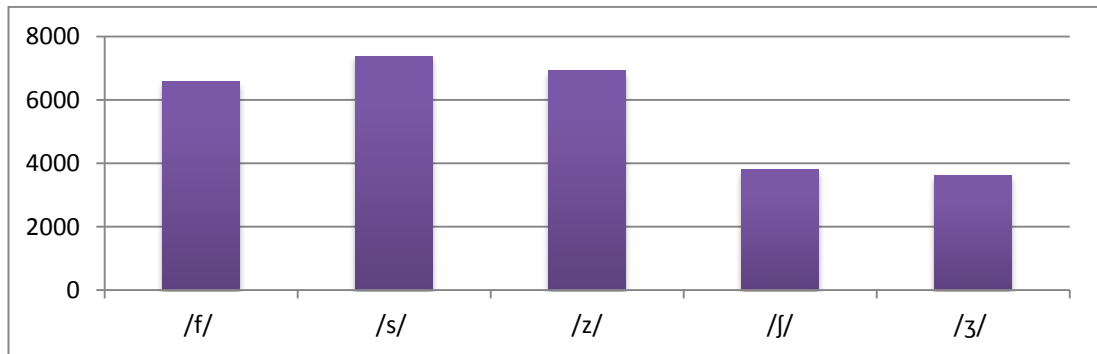
/ʃ/ sesinin frekans aralığı 1800-9400 Hz’dir. /ʃ/ sesi diğer sürtünmeli seslere göre daha dar frekans aralığına sahiptir. /z/ sesinin frekans aralığı 1800-8800 Hz’dir, ötümsüz eşi /ʃ/ ile aynı alt frekansa (1800 Hz) ancak daha düşük üst frekansa sahip olduğu bulgulanmıştır.

Spektral zirve konumu

Türkçe’deki /f/, /s/, /z/, /ʃ/, /z/ seslerinin (n=7200) spektral zirve konumlarının ortalamaları (Ort.) ve standart sapmaları (SS) Çizelge2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Sürtünmeliselerinin spektral zirve konum ortalama (Hz) ve standart sapma değerleri

	n	Ort. (Hz)	SS
Sürtünme			
/f/	1440	6613	1789
/s/	1440	7399	1992
/z/	1440	6929	2178
/ʃ/	1440	3804	1440
/z/	1440	3605	1392



Şekil 12. Sürtünmeli seslerin spektral zirve konum değerleri

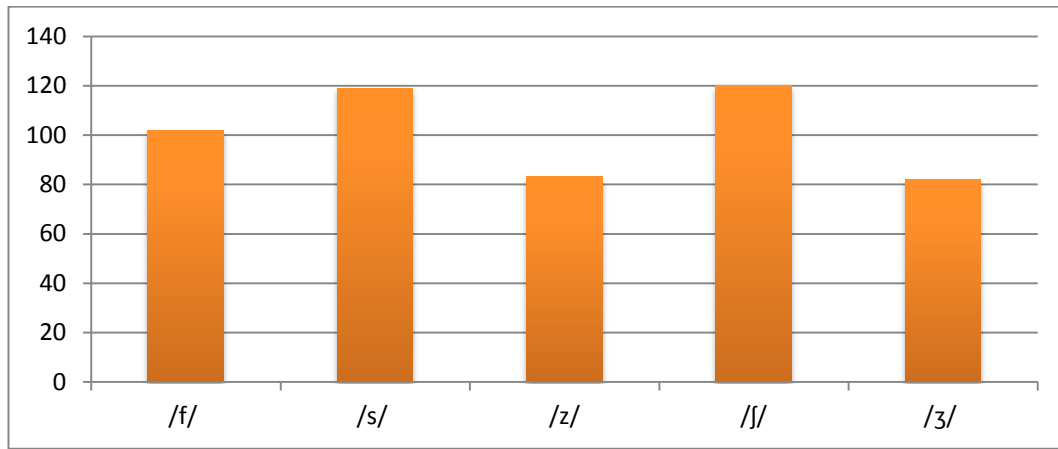
Şekil 12’de görüldüğü gibi, spektral zirve konumu ölçümü yapılan 5 ses içinde en yüksek değerler /s/ ve /z/ seslerine aittir (sırasıyla 7399 Hz ve 6929 Hz). /s/ ve /z/ seslerinin değerlerini /f/ sesi takip etmektedir (6613 Hz). /ʃ/ ve /z/ sesleri ise en düşük spektral zirve konum değerine sahip olduğu görülmektedir (sırasıyla 3804 Hz ve 3605 Hz).

Süre

Türkçe'deki /f/, /s/, /z/, /ʃ/, /ʒ/ seslerinin (n=7200) sürelerinin ortalamaları (Ort.) ve standart sapmaları (SS) Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Sürtünlü seslerin sürelerinin ortalama (ms olarak) ve standart sapma değerleri

		n	Ort. (ms)	SS
Sürtünme	/f/	1440	104	0.025
	/s/	1440	122	0.026
	/z/	1440	85	0.017
	/ʃ/	1440	123	0.025
	/ʒ/	1440	84	0.016



Şekil 13. Sürtünlü seslerin süresi

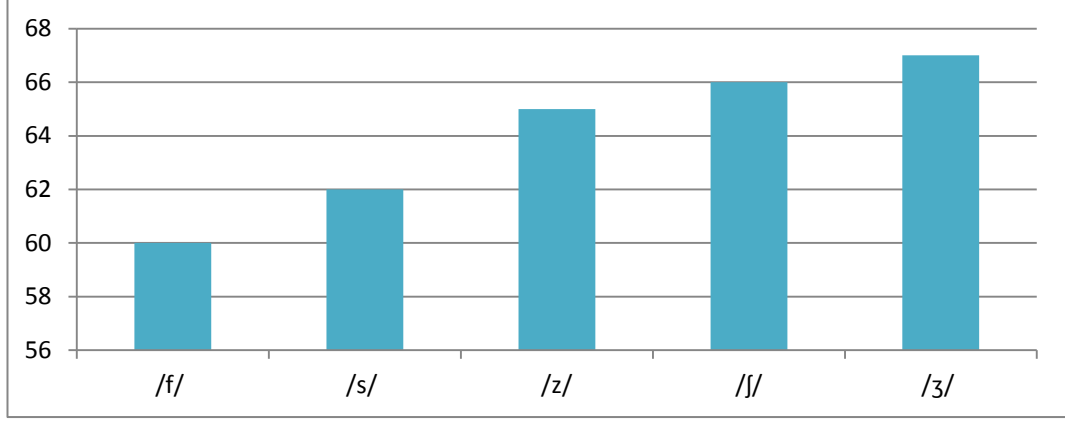
Şekil 13'de görüldüğü gibi, süre ölçümü yapılan 5 ses içinde 123 ms ile /ʃ/ ve 122 ms ile /s/ en uzun süreye sahiptir. /f/ sesinin süresi 104 ms'dir. /z/ ve /ʒ/ ise sırasıyla 85 ms ve 84 ms ile en kısa sürtünlülüdür.

Genel Şiddet

Türkçe'deki /f/, /s/, /z/, /ʃ/, /ʒ/ seslerinin (n=7200) genel şiddet ortalamaları (Ort.) ve standart sapmaları (SS) Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Sürtünlü seslerin genel şiddet ortalama (dB olarak) ve standart sapma değerleri

		n	Ort. (dB)	SS
Sürtünme	/f/	1440	60	0.025
	/s/	1440	62	0.026
	/z/	1440	65	0.017
	/ʃ/	1440	66	0.025
	/ʒ/	1440	67	0.016



Şekil 14. Sürtünmeli seslerin genel şiddet değerleri

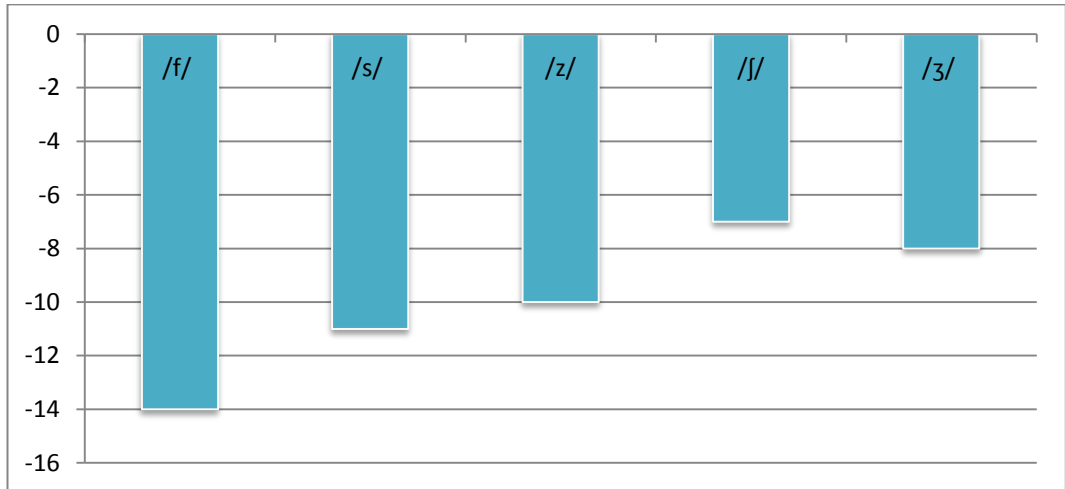
Şekil 14’te görüldüğü gibi, genel şiddet ölçümü yapılan 5 sesin değerleri birbirine yakın olmakla birlikte /f/ en düşük (60 dB), /ʒ/ ise en yüksek (67 dB) değere sahiptir. 5 sesin genel şiddet sıralaması şöyle gösterilebilir: /ʒ/ > /ʃ/ > /z/ > /s/ > /f/.

Normalize şiddet

Türkçe’deki /f/, /s/, /z/, /ʃ/, /ʒ/ seslerinin (n=7200) normalize şiddet ortalamaları (Ort.) ve standart sapmaları (SS) Çizelge 5’te verilmiştir.

Çizelge 5. Sürtünmeli seslerin normalizel şiddet ortalama (dB) ve standart sapma değerleri

Sürtünme	n	Ort.(dB)	SS
/f/	1440	-14	0.326
/s/	1440	-11	0.326
/z/	1440	-10	0.326
/ʃ/	1440	-7	0.326
/ʒ/	1440	-8	0.326



Şekil 15. Sürtünmeli seslerin normalize şiddet değerleri

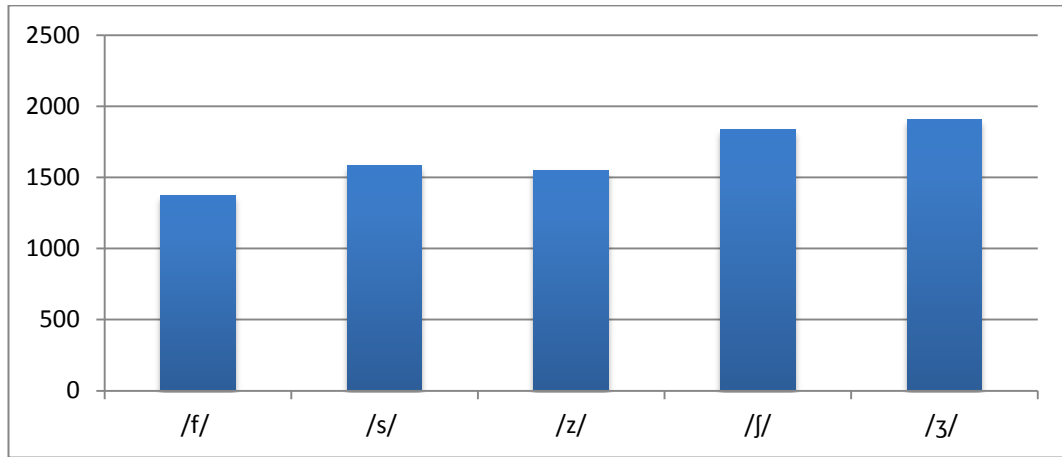
Şekil 15'te görüldüğü gibi, normalize şiddet ölçümü yapılan 5 ses içinde en yüksek değere -8 dB ile /f/, en düşük değere ise -14 dB ile /f/ (Ort.=, SS=0.0326) sesi sahiptir. Normalize şiddet sıralaması, /f/ > /z/ > /z/ > /s/ > /f/'dir.

Formant 2 (F2) geçişfrekans

Türkçe'deki /f/, /s/, /z/, /f/, /z/ seslerinin (n=7200) Formant 2 geçiş frekans ortalamaları (Ort.) ve standart sapmaları (SS) Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Sürtünmeli seslerin Formant 2 geçiş frekans ortalama (Hz) ve standart sapma değerleri

Sürtünme	n	Ort.(Hz)	SS
/f/	1440	1369	417.18
/s/	1440	1581	352.89
/z/	1440	1547	298.41
/f/	1440	1833	328.91
/z/	1440	1905	281.24



Şekil 16. Sürtünmeli seslerin Formant 2 geçiş frekans değerleri

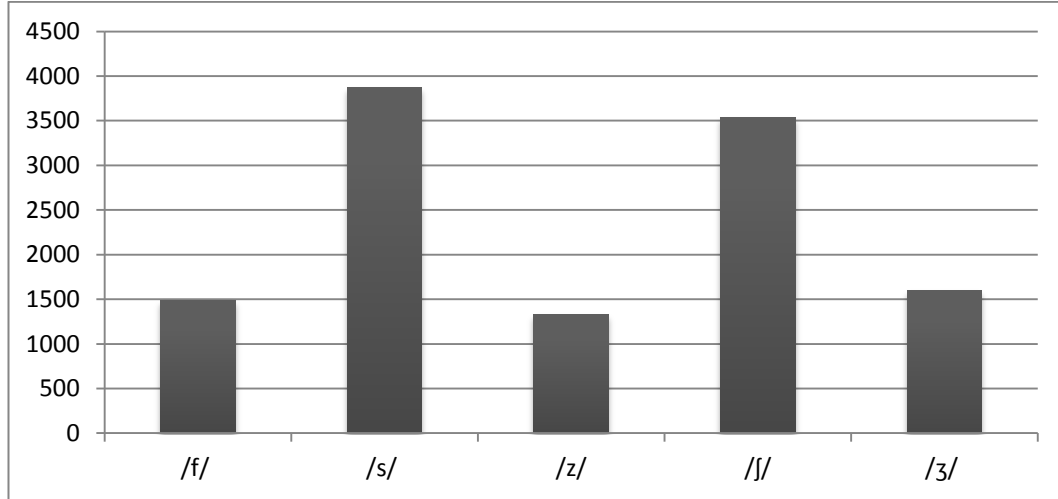
Şekil 16'da görüldüğü gibi, Formant 2 geçiş frekans ölçümü yapılan 5 ses içinde en yüksek değerler 1833 Hz ile /f/ ve 1905 Hz ile /z/ seslerine aittir /z/ sesinin F2 geçiş frekansının /f/ sesinden daha yüksek olduğu gözlenmektedir. /s/ ve /z/ seslerinin F2 geçiş frekansları sırasıyla 1581 Hz ve 1547Hz'dir. F2 geçiş frekans değeri açısından en düşük ses /f/ sesidir (1369 Hz).

Ağırlık merkezi

Türkçe'deki /f/, /s/, /z/, /f/, /z/ seslerinin (n=7200) ağırlık merkezi ortalamaları (Ort.) ve standart sapmaları (SS) Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Sürtünmeli seslerin ağırlık merkezi ortalama (Hz) ve standart sapma değerleri

	n	Ort. (Hz)	SS
Sürtünme			
/f/	1440	1483	1109
/s/	1440	3875	2203
/z/	1440	1332	1433
/ʃ/	1440	3537	1038
/z/	1440	1594	1065



Şekil 17. Sürtünmeli seslerin ağırlık merkezi değerleri

Şekil 17’de görüldüğü gibi, ağırlık merkezi ölçümü yapılan 5 ses içinde en yüksek değerler /s/ ve /ʃ/ seslerine aittir. Sırasıyla, 3875Hz ve 3537 Hz. Ancak, /ʃ/ sesinin /s/ sesinden daha düşük bir değere sahip olduğu görülmektedir. /z/ sesi 1594 Hz ile /f/ (1483 Hz) ve /z/ (1332 Hz) seslerinden daha yüksek olduğu ve en düşük ağırlık merkezi ölçümüne de /z/ sesinin sahip olduğu görülmektedir.

Türkçe’deki /f/, /s/, /z/, /ʃ/, /z/ seslerinin, spektral zirve konumu, süresi, şiddeti, F2 geçiş frekansı ve ağırlık merkezi cinsiyete, ünlülere, hece sayısı ve hece konumuna göre farklılık göstermekte midir?

Bu bölümde cinsiyetin, ünlülerin, hece sayısı ve hece konumunun, yapılan her bir akustik ölçüme etkisi incelenmiştir.

Spektral zirve konumu ile cinsiyet etkileşimi

Türkçe’deki /f/, /s/, /z/, /ʃ/, /z/ seslerinin (n=7200) spektral zirve konumunun cinsiyete göre ortalama (Ort.) ve standart hata (SH) değerleri Çizelge 8’de verilmiştir.

Çizelge 8. Sürtünmeli seslerin spektral zirve konum değerlerinin cinsiyete göre ortalama (Hz) ve standart hata(SH) değerleri

Sürtünme	Cinsiyet	n	Ort. (Hz)	SH
/f/	Kadın	720	6772	68.4
	Erkek	720	6454	68.4
/s/	Kadın	720	7778	68.4
	Erkek	720	7019	68.4
/z/	Kadın	720	7300	68.4
	Erkek	720	6557	68.4
/ʃ/	Kadın	720	4009	68.4
	Erkek	720	3599	68.4
/ʒ/	Kadın	720	3836	68.4
	Erkek	720	3374	68.4

Cinsiyetin, spektral zirve konumuna etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F_{(4-4)} = 4.308, p < 0.001$].

Çizelge 8’de görüldüğü gibi, kadınların spektral zirve konum değerlerinin (/f/ 6772 Hz, /s/ 7778 Hz, /z/ 7300 Hz, /ʃ/ 4009 Hz, /ʒ/ 3836 Hz), erkeklerin zirve konum değerlerinden (/f/ 6454 Hz, /s/ 7019 Hz, /z/ 6557 Hz, /ʃ/ 3599 Hz, /ʒ/ 3374 Hz,) yüksek olduğu gözlenmektedir.

Spektral zirvekonumu ile ünlü etkileşimi

Türkçe’deki /f/, /s/, /z/, /ʃ/, /ʒ/ seslerinin (n=7200) spektral zirve konumunun ünlülere göre ortalama (Ort.) ve standart hata (SH) değerleri Çizelge 9’da verilmiştir.

Çizelge 9. Sürtünmeli seslerin spektral zirve konum değerlerinin ünlülere göre ortalama (Hz) ve standart hata (SH) değerleri

Sürtünme	Ünlü	n	Ort. (Hz)	SH
/f/	Λ	180	6931	136
	ε	180	6516	136
	u	180	7100	136
	i	180	6589	136
	o	180	7026	136
	œ	180	6423	136
	u	180	6377	136
	y	180	5945	136
	/s/			
/s/	Λ	180	6979	136
	ε	180	7150	136
	u	180	7355	136
	i	180	7146	136

	o	180	7396	136
	æ	180	7447	136
	U	180	8019	136
	y	180	7697	136
<hr/>				
/z/	Λ	180	7081	136
	ε	180	7088	136
	u	180	7107	136
	i	180	7038	136
	O	180	6941	136
	æ	180	6521	136
	U	180	6783	136
	y	180	6871	136
<hr/>				
/ʃ/	Λ	180	3558	136
	ε	180	3538	136
	u	180	3524	136
	i	180	3556	136
	O	180	3995	136
	æ	180	3887	136
	U	180	4214	136
	y	180	4159	136
<hr/>				
/ʒ/	Λ	180	3453	136
	ε	180	3603	136
	u	180	3442	136
	i	180	3608	136
	O	180	3495	136
	æ	180	3775	136
	U	180	3665	136
	y	180	3799	136

Ünlülerin, spektral zirve konumuna etkisi, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F_{(4-28)} = 4.912$, $p < 0.001$].

Çizelge 9’da görüldüğü gibi, farklı seslerde ve farklı ünlülerde spektral zirve konumu değerlerinin değiştiği gözlenmektedir. /f/ sesinin en yüksek değeri /u/ ünlüsüyle (7100 Hz), en düşük değeri /y/ ünlüsü ile gözlenmiştir (5945 Hz). /s/ sesinin en yüksek değeri /u / ünlüsüyle (8016 Hz), en düşük değeri /Λ/ ünlüsü ile gözlenmiştir. (6979 Hz). /z/ sesinin en yüksek değeri /Λ/ ünlüsüyle (7081 Hz), en düşük değeri /æ/ ünlüsü ile gözlenmiştir (6521 Hz). /ʃ/ sesinin en yüksek değeri /u/ ünlüsüyle (4214 Hz), en düşük değeri /u/ ünlüsüyle gözlenmiştir (3524 Hz). /ʒ/ sesinin en yüksek değeri /y/ ünlüsüyle (3788 Hz), en düşük değeri /u/ ünlüsü ile gözlenmiştir (3442 Hz).

Spektral zirve konumu ile hece sayısı etkileşimi

Türkçe’deki /f/, /s/, /z/, /ʃ/, /ʒ/ seslerinin (N=7200) spektral zirve konumunun hece sayısına göre ortalama (Ort.) ve standart hata (SH) değerleri Çizelge 10’da verilmiştir.

Çizelge 10. Sürtünmeli seslerin spektral zirvekonum değerlerinin hece sayısına göre ortalama (Hz) ve standart hata (SH) değerleri

Sürtünme	Hece sayısı	n	Ort. (Hz)	SH
/f/	Tek hece	480	6990	79.0
	İki hece	960	6536	55.9
/s/	Tek hece	480	7445	79.0
	İki hece	960	7352	55.9
/z/	Tek hece	480	6955	79.0
	İki hece	960	6902	55.9
/ʃ/	Tek hece	480	3772	79.0
	İki hece	960	3836	55.9
/ʒ/	Tek hece	480	3616	79.0
	İki hece	960	3594	55.9

Hece sayısının spektral zirve konumuna etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır [$F_{(4-1)} = 1.425$, $p > 0.001$].

Spektral zirve konumu ile hece konumu etkileşimi

Türkçe'deki /f/, /s/, /z/, /ʃ/, /ʒ/ seslerinin (n=7200) spektral zirve konumunun hece sayısına göre ortalama (Ort.) ve standart hata (SH) değerleri Çizelge 11'de verilmiştir.

Çizelge 11. Sürtünmeli seslerin spektral zirve konum değerlerinin hece konumuna göre ortalama (Hz) ve standart hata (SH) değerleri

Sürtünme	Hece Konumu	n	Ort. (Hz)	SH
/f/	THHB	240	6724	109.7
	THHS	240	6657	109.7
	İHHBSB	240	6821	109.7
	İHHBSO	240	6667	109.7
	İHHSSO	240	5944	109.7
	İHHSSS	240	6715	109.7
/s/	THHB	240	7420	109.7
	THHS	240	7471	109.7
	İHHBSB	240	7478	109.7
	İHHBSO	240	7506	109.7
	İHHSSO	240	7214	109.7
	İHHSSS	240	7208	109.7
/z/	THHB	240	7181	109.7
	THHS	240	6729	109.7

	İHHBSB	240	7367	109.7
	İHHBSO	240	7105	109.7
	İHHSSO	240	6627	109.7
	İHHSSS	240	6510	109.7
/f/				
	THHB	240	3885	109.7
	THHS	240	3660	109.7
	İHHBSB	240	3680	109.7
	İHHBSO	240	4076	109.7
	İHHSSO	240	3697	109.7
	İHHSSS	240	3890	109.7
/z/				
	THHB	240	3869	109.7
	THHS	240	3363	109.7
	İHHBSB	240	3521	109.7
	İHHBSO	240	3863	109.7
	İHHSSO	240	3538	109.7
	İHHSSS	240	3454	109.7

Hece konumunun, spektral zirve konumuna etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F_{(4-5)} = 3.286, p < 0.001$].

Çizelge 11’de görüldüğü gibi, farklı seslerde ve farklı hece konumunda spektral zirve konumu değerlerinin değiştiği gözlenmektedir. /f/ sesinin en yüksek değeri 6821 Hz ile İHHBSB konumunda, en düşük değeri 5944 Hz ile İHHSSO konumunda/s/ sesinin en yüksek değeri 7506 Hz ile İHHBSO konumunda, en düşük değeri 7208 Hz ile İHHSSS konumunda, /z/ sesinin en yüksek değeri 7367Hz ile İHHBSB konumunda en düşük değeri 5944 Hz ile İHHSSS konumunda, /f/ sesinin en yüksek değeri 4076 Hz ile İHHBSO konumunda, en düşük değeri 3660 Hz ile THHS konumunda, /z/ sesinin en yüksek değeri 6821 Hz ile THHB konumunda en düşük değeri 3363 Hz ile THHS konumunda olduğu gözlenmiştir.

Süre ile cinsiyet etkileşimi

Türkçe’deki /f/, /s/, /z/ ,/f/, /z/ seslerinin (n=7200) süresinin cinsiyete göre ortalama (Ort.) ve standart hata (SH) değerleri Çizelge 12’de verilmiştir.

Çizelge 12. Sürtünmeli seslerin süre değerlerinin cinsiyete göre ortalama (ms) ve standart hata (SH) değerleri

Sürtünme	Cinsiyet	n	Ort.(ms)	SH
/f/	Kadın	720	108	0.001
	Erkek	720	101	0.001
/s/	Kadın	720	128	0.001
	Erkek	720	116	0.001
/z/				

	Kadın	720	87	0.001
	Erkek	720	83	0.001
/f/	Kadın	720	130	0.001
	Erkek	720	116	0.001
/z/	Kadın	720	83	0.001
	Erkek	720	84	0.001

Cinsiyetin süreye etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F_{(4-1)} = 23.552$, $p < 0.001$].

Çizelge 12’de görüldüğü gibi, kadınların süre değerlerinin /z/ sesi hariç erkeklerinkinden daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Kadınların /f/ sesi 7 ms, /s/ sesi 6 ms, /z/ sesi 4 ms, /j/ sesi 14 ms daha erkeklerden daha uzundur. /z/ sesi ise kadınlarda 83 ms, erkeklerde 84 ms olarak ölçülmüştür.

Süreile ünlü etkileşimi

Türkçe’deki /f/, /s/, /z/, /j/, /z/ seslerinin (n=7200) süresinin ünlü ortamına göre ortalama (Ort.) ve standart hata (SH) değerleri Çizelge 13’de verilmiştir.

Çizelge 13. Sürtünmeli seslerin süre değerlerinin ünlülere göre ortalama (ms) ve standart hata (SH) değerleri

Sürtünme	Ünlü	n	Ort. (ms)	SH
/f/	Λ	180	100	0.002
	ε	180	101	0.002
	u	180	104	0.002
	i	180	104	0.002
	o	180	105	0.002
	æ	180	106	0.002
	U	180	109	0.002
	y	180	106	0.002
/s/	Λ	180	117	0.002
	ε	180	119	0.002
	u	180	129	0.002
	i	180	126	0.002
	o	180	117	0.002
	æ	180	118	0.002
	U	180	127	0.002
	y	180	125	0.002
/z/	Λ	180	81	0.002
	ε	180	87	0.002
	u	180	90	0.002
	i	180	90	0.002
	o	180	80	0.002
	æ	180	84	0.002
	U	180	88	0.002

	y	180	84	0.002
/f/	Λ	180	119	0.002
	ε	180	122	0.002
	u	180	127	0.002
	i	180	129	0.002
	o	180	117	0.002
	æ	180	120	0.002
	U	180	122	0.002
	y	180	128	0.002
	/z/	Λ	180	80
ε		180	83	0.002
u		180	87	0.002
i		180	90	0.002
o		180	79	0.002
æ		180	79	0.002
U		180	85	0.002
y		180	85	0.002

Ünlülerin, süreye etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F_{(4-7)} = 1.988$, $p < 0.01$].

Çizelge 13’de görüldüğü gibi, farklı seslerde ve farklı ünlülerde süre değerleri değişmektedir. /f/ sesinin en yüksek değeri 109 ms ile /u/ ünlüsüyle, en düşük değeri 100 ms ile /Λ/ ünlüsü ile gözlenmiştir. /s/ sesinin en yüksek değeri 129 ms ile /u/ ünlüsüyle, en düşük değeri 117 ms ile /Λ/ve/o/ ünlüleri ile gözlenmiştir. /z/ sesinin en yüksek değeri 90 ms ile /u/ ve /i/ ünlüleriyle, en düşük değeri 81 ms ile /Λ/ ünlüsü ile gözlenmiştir. /ʃ/ sesinin en yüksek değeri 129 ms ile /i/ ünlüsüyle, en düşük değeri 117 ms ile /o/ ünlüsü ile gözlenmiştir. /z/ sesinin en yüksek değeri 90 ms ile /i/ ünlüsüyle, en düşük değeri 79 ms ile /o/ ve /æ/ ünlüleriyle gözlenmiştir.

Süreile hece sayısı etkileşimi

Türkçe’deki /f/, /s/, /z/, /ʃ/, /z/ seslerinin (n=7200) süresinin hece sayısına göre ortalama (Ort.) ve standart hata (SH) değerleri Çizelge 14’te verilmiştir.

Çizelge 14. Sürtünmeli seslerin süresinin hece sayısına göre ortalama (ms) ve standart hata (SH) değerleri

Sürtünme	Hece sayısı	n	Ort. (ms)	SH
/f/	Tek hece	480	111	0,001
	İki hece	960	98	0,001
/s/	Tek hece	480	131	0,001
	İki hece	960	113	0,001
/z/	Tek hece	480	90	0,001
	İki hece	960	81	0,001

<i>/f/</i>	Tek hece	480	130	0,001
	İki hece	960	116	0,001
<i>/z/</i>	Tek hece	480	88	0,001
	İki hece	960	79	0,001

Hece sayısının süreye etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F_{(4-1)} = 10.184$, $p < 0.001$].

Çizelge 14’te görüldüğü gibi, tek heceli kelimelerin, her seste (*/f/*, 111 ms, */s/*, 131 ms, */z/*, 90 ms, */f/*, 130 ms, */z/*, 88 ms) iki heceli kelimelerden (*/f/*, 98 ms, */s/*, 113 ms, */z/*, 81 ms, */f/*, 116 ms, */z/*, 79 ms,) daha uzun olduğu görülmektedir. Bu fark en fazla */s/* ve */f/* seslerinde gözlenmektedir.

Süre ile hece konumu etkileşimi

Türkçe’deki */f/*, */s/*, */z/*, */f/*, */z/* seslerinin (n=7200) sürenin hece konumuna göre ortalama (Ort.) ve standart hata (SH) değerleri Çizelge 15’te verilmiştir.

Çizelge 15. Sürtüneli seslerin süresinin hece konumuna göre ortalama (ms) ve standart hata (SH) değerleri

Sürtünme	Hece Konumu	n	Ort. (ms)	SH
<i>/f/</i>	THHB	240	118	0,001
	THHS	240	104	0,001
	İHHBSB	240	109	0,001
	İHHBSO	240	109	0,001
	İHHSSO	240	79	0,001
	İHHSSS	240	94	0,001
<i>/s/</i>	THHB	240	144	0,001
	THHS	240	119	0,001
	İHHBSB	240	133	0,001
	İHHBSO	240	125	0,001
	İHHSSO	240	92	0,001
	İHHSSS	240	103	0,001
<i>/z/</i>	THHB	240	92	0,001
	THHS	240	88	0,001
	İHHBSB	240	85	0,001
	İHHBSO	240	84	0,001
	İHHSSO	240	74	0,001
	İHHSSS	240	81	0,001
<i>/f/</i>	THHB	240	142	0,001
	THHS	240	119	0,001
	İHHBSB	240	131	0,001

<i>/ʒ/</i>	İHHBSO	240	128	0,001
	İHHSSO	240	99	0,001
	İHHSSS	240	105	0,001
	THHB	240	87	0,001
	THHS	240	89	0,001
	İHHBSB	240	82	0,001
	İHHBSO	240	85	0,001
	İHHSSO	240	72	0,001
	İHHSSS	240	77	0,001

Hece konumunun süreye etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F_{(4-5)} = 32.442, p < 0.001$].

Çizelge 15'te görüldüğü gibi, farklı seslerde ve farklı hece konumunda süre değerleri farklılık göstermektedir. /f/ sesinin en yüksek değeri THHB konumunda 118 ms, en düşük değeri İHHSSO 79 ms konumlarındadır. /s/ sesinin en yüksek değeri THHB 144 ms, en düşük değeri İHHSSO 92 ms konumlarındadır. /z/ sesinin en yüksek değeri THHB 92 ms, en düşük değeri İHHSSO 74 ms konumlarındadır. /ʃ/ sesinin en yüksek değeri THHB 142 ms, en düşük değeri İHHSSO 99 ms konumlarındadır. /ʒ/ sesinin en yüksek değeri THHS 89 ms, en düşük değeri İHHSSO 72 ms konumlarındadır.

Genel şiddet ile cinsiyet etkileşimi

Türkçe'deki /f/, /s/, /z/, /ʃ/, /ʒ/ seslerinin (n=7200) genel şiddetinin cinsiyete göre ortalama (Ort.) ve standart hata (SH) değerleri Çizelge 16'da verilmiştir.

Çizelge 16. Sürtünmeli seslerin genel şiddetinin cinsiyete göre ortalama (dB) ve standart hata (SH) değerleri

Sürtünme	Cinsiyet	n	Ort. (dB)	SH
<i>/f/</i>	Kadın	720	59	0.120
	Erkek	720	62	0.120
<i>/s/</i>	Kadın	720	61	0.120
	Erkek	720	63	0.120
<i>/z/</i>	Kadın	720	64	0.120
	Erkek	720	66	0.120
<i>/ʃ/</i>	Kadın	720	66	0.120
	Erkek	720	65	0.120
<i>/ʒ/</i>	Kadın	720	66	0.120
	Erkek	720	68	0.120

Cinsiyetin genel şiddete etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F_{(4-1)} = 113079, p < 0.001$].

Çizelge 16’da görüldüğü gibi, kadınların genel şiddet değerlerinin /f/ sesi dışında erkeklerin genel şiddet değerlerinden daha düşük olduğu gözlenmektedir. /f/ sesinin genel şiddet değeri kadınlar için 59 dB, erkekler için 62 dB’dir. /s/ sesinin kadınlar için değeri 61 dB, erkekler için 63 dB’dir. /z/ sesinin kadınlar için değeri 64 dB, erkekler için değeri 66 dB’dir. /ʒ/ sesinin kadınlar için değeri 66 dB, erkekler için 68 dB’dir.

Genel şiddet ile ünlü etkileşimi

Türkçe’deki /f/, /s/, /z/, /ʃ/, /ʒ/ seslerinin (n=7200) spektral zirve konumunun ünlülere göre ortalama (Ort.) ve standart hata (SH) değerleri Çizelge 17’de verilmiştir.

Çizelge 17. Sürtünmeli seslerin genel şiddetinin ünlülere göre ortalama (dB) ve standart hata (SH) değerleri

Sürtünme	Ünlü	n	Ort.(dB)	SH
/f/	Λ	180	60	0.239
	ε	180	61	0.239
	u	180	60	0.239
	i	180	60	0.239
	O	180	61	0.239
	æ	180	61	0.239
	U	180	60	0.239
			180	60
/s/	Λ	180	62	0.239
	ε	180	62	0.239
	u	180	62	0.239
	i	180	61	0.239
	O	180	62	0.239
	æ	180	62	0.239
	U	180	61	0.239
	y	180	61	0.239
/z/	Λ	180	66	0.239
	ε	180	66	0.239
	u	180	65	0.239
	i	180	64	0.239
	O	180	65	0.239
	æ	180	65	0.239
	U	180	65	0.239
	y	180	65	0.239
/ʃ/	Λ	180	66	0.239
	ε	180	67	0.239
	u	180	67	0.239
	i	180	67	0.239
	O	180	65	0.239
	æ	180	65	0.239

	U	180	64	0.239
	y	180	64	0.239
<i>/ʒ/</i>				
	Λ	180	67	0.239
	ε	180	67	0.239
	u	180	67	0.239
	i	180	67	0.239
	O	180	67	0.239
	æ	180	67	0.239
	U	180	66	0.239
	y	180	66	0.239

Ünlülerin genel şiddete etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F_{(4-7)} = 4.912, p < 0.001$].

Çizelge 17’de görüldüğü gibi, farklı seslerde ve farklı ünlülerde genel şiddet değerlerinin değiştiği görülmektedir. /f/ ve /s/ sesleri bütün ünlülerde birbirlerine çok yakın değerler göstermektedir ve ünlüler arasında 60 ile 62 dB arasında olmak üzere benzer değerlere sahiptir. /z/ sesi ile birlikte genel şiddet değerleri yükselmektedir ancak farklı ünlüler benzer değerlere sahiptir (64-65-66 dB). En yüksek şiddet değerleri /ʃ/ ve /ʒ/ seslerinde gözlenmektedir. Her iki sesinde genel şiddet değerleri 67 dB ile en yüksek /ε /, /u/ ve /i/ ünlüleri ile birlikte gözlenmiştir.

Genel şiddet ile hece sayısı etkileşimi

Türkçe’deki /f/, /s/, /z/, /ʃ/, /ʒ/ seslerinin (N=7200) spektral zirve konumunun hece sayısına göre ortalama (Ort.) ve standart hata (SH) değerleri Çizelge 18’de verilmiştir.

Çizelge 18. Sürtünmeli seslerin genel şiddetinin hece sayısına göre ortalama (dB) ve standart hata (SH) değerleri

Sürtünme	Hece sayısı	n	Ort.(dB)	SH
<i>/f/</i>	Tek hece	480	60	0.138
	İki hece	960	62	0.098
<i>/s/</i>	Tek hece	480	62	0.138
	İki hece	960	62	0.098
<i>/z/</i>	Tek hece	480	65	0.138
	İki hece	960	66	0.098
<i>/ʃ/</i>	Tek hece	480	66	0.138
	İki hece	960	66	0.098
<i>/ʒ/</i>	Tek hece	480	67	0.138
	İki hece	960	67	0.098

Hece sayısının genel şiddete etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F_{(4-1)} = 1.852, p < 0.001$].

Çizelge 18 incelendiğinde hece sayısı değerlerinin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. En düşük şiddet, her iki hece sayısında da /f/ sesine aittir. En yüksek şiddetin, her iki hece sayısında da /z/ sesine ait olduğu gözlenmektedir.

Genel şiddet ile hece konumu etkileşimi

Türkçe'deki /f/, /s/, /z/, /ʃ/, /z/ seslerinin (n=7200) genel şiddetinin hece konumuna göre ortalama (Ort.) ve standart hata (SH) değerleri Çizelge 19'da verilmiştir.

Çizelge 19. Sürtünmeli seslerin genel şiddetinin hece konumuna göre ortalama (dB) ve standart hata (SH) değerleri

Sürtünme	Hece Konumu	n	Ort.(dB)	SH
/f/	THHB	240	61	0.178
	THHS	240	60	0.178
	İHHBSB	240	61	0.178
	İHHBSO	240	61	0.178
	İHHSSO	240	60	0.178
	İHHSSS	240	59	0.178
/s/	THHB	240	61	0.178
	THHS	240	60	0.178
	İHHBSB	240	61	0.178
	İHHBSO	240	61	0.178
	İHHSSO	240	60	0.178
	İHHSSS	240	59	0.178
/z/	THHB	240	61	0.178
	THHS	240	60	0.178
	İHHBSB	240	61	0.178
	İHHBSO	240	61	0.178
	İHHSSO	240	60	0.178
	İHHSSS	240	59	0.178
/ʃ/	THHB	240	61	0.178
	THHS	240	60	0.178
	İHHBSB	240	61	0.178
	İHHBSO	240	61	0.178
	İHHSSO	240	60	0.178
	İHHSSS	240	59	0.178
/z/	THHB	240	61	0.178
	THHS	240	60	0.178
	İHHBSB	240	61	0.178
	İHHBSO	240	61	0.178

İHHSSO	240	60	0.178
İHHSSS	240	59	0.178

Hece konumunun genel şiddete etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F_{(4-5)} = 3.286, p < 0.001$].

Çizelge 19'da görüldüğü gibi, farklı seslerde ve farklı hece konumunda genel şiddet değerleri farklılık gösterdiği gözlenmektedir. /f/ sesinin en yüksek değeri 118 ms ile THHB, en düşük değeri 79 ms ile İHHSSO konumundadır. /s/ sesinin en yüksek değeri 144 ms ile THHB, en düşük değeri 92 ms ile İHHSSO konumundadır. /z/ sesinin en yüksek değeri 92 ms ile THHB, en düşük değeri 74 ms ile İHHSSO konumundadır. /ʃ/ sesinin en yüksek değeri 142 ms ile THHB, en düşük değeri 99 ms ile İHHSSO konumundadır. /ʒ/ sesinin en yüksek değeri 89 ms ile THHS, en düşük değeri 72 ms ile İHHSSO konumundadır.

Normalize şiddet ile cinsiyet etkileşimi

Türkçe'deki /f/, /s/, /z/, /ʃ/, /ʒ/ seslerinin (N=7200) normalize şiddetinin cinsiyete göre ortalama (Ort.) ve standart hata (SH) değerleri Çizelge 20'de verilmiştir.

Çizelge 20. Sürtünmeli seslerin normalize şiddetinin cinsiyete göre ortalama (dB) ve standart hata (SH) değerleri

Sürtünme	Cinsiyet	n	Ort.(dB)	SH
/f/	Kadın	720	-13	0.461
	Erkek	720	-11	0.461
/s/	Kadın	720	-13	0.461
	Erkek	720	-10	0.461
/z/	Kadın	720	-11	0.461
	Erkek	720	-8	0.461
/ʃ/	Kadın	720	-7	0.461
	Erkek	720	-8	0.461
/ʒ/	Kadın	720	-8	0.461
	Erkek	720	-7	0.461

Cinsiyetin normalize şiddete etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F_{(4-4)} = 4.308, p < 0.001$].

Çizelge 20'de görüldüğü gibi, kadınların normalize şiddet değerlerinin, /ʃ/ sesi hariç erkeklerinkinden düşük olduğu gözlenmiştir. Normalize şiddet değerleri /f/ sesi için kadınlarda -13 dB, erkeklerde -11 dB, /s/ sesi için kadınlarda -13 dB, erkeklerde -10dB, /z/ sesi için kadınlarda -11 dB, erkeklerde -8 dB, /ʒ/ sesi için kadınlarda -8 dB, erkeklerde -7 dB olarak ölçülmüştür. /ʃ/ sesinde ise kadınlarda -7 dB, erkeklerde -8 dB olarak ölçülmüştür.

Normalize şiddet ile ünlü etkileşimi

Türkçe'deki /f/, /s/, /z/, /ʃ/, /ʒ/ seslerinin (n=7200) spektral zirve konumunun ünlülere göre ortalama (Ort.) ve standart hata (SH) değerleri Çizelge 21'de verilmiştir.

Çizelge 21. Sürtünmeli seslerin normalize şiddetinin ünlülere göre ortalama (dB) ve standart hata (SH) değerleri

Sürtünme	Ünlü	n	Ort.(dB)	SH
/f/	Λ	180	-15	0.921
	ε	180	-15	0.921
	u	180	-11	0.921
	i	180	-11	0.921
	o	180	-16	0.921
	æ	180	-15	0.921
	u	180	-3	0.921
	y	180	-11	0.921
/s/	Λ	180	-12	0.921
	ε	180	-13	0.921
	u	180	-10	0.921
	i	180	-9	0.921
	o	180	-14	0.921
	æ	180	-14	0.921
	u	180	-11	0.921
	y	180	-9	0.921
/z/	Λ	180	-11	0.921
	ε	180	-11	0.921
	u	180	-8	0.921
	i	180	-8	0.921
	o	180	-12	0.921
	æ	180	-11	0.921
	u	180	-8	0.921
	y	180	-7	0.921
/ʃ/	Λ	180	-8	0.921
	ε	180	-8	0.921
	u	180	-5	0.921
	i	180	-4	0.921
	o	180	-11	0.921
	æ	180	-10	0.921
	u	180	-7	0.921
	y	180	-6	0.921
/ʒ/	Λ	180	-8	0.921
	ε	180	-8	0.921
	u	180	-6	0.921
	i	180	-6	0.921
	o	180	-10	0.921
	æ	180	-9	0.921
	u	180	-7	0.921

Ünlülerin normalize şiddete etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F_{(4-7)} = 3.253, p < 0.001$].

Çizelge 21’de görüldüğü gibi, farklı seslerde ve farklı ünlülerde normalize şiddet değerlerinin değiştiği gözlenmektedir. /f/ sesi /o/ ünlüsüyle birlikte en düşük (-16 dB), /u/ ünlüsüyle en yüksek (-3 dB) değerine sahiptir. /s/ sesi /i/ ve /y/ ünlüleri ile en yüksek (-9dB), /ε/ ünlüsüyle en düşük (-13 dB) değerine sahiptir. /z/ sesi en yüksek değere /y/ ünlüsü ile (-7 dB), en düşük değere ise /o/ ünlüsü ile (-12 dB) sahiptir. /ʃ/ ve /z/ seslerinin en yüksek değerleri /i/ ünlüsü ile (sırasıyla -4 dB ve -6 dB) birlikte en düşük değerleri /o/ ünlüsü (sırasıyla -11 dB ve -10dB) ile gözlenmektedir.

Normalize şiddet ile hece sayısı etkileşimi

Türkçe’deki /f/, /s/, /z/, /ʃ/, /z/ seslerinin (N=7200) normalize şiddetinin hece sayısına göre ortalama (Ort.) ve standart hata (SH) değerleri Çizelge 22’de verilmiştir.

Çizelge 22. Sürtünmeli seslerin normalize şiddetinin hece sayısına göre ortalama (dB) ve standart hata (SH) değerleri

Sürtünme	Hece sayısı	n	Ort.(dB)	SH
/f/	Tek hece	480	-12	0,532
	İki hece	960	-12	0,376
/s/	Tek hece	480	-12	0,532
	İki hece	960	-11	0,376
/z/	Tek hece	480	-10	0,532
	İki hece	960	-8	0,376
/ʃ/	Tek hece	480	-8	0,532
	İki hece	960	-7	0,376
/z/	Tek hece	480	-8	0,532
	İki hece	960	-7	0,376

Hece sayısının normalize şiddete etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır [$F_{(1-1)} = 19.247, p < 0.001$].

Normalize şiddet ile hece konumu etkileşimi

Türkçe'deki /f/, /s/, /z/, /ʃ/, /ʒ/ seslerinin (n=7200) normalize şiddetinin hece sayısına göre ortalama (Ort.) ve standart hata (SH) değerleri Çizelge 23'te verilmiştir.

Çizelge 23. Sürtünmeli seslerin normalize şiddetinin hece konumuna göre ortalama (dB) ve standart hata (SH) değerleri

Sürtünme	Hece Konumu	n	Ort.(dB)	SH
/f/	THHB	240	-9	0.748
	THHS	240	-15	0.748
	İHHBSB	240	-11	0.748
	İHHBSO	240	-11	0.748
	İHHSSO	240	-12	0.748
	İHHSSS	240	-14	0.748
/s/	THHB	240	-11	0.748
	THHS	240	-13	0.748
	İHHBSB	240	-10	0.748
	İHHBSO	240	-11	0.748
	İHHSSO	240	-11	0.748
	İHHSSS	240	-12	0.748
/z/	THHB	240	-9	0.748
	THHS	240	-12	0.748
	İHHBSB	240	-7	0.748
	İHHBSO	240	-7	0.748
	İHHSSO	240	-8	0.748
	İHHSSS	240	-12	0.748
/ʃ/	THHB	240	-7	0.748
	THHS	240	-9	0.748
	İHHBSB	240	-5	0.748
	İHHBSO	240	-6	0.748
	İHHSSO	240	-7	0.748
	İHHSSS	240	-8	0.748
/ʒ/	THHB	240	-6	0.748
	THHS	240	-10	0.748
	İHHBSB	240	-6	0.748
	İHHBSO	240	-6	0.748
	İHHSSO	240	-7	0.748
	İHHSSS	240	-9	0.748

Hece konumunun normalize şiddete etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. [F₍₁₋₅₎ = 1.065, p>0.001].

F2 geçiş frekansını ile cinsiyet etkileşimi

Türkçe'deki /f/, /s/, /z/, /ʃ/, /ʒ/ seslerinin (n=7200) Formant 2 geçiş frekansının cinsiyete göre ortalama (Ort.) ve standart hata (SH) değerleri izelge 24'te verilmiştir.

Çizelge 24. Sürtünmeli seslerin Formant 2 geçiş frekansının cinsiyete göre ortalama (Hz) ve standart hata (SH) değerleri

Sürtünme	Cinsiyet	n	Ort.(dB)	SH
/f/	Kadın	720	1435	7.313
	Erkek	720	1303	7.313
/s/	Kadın	720	1672	7.313
	Erkek	720	1488	7.313
/z/	Kadın	720	1642	7.313
	Erkek	720	1445	7.313
/ʃ/	Kadın	720	1991	7.313
	Erkek	720	1677	7.313
/ʒ/	Kadın	720	2060	7.313
	Erkek	720	1751	7.313

Cinsiyetin F2 geçiş frekansına etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [F₍₄₋₄₎ = 4.308, p<0.001].

Çizelge 24'te görüldüğü gibi, kadınların F2 geçiş frekansları, erkeklerin F2 frekanslarına göre daha yüksektir. /f/ için kadınların F2 geçiş frekansını 1435 Hz, erkeklerin 1303 Hz'dir. /s/ için kadınların F2 geçiş frekansını 1672 Hz, erkeklerin 1488 hz'dir. /z/ için kadınların F2 geçiş frekansını 1642 Hz, erkeklerin 1445 Hz'dir. /ʃ/ için kadınların geçiş frekansını 1991 Hz, erkeklerin 1677 hz2dir. /ʒ/ için kadınların F2 geçiş frekansını 2060, erkeklerin geçiş frekansını 1751 Hz'dir.

F 2 geçiş frekansını ile ünlü etkileşimi

Türkçe'deki /f/, /s/, /z/, /ʃ/, /ʒ/ seslerinin (n=7200) Formant 2 geçiş frekansının ünlülere göre ortalama (Ort.) ve standart hata (SH) değerleri izelge 25'te verilmiştir.

Çizelge 25. Sürtünmeli seslerin Formant 2 geçiş frekansının ünlülere göre ortalama (Hz) ve standart hata (SH) değerleri

Sürtünme	Ünlü	n	Ort.(dB)	SH
/f/	Λ	180	1061	14,626
	ε	180	1754	14,626
	u	180	1144	14,626
	i	180	1918	14,626

	O	180	914	14,626
	æ	180	1471	14,626
	U	180	1033	14,626
	y	180	1657	14,626
<hr/>				
/s/	Λ	180	1339	14,626
	ε	180	1917	14,626
	u	180	1591	14,626
	i	180	2028	14,626
	O	180	1169	14,626
	æ	180	1609	14,626
	U	180	1229	14,626
	y	180	1757	14,626
<hr/>				
/z/	Λ	180	1351	14,626
	ε	180	1804	14,626
	u	180	1509	14,626
	i	180	1920	14,626
	O	180	1224	14,626
	æ	180	1571	14,626
	U	180	1269	14,626
	y	180	1702	14,626
<hr/>				
/ʃ/	Λ	180	1742	14,626
	ε	180	2077	14,626
	u	180	1942	14,626
	i	180	2178	14,626
	O	180	1496	14,626
	æ	180	1746	14,626
	U	180	1623	14,626
	y	180	1871	14,626
<hr/>				
/ʒ/	Λ	180	1834	14,626
	ε	180	2088	14,626
	u	180	2018	14,626
	i	180	2153	14,626
	O	180	1680	14,626
	æ	180	1843	14,626
	U	180	1729	14,626
	y	180	1898	14,626

Ünlülerin F2 geçiş frekansına etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F_{(4-7)} = 5.4531, p < 0.001$].

Çizelge 25'te görüldüğü gibi, farklı seslerde ve farklı ünlülerde F2 geçiş frekans değerleri değişmektedir. Ancak 5 sürtünmeli için en yüksek F2 geçiş frekansı /i/ ünlüsüyle, en düşük değer ise /o/ ünlüsüyle ölçülmüştür. /f/ sesinin en yüksek değeri /i/ ünlüsüyle (1918 Hz), en düşük değeri /o/ ünlüsü ile birlikte (914 Hz) gözlenmiştir. /s/ sesinin en yüksek değeri /i/ ünlüsüyle (2028 Hz), en düşük değeri /o/ ünlüsüyle (1169 Hz) birlikte gözlenmiştir. /z/ sesinin en yüksek değeri /i/ ünlüsüyle (1920 Hz), en düşük değeri /o/ ünlüsüyle (1224 Hz) birlikte gözlenmiştir. /ʃ/ sesinin en yüksek değeri /i/ ünlüsüyle (2178 Hz), en düşük değeri

/o/ünlüsüyle (1496 Hz) birlikte gözlenmiştir. /z/ sesinin en yüksek değeri /i/ ünlüsüyle (2153 Hz), en düşük değeri /o/ ünlüsü ile (1680 Hz) birlikte gözlenmiştir.

Formant 2 geçiş frekansı ile hece sayısı etkileşimi

Türkçe'deki /f/, /s/, /z/, /ʃ/, /z/ seslerinin (n=7200) Formant 2 geçiş frekansının hece sayısına göre ortalama (Ort.) ve standart hata (SH) değerleri Çizelge 26'da verilmiştir.

Çizelge 26. Sürtünmeli seslerin Formant 2 geçiş frekansının hece sayısına göre ortalama (Hz) ve standart hata (SH) değerleri

Sürtünme	Hece sayısı	n	Ort.(dB)	SH
/f/	Tek hece	480	1369	8.454
	İki hece	960	1369	5.971
/s/	Tek hece	480	1533	8.444
	İki hece	960	1554	5.971
/z/	Tek hece	480	1533	8.444
	İki hece	960	1554	5.974
/ʃ/	Tek hece	480	1839	8.444
	İki hece	960	1829	5.971
/z/	Tek hece	480	1907	8.444
	İki hece	960	1904	5.971

Hece sayısının F2 geçiş frekansına etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır [$F_{(4-1)} = 1.425, p > 0.001$].

Formant 2 geçiş frekansı ile hece konumu etkileşimi

Türkçe'deki /f/, /s/, /z/, /ʃ/, /z/ seslerinin (N=7200) Formant 2 geçiş frekansının hece sayısına göre ortalama (Ort.) ve standart hata (SH) değerleri Çizelge 27'de verilmiştir.

Çizelge 27. Sürtünmeli seslerin Formant 2 geçiş frekansının hece konumuna göre ortalama (Hz) ve standart hata (SH) değerleri

Sürtünme	Hece Konumu	n	Ort.(dB)	SH
/f/	THHB	240	1373	11.437
	THHS	240	1365	11.437
	İHHBSB	240	1375	11.437
	İHHBSO	240	1378	11.437
	İHHSSO	240	1381	11.437

/s/	İHHSSS	240	1342	11.437
	THHB	240	1560	11.437
	THHS	240	1593	11.437
	İHHBSB	240	1577	11.437
	İHHBSO	240	1576	11.437
	İHHSSO	240	1623	11.437
	İHHSSS	240	1560	11.437
/z/	THHB	240	1551	11.437
	THHS	240	1514	11.437
	İHHBSB	240	1556	11.437
	İHHBSO	240	1557	11.437
	İHHSSO	240	1540	11.437
	İHHSSS	240	1543	11.437
	/ʃ/	THHB	240	1785
THHS		240	1894	11.437
İHHBSB		240	1791	11.437
İHHBSO		240	1724	11.437
İHHSSO		240	1921	11.437
İHHSSS		240	1881	11.437
/ʒ/		THHB	240	1889
	THHS	240	1925	11.437
	İHHBSB	240	1894	11.437
	İHHBSO	240	1817	11.437
	İHHSSO	240	1973	11.437
	İHHSSS	240	1933	11.437

Hece konumunun F2 frekansına etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F_{(4-5)} = 12.964, p < 0.001$].

Çizelge 27’de görüldüğü gibi, farklı seslerde ve farklı hece konumlarında F2 geçiş frekansının değiştiği gözlenmektedir. /f/, /s/ ve /z/ seslerinin her konumda F2 geçiş frekansının yaklaşık değerlere sahip olduğu gözlenmektedir. /ʃ/ sesinin İHHSSO konumunda değerinin yükseldiği (1921 Hz), İHHBSO konumunda değerinin düştüğü (1724 Hz) gözlenmektedir. /ʒ/ sesinin İHHSSO konumunda değerinin yükseldiği (1973 Hz), diğer konumlarda benzer değerlere sahip olduğu gözlenmiştir.

Ağırlık merkezi ile cinsiyet etkileşimi

Türkçe'deki /f/, /s/, /z/, /ʃ/, /ʒ/ seslerinin (N=7200) ağırlık merkezinin cinsiyete göre ortalama (Ort.) ve standart hata (SH) değerleri Çizelge 28'te verilmiştir.

Çizelge 28. Sürtünmeli seslerin ağırlık merkezinin cinsiyete göre ortalama (Hz) ve standart hata (SH) değerleri

Sürtünme	Cinsiyet	n	Ort.(Hz)	SH
/f/	Kadın	720	1974	51.020
	Erkek	720	1004	51,020
/s/	Kadın	720	4764	51.020
	Erkek	720	3064	51,020
/z/	Kadın	720	1728	51.020
	Erkek	720	1016	51,020
/ʃ/	Kadın	720	4155	51.020
	Erkek	720	2922	51,020
/ʒ/	Kadın	720	1994	51.020
	Erkek	720	1300	51,020

Cinsiyetin ağırlık merkezine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F_{(4-1)} = 33.721, p < 0.001$].

Çizelge 28'de görüldüğü gibi, kadınların ağırlık merkezleri erkeklerin ağırlık merkezleri değerlerinden yüksektir. /f/ sesinin kadınlardaki ağırlık merkezi 1974 Hz, erkeklerde 1004 Hz'dir. /s/ sesinin ağırlık merkezi 4764 Hz, erkeklerde 3063 Hz'dir. /z/ sesinin ağırlık merkezi kadınlarda 1728 Hz, erkeklerde 1016 Hz, /ʃ/ sesinin ağırlık merkezi kadınlarda 4155 Hz, erkeklerde 2922 Hz'dir. /ʒ/ sesinini ağırlık merkezi kadınlarda 1994, erkeklerde 1300 Hz'dir.

Ağırlık merkezi ünlü etkileşimi

Türkçe'deki /f/, /s/, /z/, /ʃ/, /ʒ/ seslerinin (n=7200) ağırlık merkezinin ünlülere göre ortalama (Ort.) ve standart hata (SH) değerleri Çizelge 29'da verilmiştir.

Çizelge 29. Sürtünmeli seslerin ağırlık merkezinin ünlülere göre ortalama (Hz) ve standart hata (SH) değerleri

Sürtünme	Ünlü	n	Ort.(Hz)	SH
/f/	Λ	180	1386	102.041
	ε	180	1399	102.041
	u	180	1696	102.041
	i	180	1535	102.041
	o	180	1277	102.041
	æ	180	1285	102.041
	u	180	1695	102.041

<i>/s/</i>	y	180	1636	102.041
	Λ	180	4384	102.041
	ε	180	4036	102.041
	u	180	4734	102.041
	i	180	4410	102.041
	o	180	3307	102.041
	æ	180	3474	102.041
	u	180	3562	102.041
<i>/z/</i>	y	180	3455	102.041
	Λ	180	1614	102.041
	ε	180	1597	102.041
	u	180	1666	102.041
	i	180	1768	102.041
	o	180	1079	102.041
	æ	180	1102	102.041
	u	180	995	102.041
<i>/ʃ/</i>	y	180	1156	102.041
	Λ	180	3677	102.041
	ε	180	3554	102.041
	u	180	3714	102.041
	i	180	3789	102.041
	o	180	3252	102.041
	æ	180	3421	102.041
	u	180	3409	102.041
<i>/ʒ/</i>	y	180	3495	102.041
	Λ	180	1933	102.041
	ε	180	1871	102.041
	u	180	1772	102.041
	i	180	2017	102.041
	o	180	1402	102.041
	æ	180	1419	102.041
	u	180	1278	102.041
y	180	1483	102.041	

Ünlülerin ağırlık merkezine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F_{(4-7)} = 5.276, p < 0.001$].

Çizelge 29'da görüldüğü gibi, farklı seslerde ve farklı ünlülerde ağırlık merkezi değişmektedir. /f/ sesinin en yüksek değeri /u/ ve /u/ ünlüleriyle (1696 Hz ve 1695 Hz), en düşük değeri/o/(1277 Hz) ünlüsüyledir. /s/ sesinin en yüksek değeri/u/ ünlüsüyle (4734 Hz), en düşük değeri /o/ ünlüsüyle (3307 Hz) birlikte gözlenmektedir. /z/ sesinin en yüksek değeri /i/ ünlüsüyle (1768 Hz), en düşük değeri /u/ ünlüsüyle (6521 Hz) birlikte gözlenmektedir. /ʃ/ sesinin en yüksek değeri /i/ ünlüsüyle (3789 Hz), en düşük değeri /o/ ünlüsüyle (3252 Hz) birlikte gözlenmektedir. /ʒ/ sesinin en yüksek değeri /i/ ünlüsüyle (2017 Hz), en düşük değeri /u/ ünlüsüyle (1278 Hz) birlikte gözlenmektedir.

Ağırlık merkezi ile hece sayısı etkileşimi

Türkçe'deki /f/, /s/, /z/ ,/ʃ/, /ʒ/ seslerinin (n=7200) ağırlık merkezinin hece sayısına göre ortalama (Ort.) ve standart hata (SH) değerleri Çizelge 30'da verilmiştir.

Çizelge 30. Sürtünmeli seslerin ağırlık merkezinin hece sayısına göre ortalama (Hz) ve standart hata (SH) değerleri

Sürtünme	Hece sayısı	n	Ort.(Hz)	SH
/f/	Tek hece	480	1507	58.913
	İki hece	960	1470	58.913
/s/	Tek hece	480	4031	58.913
	İki hece	960	3797	58.913
/z/	Tek hece	480	1491	58.913
	İki hece	960	1253	58.913
/ʃ/	Tek hece	480	7445	58.913
	İki hece	960	7352	58.913
/ʒ/	Tek hece	480	1806	58.913
	İki hece	960	1488	58.913

Hece sayısının ağırlık merkezine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır[F₍₄₋₁₎ = 1.355,p>0.001].

Ağırlık merkezi ile hece konumu etkileşimi

Türkçe'deki /f/, /s/, /z/ ,/ʃ/, /ʒ/ seslerinin (n=7200) ağırlık merkezinin hece konumuna göre ortalama (Ort.) ve standart hata (SH) değerleri Çizelge 31'de verilmiştir.

Çizelge 31. Sürtünmeli seslerin ağırlık merkezinin hece konumuna göre ortalama (Hz) ve standart hata (SH) değerleri

Sürtünme	Hece Konumu	n	Ort.(Hz)	SH
/f/	THHB	240	1679	80.733
	THHS	240	1336	80.733
	İHHBSB	240	1632	80.733
	İHHBSO	240	1501	80.733
	İHHSSO	240	1480	80.733
	İHHSSS	240	1269	80.733
/s/	THHB	240	4266	80.733
	THHS	240	3797	80.733

	İHHBSB	240	4021	80.733
	İHHBSO	240	4015	80.733
	İHHSSO	240	3725	80.733
	İHHSSS	240	3426	80.733
/z/				
	THHB	240	1129	80.733
	THHS	240	1853	80.733
	İHHBSB	240	962	80.733
	İHHBSO	240	1259	80.733
	İHHSSO	240	829	80.733
	İHHSSS	240	1963	80.733
/ʃ/				
	THHB	240	3779	80.733
	THHS	240	3312	80.733
	İHHBSB	240	3708	80.733
	İHHBSO	240	3642	80.733
	İHHSSO	240	3550	80.733
	İHHSSS	240	3229	80.733
/ʒ/				
	THHB	240	1852	80.733
	THHS	240	1760	80.733
	İHHBSB	240	1586	80.733
	İHHBSO	240	1820	80.733
	İHHSSO	240	873	80.733
	İHHSSS	240	1671	80.733

Hece konumunun ağırlık merkezine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F_{(4-5)} = 24.242, p < 0.001$].

Çizelge 31’de görüldüğü gibi, farklı seslerde ve farklı ünlülerde ağırlık merkezi değişmektedir. /f/ sesinin en yüksek değeri 1679 Hz ile THHB en düşük değeri 1269 Hz ile İHHSSS konumundadır. /z/ sesinin en yüksek değeri 1963 Hz ile İHHSSS, en düşük değeri 829 Hz ile İHHSS konumundadır. /ʃ/ sesinin en yüksek değeri 3779 Hz ile THHB, en düşük değeri 3229 Hz ile İHHSSS konumundadır. /ʒ/ sesinin en yüksek değeri 1852 Hz ile THHB, en düşük değeri 873 Hz ile İHHSSO konumundadır.

Türkçe’deki /v/ sesinin akustik özellikleri nelerdir?

/v/ sesi, yöntem bölümünde de belirtildiği gibi, spektrografik görüntüsüne göre değerlendirildiğinde 3 farklı özellik gösterdiği gözlenmiştir: **(1)** Sürtünmeli görünüm, **(2)** Sürtünmeli özellikleriyle birlikte formant görüntüsü ve **(3)** Sadece formantların olduğu görünüm. Çizelge 32’de bu oranlar verilmiştir.

Çizelge 32. /v/ sesinin spektrografik görünüm özellikleri (%)

	n	%
Sürtünmeli görünüm	356	% 24.7
Sürtünmeli özellikleriyle birlikte formant görüntüsü	523	% 36.3
Formantların olduğu görünüm	561	% 39

Çizelge 32’de görüldüğü gibi 1440 verinin sadece %24.7’sinde sürtünme gözlenmiş, kalan verinin % 75.3’ünde ise formantlar gözlenmiştir.

/v/ sesinin ortalama süresi 56 ms.’dir. Çizelge 33’te /v/ sesinin süresinin cinsiyete, / Λ , ϵ , ω , i , o , \ae , u , y / ünlülerine, hece sayısına ve hece konumuna göre (tek hece hece başı (THHB), tek hece hece sonu (THHS), iki heceli sözcüklerde, hece başı sözcük başı (HBSB), hece başı sözcük ortası (HBSO), hece sonu sözcük ortası (HSSO), hece sonu sözcük sonu (HSSS)) değerleri bulunmaktadır.

Çizelge 33. /v/ sesinin cinsiyete, ünlülere, hece sayısı ve hece konumuna göre ortalama süre değerleri

		n	Ort.
Cinsiyet	Kadın	720	56
	Erkek	720	60
Ünlü	Λ	180	58
	ϵ	180	58
	ω	180	58
	i	180	57
	o	180	57
	\ae	180	58
	u	180	59
	y	180	56
Hece sayısı	Tek Hece	480	60
	İki Hece	960	55
Hece Konumu	THHB	240	59
	THHS	240	62
	İHHBSB	240	56
	İHHBSO	240	52
	İHHSSO	240	50
	İHHSSS	240	60

Çizelge incelendiğinde /v/ sesinin süresinin cinsiyete göre değerleri, kadınlarda 56 ms, erkeklerde 60 ms’dir. /v/ sesinin süresinin / Λ /, / ϵ /, / ω /, / i /, / o /, / \ae /, / u /, / y /ünlülerine göre değerleri sırasıyla, 58 ms, 58 ms, 58 ms, 57 ms, 57 ms, 58 ms,

59 ms, 56 ms'dir. /v/ sesinin süresinin hece sayısına göre değerleri tek hece 60 ms, iki hece 55 ms'dir. /v/ sesinin süresinin hece konumuna göre değerleri THHB, THHS, İHHBSB, İHHBSO, İHHSSO ve İHHSSS konumları olarak sırasıyla 59 ms, 62 ms, 56 ms, 52 ms, 50 ms, 60 ms'dir.

Çizelge 34. /v/ sesinin spektrografik görünüm özelliklerinin / Δ , ϵ , ω , i , o , \ae , u , y / ünlülerine, cinsiyete, hece sayısına ve hece konumuna göre (%) oranları

		1	2	3
Cinsiyet				
	Kadın	29.1	28.6	42.4
	Erkek	18.1	47.9	34.0
Ünlü				
	Δ	17.8	27.8	54.4
	ϵ	12.8	35.0	52.2
	ω	4.3	36.1	20.6
	i	27.8	43.9	28.3
	o	21.7	35.0	43.3
	\ae	5.6	44.4	0.0
	u	49.4	27.2	23.3
	y	18.9	41.1	40.0
Hece sayısı				
	Tek Hece	27.7	37.5	34.8
	İki Hece	23.1	35.7	41.1
Hece Konumu				
	THHB	37.5	37.9	24.6
	THHS	17.9	37.1	45.0
	İHHBSB	31.7	34.2	34.2
	İHHBSO	28.3	42.1	29.6
	İHHSSO	19.2	35.8	45.0
	İHHSSS	24.7	36.3	39.0

Çizelge 34'te /v/ sesinin spektrografik görünüm özelliklerinin / Δ , ϵ , ω , i , o , \ae , u , y / ünlülerine, cinsiyete, hece sayısına ve hece konumuna (tek hece hece başı (THHB), tek hece hece sonu (THHS), iki heceli sözcüklerde, hece başı sözcük başı (HBSB), hece başı sözcük ortası (HBSO), hece sonu sözcük ortası (HSSO), hece sonu sözcük sonu (HSSS)) oranları verilmiştir.

Çizelge incelendiğinde, /v/ sesi, en fazla /u/ (% 49.4) ve /i/ (%27.8), en az / ω / (% 4.3) ve / \ae / (%5.6) ünlüleriyle birlikte sadece sürtünmeli ses özelliği göstermektedir. Hem sürtünmeli hem formant özelliğini ise en fazla / \ae / (% 44.4) ve /i/ (%43.9), en az / Δ / (% 27.8) ve /u/ (%27.2) ünlüleriyle birlikte göstermektedir. Sadece formantların olduğu görünüm ise en fazla / Δ / (% 54.4) ve / ϵ / (%52.2), en az / \ae / (% 0.0) ve / ω / (%20.6) ünlüleriyle birlikte göstermektedir.

Türkçe'deki /h/ sesinin akustik özellikleri nelerdir?

/h/ sesi, spektrografik görüntüsüne göre değerlendirildiğinde 4 farklı özellik gösterdiği gözlenmiştir: (1) Yoğun formant görüntüsü ve sürtünme, (2) 1 ile benzer, ancak azalmış yoğunluk, (3) Sürtünme (enerji düşük frekanslarda) ve formant olmaması (4) Neredeyse hiç enerjinin görülmemesi. Çizelge 36'da bu oranlar verilmiştir.

Çizelge 35. /h/ sesinin spektrografik görünümünün % oranları (n=1440)

	n	%
(1)Yoğun formant görüntüsü ve sürtünme	468	% 32.5
(2)1 ile benzer, azalmış yoğunluk,	573	%39.8
(3)Sürtünme (enerji düşük frekanslarda) ve formant yok	90	% 6.3
(4) Neredeyse hiç enerjinin görülmemesi.	309	%21. 5

Şekil 35'de de görüldüğü gibi 1440 verinin sadece % 6.3'ü sürtünmeli özellik göstermekte, %72.3 gibi yüksek bir oranda formantların olduğu gözlenmektedir.

/h/ sesinin ortalama süresi 93 ms'dir.Çizelge 36'da /h/ sesinin süresinin cinsiyete, / Λ , ϵ , ω , i , o , \ae , u , y / ünlülerine, hece sayısına ve hece konumuna (tek hece hece başı (THHB), tek hece hece sonu (THHS), iki heceli sözcüklerde, hece başı sözcük başı (HBSB), hece başı sözcük ortası (HBSO), hece sonu sözcük ortası (HSSO), hece sonu sözcük sonu (HSSS)) değerleri bulunmaktadır.

Çizelge 36. /h/ sesinin süresinin cinsiyete, ünlülere, hece sayısı ve hece konumuna göre ortalama % değerleri (n=1440)

		n	Ort.
Cinsiyet	Kadın	720	90
	Erkek	720	96
Ünlü	Λ	180	92
	ϵ	180	92
	ω	180	94
	i	180	93
	o	180	93
	\ae	180	97
	u	180	94
	y	180	91
Hece sayısı	TH	480	100
	İH	960	90
Hece Konumu	THHB	240	109
	THHS	240	91

İHHBSB	240	96
İHHBSO	240	81
İHHSSO	240	95
İHHSSS	240	86

Çizelge 36 incelendiğinde /h/ sesinin süresi kadınlarda 90 ms, erkeklerde 96 ms'dir. Erkeklerde /h/ sesinin süresinin fazla olduğu gözlenmektedir.

/ʌ/, /ɛ/, /ʊ/, /i/, /o/, /œ/, /u/, /y/ ünlülerine göre değerleri sırasıyla, 92 ms, 928 ms, 94 ms, 93 ms, 93 ms, 97 ms, 94 ms, 91 ms'dir. /h/ sesinin süresinin en uzun /u/ ünlüsüyle (Ort. SD) en kısa /y/ ünlüsüyle olduğu gözlenmektedir. /h/ sesinin süresi, tek heceli kelimelerde 100 ms, iki heceli kelimelerde 90 ms'dir./h/ sesinin süresi, tek heceli kelimelerde daha uzun gözlenmektedir.

/h/ sesinin süresinin hece konumuna göre değerleri THHB 109 ms, THHS 91 ms, İHHBSB, İHHBSO, İHHSSO ve İHHSSS olarak sırasıyla, 96 ms, 81 ms, 95 ms, 86 ms'dir.

Çizelge 37'de /h/ sesinin spektrografik görünüm özelliklerinin cinsiyete, /ʌ,ɛ,ʊ,i,o,œ,u,y/ ünlülerine, hece sayısına ve hece konumuna (tek hece hece başı (THHB), tek hece hece sonu (THHS), iki heceli sözcüklerde, hece başı sözcük başı (HBSB), hece başı sözcük ortası (HBSO), hece sonu sözcük ortası (HSSO), hece sonu sözcük sonu (HSSS)) oranları verilmiştir.

Çizelge 37. /h/ sesinin spektrografik görünüm özelliklerinin cinsiyete, ünlülere, hece sayısına ve hece konumuna göre spektrografik görünüm özelliklerinin % değerleri (n=1440)

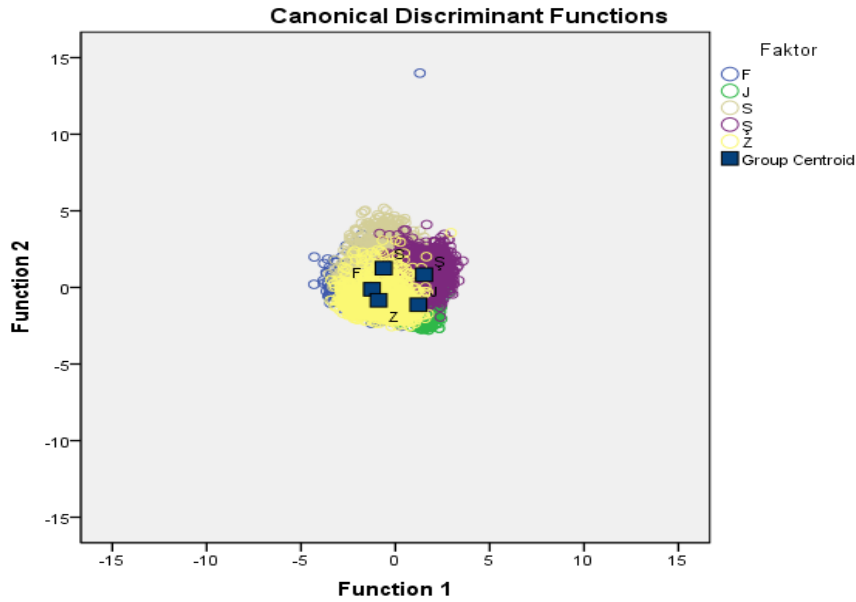
		1	2	3	4
Cinsiyet	Kadın	36.0	37.2	8.6	18.2
	Erkek	29.0	42.4	3.9	24.7
Ünlü	ʌ	81.1	15.0	2.2	1.7
	ɛ	73.9	21.7	3.7	0.6
	ʊ	16.7	66.1	1.1	16.1
	i	41.1	25.0	33.3	0.6
	o	9.4	44.4	0.0	46.1
	œ	22.2	63.3	1.7	12.8
	u	2.2	19.4	6.1	72.2
	y	13.3	63.3	1.7	21.7
Hece sayısı	TH	31.5	39.2	6.0	23.3
	İH	33.0	40.1	6.4	20.5
Hece Konumu	THHB	30.4	42.9	7.5	19.2
	THHS	32.5	35.4	4.6	27.5
	İHHBSB	37.9	41.3	5.8	15.0
	İHHBSO	35.8	35.4	8.3	20.4
	İHHSSO	35.4	39.6	7.9	17.1
	İHHSSS	22.9	44.2	3.3	29.6

Diskriminant Analizi

Çalışmada ölçülen akustik özelliklerin hangisinin her bir sürtünme sesini kategorize edebildiğini değerlendirmek amacıyla spektral zirve konumu, süre, F2 geçiş frekansı, normalize şiddet ve ağırlık merkezi olmak üzere 5 kestirici (predictor) ile Diskriminant analizi yapılmıştır. Çizelge 38’de öngörülen grup üyelerinin sesletim yeri açısından yüzdeleri Şekil 18’de her bir sesin dağılımı ve grup ortalaması görülmektedir. Toplam doğru sınıflama oranı % 63.7’dir (N=7200). En yüksek oran /f/ ve/ z/ (%71 ve %75) seslerine aittir. 5 kestiricinin oranının fazla yüksek olmadığı görülmektedir.

Çizelge 38. Sürtünmeli ses açısından öngörülen grup üyeleri (%). Koyu yüzdeler doğru sınıflandırma oranıdır.

Öngörülen grup üyeleri					
	/f/	/s/	/z/	/ʃ/	/ʒ/
/f/	61,3	8,3	20,4	3,6	6,5
/s/	19,9	52,8	11,0	12,6	3,8
/z/	14,8	16,8	58,0	1,3	16,8
/ʃ/	3,1	11,0	11,0	71,2	12,5
/ʒ/	1,5	1,2	13,1	8,9	75,3



Şekil 18. Kanonik diskriminant fonksiyonları

Tartışma

Türkçe'deki sürtünmeli seslerin akustik özelliklerini belirlemek için yapılan bu çalışmada frekans aralığı, spektral zirve konumu, süre, şiddet, F2 geçiş frekansı ve ağırlık merkezi olmak üzere 5 akustik ölçüm yapılmıştır. Ayrıca, cinsiyetin, ünlülerin, hece sayısı ve hece konumunun yapılan akustik ölçümlerde farklılık gösterip göstermediğine bakılmıştır.

Spektral özellikler: frekans aralığı ve spektral zirve konumu

Sürtünmeli seslerin spektrumunda aperyodik ses varlığı en önemli özelliktir ve spektral şekil sesin üretimi sırasındaki daralmanın önündeki ağız boşluğunun boyutu ve şekli ile belirlenir. Diş yuvasıl sesler, diş yuvası ardı seslere nazaran daha kısa bir ön boşluk ile üretilir ve yüksek frekanslarda zirve yaparlar. Buna karşılık diş dudak sürtünmelilerinin hava akımının çarptığı herhangi bir engel olmadığı için daha düz bir spektrum özelliği sergilemesi beklenmektedir (Stevens, 1960, 1998; Jassem, 1965; Behrens ve Blumstein, 1988a; Shadle, 1990; Borden ve ark., 1994).

Bu çalışmadaki her bir sesin frekans aralığı incelendiğinde, diş dudak sürtünmelilerinden /f/ sesinin frekans aralığı 1500-10500 Hz'dir. /f/ sesinin diğer sürtünmeli seslere göre oldukça geniş bir frekans aralığına ve düz bir spektruma sahip olduğu görülmektedir. Enerji yoğunluğu az ve dağınıktır. Geniş frekans aralığı ve düz spektruma sahip olma özelliği birçok araştırma ile benzer özellik göstermektedir. Ancak üst sınırı benzer araştırmalardan daha yüksek çıkmıştır (Hughes ve Halle, 1956; Stevens, 1960; Heinz and Stevens, 1961; Behrens ve Blumstein, 1988a; Shadle ve ark., 1996; Borden ve ark., 1994). Bunun sebebi, sürtünme özelliği oldukça düşük olan ötümlü eşi /v/ sesinin spektrumunda görüldüğü gibi, Türkçe'deki /f/ sesinin, diğer dillerde görüldüğü kadar sürtünme özelliğinin olmamasıyla açıklanabilir.

Diş yuvasıl seslerden /s/ ve ötümlü eşi /z/ sesinin frekans aralıkları sırasıyla 3500-10800 Hz ve 3500-10600 Hz'dir. Alt sınırları aynı olan bu seslerin benzer frekans aralığına sahip olduğu görülmektedir. Ötümsüz sürtünmeliler üzerine yoğunlaşan ve spektral özellikler ve frekans aralıklarını belirlemek amacıyla yapılmış hem İngilizce'de hem de farklı dillerde yapılan araştırmalar, diş yuvasıl seslerin spektral enerjilerinin frekanslarının yüksek olduğunu ve belirgin bir spektruma sahip olduklarını belirtmişlerdir (Jassem, 1968; Gordon ve ark., 2002; Stevens 1960). Yüksek frekans özelliklerine sahip olduğu belirtilen /s/ ve /z/ seslerinin üst sınırları, /f/ sesinde gözlendiği gibi, yapılan araştırmalardan daha yüksek çıkmıştır. Bunun sebebinin, benzer araştırmaların oldukça eski yıllara ait olması ve teknolojinin gelişmesiyle, örneklem hızı tekniklerinin (22.500 Hz ve üstü) daha geniş frekans aralıklarında ölçüm yapmaya olanak sağlamaya başlanmış olduğu düşünülebilir. Çalışmada kullanılan 22.50 kHz'lik örneklem hızı, Nyquist Teoriye göre, 11.25 kHz'lik bir frekans aralığına kadar sesi belirlemeye olanak sağlamıştır. Ayrıca, diş yuvasıl seslerin Türkçe'de diğer dillerdeki seslerden daha önde ve dar bir alanda sesletiliyor olabileceğidir. Çünkü sesletim yeri ne kadar öne doğru gider ve dar bir alanda sesletilirse, spektrumdaki yüksek frekans bölgeleri yükselecektir. /z/ sesinin üst sınırının ötümsüz eşi /s/'dan daha düşük çıkması da, ötümlü seslerde ses kıvrımlarının kapanmasıyla, hava akımının

ötümsüz seslere göre daha fazla engellenmesi ve böylece ağız yolundaki hızlı akıma bağlı türbülansın yarattığı yüksek enerjiyi engellemesiyle yüksek frekanslardaki düşüş olmasıdır (Stevens, 1960).

Diş yuvası ardı seslerden /f/ ve /z/ seslerinin frekans aralıkları sırasıyla 1800-9400 Hz. ve 1800-8800 Hz'dir. /f/ sesinin, ötümlü eşi /z/ sesi ile aynı alt frekansa sahip olduğu, üst frekansının daha yüksek olduğu görülmektedir. Diğer sürtünmeli seslere göre daha dar frekans aralığına sahiptirler ve spektrumdaki görünüşleri oldukça yoğun enerji frekansına sahiptir. Diş yuvası ardı sesleri dişyuvasıl seslere nazaran daha uzun bir ön boşlukla üretilmektedir. /f/ ve /z/'nın daha düşük frekans aralığına sahip olduğu farklı dillerde yapılan araştırmalarla uyumluluk göstermekte ancak üst sınırlarının diğer araştırmalardan daha yüksek değerde olması fark yaratmaktadır (Hughes ve Halle, 1956; Stevens, 1960; Heinz ve Stevens, 1961; Behrens ve Blumstein, 1988a; Shadle ve ark., 1996; Borden ve ark., 1994). /f/ ve /z/ 'nın üst sınırlarının diğer araştırmalardan fazla çıkmasının sebebi, Türkçe'de diğer dillerden farklı olarak /f/ ve /z/'nın daha ön bölgede üretiliyor olması olarak yorumlanabilir. f/ sesinin üst sınırının ötümsüz eşi /z/'dandaha düşük çıkması da, ve /s/ ve /z/ seslerindeki fark gibi, ötümlü seslerde ses kıvrımlarının kapanmasıyla, hava akımının ötümsüz seslere göre daha fazla engellenmesi ve böylece ağız yolundaki hızlı akıma bağlı türbülansın yarattığı yüksek enerjiyi engellemesiyle spektrumdaki yüksek frekanslarda düşüş olmasıdır (Stevens, 1960).

Bu çalışmada spektral zirve konumu değerleri, diş dudak sürtünmeli /f/ sesinin diş yuvası seslerden daha düşük, diş yuvası ardı seslerden daha yüksek olarak bulunmuştur. /s/ ve /z/ seslerinin /f/ ve /z/ seslerinin değerlerinden daha yüksek olması sesletim yerinin arkaya doğru gittikçe azaldığı bulgusuyla tutarlıdır. Ancak /f/ sesi için bu bulgu tutarlı değildir (Jongman ve ark.,2000). Bunun nedeni spektrumdaki frekans aralığının düşük olmasıyla benzer nedenle olabilir; sürtünme özelliği oldukça düşük olan ötümlü eşi /v/ sesinin spektrumunda görüldüğü gibi, Türkçe'deki /f/ sesinin, diğer dillerde görüldüğü gibi olmadığı, sürtünme özelliğinin daha az olmasıyla açıklanabilir. Sürtünme özelliğinin azalması, sesletim yerinin ne kadar önde olursa olsun, diş yuvasıl seslerden düşük zirve konumuna sahip olmasının nedene olabilir. Dişyuvasıl /s/ ve /z/ seslerinin spektral zirve konum değerleri dişyuvasıl ardı /f/ ve /z/ seslerinden daha yüksektir ve bu her iki ses grubunun belirgin spektral şekilleriyle birlikte sesletim yeri olarak daha ön bölgede üretildikleri ve yüksek frekanslara sahip olmalarıyla tutarlıdır(Jongman ve ark., 2000).

Bu çalışmada her ne kadar /f/ sesinin ötümlü eşi bu akustik ölçümde değerlendirilmese de, diş dudak ve diş yuvasıl ardı seslerde, ötümlülük farkı alanyazındaki bulgularla uyumluluk göstermektedir (Jongman ve ark., 2000).Bu fark, ötümlü seslerin ötümsüz eşlerinden spektral zive konum değerlerinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Keskin zirve yerlerinin kadınlarda daha yüksek değerde olduğunu belirten Hughes ve Halle (1956) ve cinsiyet farkının kadınlarda daha yüksek değerlere sahip olduğunu belirtenJongman ve ark. (2000) ile tüm seslerde kadınların erkeklerden

daha yüksek spektral zirve konumuna sahip olduğu bulguları bu çalışma bulguları ile uyumludur.

Bu çalışmada, farklı ünlülerle spektral zirve konumunun değerleri değişmektedir. Bu bulgu, Soli'nin (1981) ötümsüz sürtünmelilerle ilgili araştırmasında belirttiği gibi spektral zirvelerin ünlüye bağlı olarak değiştiği bulgusuyla tutarlıdır, Soli (1981) ön ünlü /i/'nin arka ünlü /a/ ve /u/ ünlü bağlamından daha yüksek spektral zirve konum değerlerine sahip olduğunu belirtmiştir. Çalışmamızda, sürtünmeli seslerin hem ön hem arka ünlüleri ile birlikte farklılaştığı görülmektedir. Ünlülerle etkisinin gözlenmediğini ancak sadece /s,z/ seslerinin /o,u/ ünlülerinde düşük değerde olduğunu gösteren Jongman ve ark. (2000)'nin bulgularında farklılık göstermektedir.

Hece sayısı ve hece konumuyla spektral zirve konumu arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada hece sayısının hiçbir ses için spektral zirve konumuna etkisi anlamlı bulunmamıştır.

Farklı seslerde farklı hece konumunda spektral zirve konumu değerlerinin değiştiği bulunmuştur. Genel olarak seslerin iki hecelilerde ve kelime başı ve kelime ortası hece başlarında, yüksek değerleri olduğu gözlenmiştir. Tek ve iki heceli kelimelerin sözcük sonlarında değerlerinin düştüğü gözlenmiştir.

Süre

Bir sesin temel akustik özelliklerinden olan süre, sürtünmeli seslerle yapılan çalışmalarda genellikle ötümlü/ötümsüz ses ayrımını veya sibilant/non sibilant seslerin ayrımını ortaya koymuştur.

Tüm sürtünmelilerin süre değerlerinin birbirinden farklılaştığını gösteren bu çalışmada, ötümlü seslerin süre farkının ötümsüz sürtünmelilere göre daha kısa olduğu bulgulanmıştır. Bu bulgu alanyazınındaki diğer çalışmalarla ve farklı dillerdeki benzer araştırmalarla uyumluluk göstermektedir (Behrens ve Blumstein, 1988a; Jongman ve ark.,2000;Manrique ve Massone, 1981). Behrens ve Blumstein 'ın (1988a)da araştırmasında gösterdiği gibi /s/ ile /ʃ/ arasında herhangi bir fark bulamamış, çalışmamızda da her iki sesin birbirine çok yakın değerlerde olduğu gözlenmiştir./s/ ile /ʃ/ çalışmada en uzun ses sürelerine sahip seslerdir. Birçok dilde sürtünmeli sesleri inceleyen Nartey (1982), /s/ ve /f/'nin diğer sürtünmeli seslerden daha uzun olduğunu belirtmiştir. Çalışmada farklı olarak, /s/ ile /ʃ/ seslerinin en uzun değerlere sahip olduğu gözlenmiştir. Gordon ve ark., (2002), 7 farklı dilde yaptığı ötümsüz sürtünmelilerle ilgili araştırmasında, bazı dillerde /f/'nin en kısa süreye sahip olduğunu, bazı dillerde /s/'nin en uzun sürtünmeli olduğunu bulmuş ancak bu sonuçların bazı dillerde görülmediğini belirtmiştir. Türkçe'de ötümsüz sürtünmeliler arasında /f/'nin en kısa süreye sahip olduğu gözlenmektedir. Bu fark dile ait bir özellik olabileceği şeklinde yorumlanabilir.

Cinsiyet farkının anlamlı olmadığını, ancak sürtünmeli sürelerinin kadınların erkeklerden az miktarda daha kısa olduğunu belirten Jongman ve ark., (2000) ile farklı bulgulara sahip olan çalışmamızda, sürelerin kadınların erkeklere göre daha yüksek olduğu, bu farkın en fazla /s/ ve /ʃ/ seslerinde olduğu, diğer seslerde

cinsiyetler arasında birbirine daha yakın süre değerleri gözlenmiştir. Gordon ve ark., (2002), süre ve cinsiyet arasındaki ilişkinin dillerde farklılık gösterdiğini belirtmiştir. Bu çalışmada kadınlarda sürenin daha uzun olması, dile ait bir özellik olarak yorumlanabilir.

Türkçe’de sürtünmeli seslerin sürelerinin en yüksek değerleri kapalı ünlüler ile en düşük açık ünlülerle birlikte görülmektedir. Bu bulgu, ünlü yüksekliğinin azaldığında sürtünmeli süresinin de azaldığını ifade eden Jongman ve ark., (2000) ile uyumludur. Ünlü etkisinin sürtünmelilerde çok az olduğunu ve sadece /f/ ve /θ/ seslerinde olduğunu belirten Behrens ve Blumstein (1988a) çalışmasının aksine, ünlü etkisi Türkçe’de sürtünmeli seslerde anlamlı bulunmuştur.

Hece sayısının sürtünmeli sesler arasındaki ilişkisini araştıran bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmamızda, tek heceli kelimelerin, her seste daha uzun olduğu görülmektedir. Bu fark en fazla /s/ ve /ʃ/ seslerinde gözlenmektedir. Hece sayısının uzamasıyla sürenin azalması farklı ses çalışmalarında gözlenmiştir.

Hece konumlarının tümünün sürtünmeli seslerin süresine etkisini inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Hece sonu sözcük ortası konumda ise tüm seslerin en düşük değere sahip olduğu gözlenmiştir. Yapılan çalışmalar, hece başı konumunun ötümsüz seslerde daha uzun olduğunu belirtmişlerdir. Bu bulgular çalışmamızda, /z/ sesi dışında, diğer sürtünmeli seslerin hece başı pozisyonlarında en yüksek değerlere sahip olduğu bulgusuyla uyumluluk göstermektedir (Behrens ve Blumstein, 1988a; Baum ve Blumstein, 1987; Crystal ve House, 1988).

Genel ve normalize şiddet

Şiddet, konuşma seslerinin temel akustik özelliklerinden birisidir ve sürtünmeli seslerin şiddeti de birçok araştırmacı tarafından başta algı çalışmalarında olmak üzere akustik olarak da incelenmiştir.

Sürtünme şiddeti ile ilgili çoğu araştırma genel şiddeti (overall amplitude) araştırmıştır. Bu çalışmalar (Stevens, 1960; Behrens ve Blumstein, 1988a) ötümsüz sürtünmeliler üzerinde yoğunlaşmışlardır. Bu çalışmada, en düşük genel şiddetin /f/ sesi, ve en yüksek değer beklendiği gibi /ʃ/ ve /z/ seslerinde olduğu görülmektedir. Ön sürtünmelileri (/f/) az enerjiye, orta sürtünmelileri (/s/, /z/, /ʃ/ ve /z/) yüksek enerjiye sahip olarak sınıflandıran Stevens (1960) ile bu çalışmanın bulguları uyumludur. Yine ses basıncının boşluk şekline bağlı olup dudaklara yakın olan sürtünmelilerin, daha arkadan üretilen sürtünmelilerden daha az (10dB) olduğunu belirten çalışma ile (Stevens, 1971), Türkçe’deki sürtünmeliler benzer bulgulara sahiptir. Stevens (1971) İngilizce’de /f/’nin, /s/’den 15-13 dB daha düşük olduğunu belirtmiş, Türkçe’deki bu fark 5 dB kadar bulunmuştur. Behrens ve Blumstein (1988a) bu farkı 14 dB olarak belirtmiştir. Bu çalışmada her bir ötümlü sesin şiddet değeri (/v/ hariç) ötümsüz eşinden yüksek çıkmıştır. Bu bulgular Jongman ve ark., (2000) ve Ladefoged (2003) bulguları ile tutarlılık göstermektedir. Çalışmanın bulguları alanyazındaki sibilant/nonsibilant araştırmalarının bulguları ile de uyumluluk göstermektedir (Stevens, 1960; Behrens ve Blumstein, 1988a; Jongman ve ark., 2000).

Türkçe’de cinsiyetin genel şiddete ve normalize şiddete etkisi bulunmuş, /ʃ/ sesi dışında tüm seslerde, erkeklerin şiddet değerlerinin kadınlara göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Jongman ve ark.’nın (2000) cinsiyetin normalize şiddet etkisininin olmadığını belirten çalışması ile uyumlu değildir.

Çalışmada ünlülerin genel şiddete etkisinin anlamlı olduğu bulgusu ünlü etkisinin genel şiddete etkisinin çok az olduğunu ve sadece bazı ünlü bağlamlarında görüldüğünü belirten Behrens ve Blumstein (1988a) ile tutarlılık göstermemektedir. Çalışmada ünlülere göre genel şiddet değerleri birbirine oldukça yakındır. Çalışmada ünlülerin normalize şiddete etkisi anlamlı bulunmuştur. Normalize şiddet değerleri, farklı seslerde farklı ünlülerle birlikte yükselmekte, tüm sürtünmeli seslerde, /o/ ünlüsü ile birlikte düşmekte olduğu gözlenmiştir. Jongman ve ark.’nın (2000) ünlülerin normalize şiddete etkisini sadece /i/ ve /a/ ünlülerinin farkı çok az yükselttikleri bulgularıyla uyum göstermemektedir.

Hece sayısının ve hece konumunun genel şiddet ve normalize şiddet etkisini araştıran araştırmayla karşılaşılmamıştır. Çalışmamızda hece sayısının genel şiddete etkisi anlamlı bulunmuştur. Ancak, tüm sürtünmeli seslerde hece sayıları değerlerinin birbirine çok yakın olduğu gözlenmiştir. Hece konumu değerlerinin /z/ sesi dışında THHB konumunda olduğu gözlenmektedir.

Hece sayısının ve hece konumunun normalize şiddete etkisi anlamlı bulunmamıştır.

Formant 2 geçiş frekansı

Ünlü başlangıcındaki F2’nin sürtünmeli sesletim noktası ile sistematik olarak değiştiğini gösteren çalışmalar dilin geriye gitmesi ya da dudak yuvarlamanın F2 frekansını arttırabileceğini yani daralma noktası ağız boşluğunda geri çekildikçe, F2 başlangıcı giderek artmakta olduğunu belirtmişlerdir (Kent ve Read, 2002; Bordon ve ark.,; Pickett, 1999; Ryalls ve Behrens, 2000; Shriberg ve Kent, 2003; Kent ve Read, 2002).

Çalışmadaki bulgular, F2 başlangıç frekans değerlerinin, diş dudak sürtünmelisi /f/ sesinin, diş yuvasıl seslerden, diş yuvasıl seslerin, /s/ ve /z/, diş yuvası ardı /ʃ/ ve /ʒ/seslerinden daha düşük olduğunu göstermektedir. Bu bulgular Wilde’in (1993) ve Jongman ve ark.’nın (2000) bir ünlü bağlamında daralma noktası ağız boşluğunda geri çekildikçe, F2 başlangıcının giderek arttığını gözlediği bulgularla uyumludur.

F2 geçiş bilgisinin /s/-/ʃ/ ayırımını fark etme üzerindeki etkilerini inceleyen algı çalışmaları da tipik olarak /ʃ/’nın F2 başlangıç frekansının /s/’ninkinden daha yüksek olduğunu (yaklaşık 100-300 Hz) belirlemişlerdir (Mann ve Repp, 1980; Whalen, 1981; Nittrouer, 1992). Bu çalışmada doğal konuşmada F2 frekansının /s/-/ʃ/ farkını 300 Hz’e yakın bulmuştur.

Bu çalışmadaki bulgular, Recasens’in (1985) belirttiği gibi, Türkçe’deki sürtünmelier için dedil-gövde yükseklik derecesinin büyük (dolayısı ile sesletim noktasının tipik olarak daha geride) olduğu ünsüzlerin koartikülasyona daha dirençli olduğu gözlemi ile uyumludur. Gordon ve ark. (2002), 7 farklı dilde

yaptığı ötümsüz sürtünmelilerle ilgili araştırmasında formant geçişlerinin sürtünmelilerin ayırt edilmesinde önemli olduğunu, arka sürtünmeliler arasında yuvarlama derecesini de ayırt ettiğini belirtmişlerdir.

Çalışmada F2 başlangıç değerlerine cinsiyetin etkisi görülmektedir; kadınların F2 değerleri erkeklerden yüksek olarak çıkmıştır. Bu bulgular, Jongman ve ark. (2000) ile uyumludur. Çünkü, frekans değerleri ses yolunun boyutu ve olgunlaşması hakkında bilgi sağlarlar. Erkeklerin ses yolunun şekil ve boyutu kadınlardan daha uzun olduğu için formant frekans değerleri kadınlardan düşük görülmektedir (Huber ve ark., 1999).

Tüm sürtünmelilerde, /i/ ve /ε/ ünlüleriyle en yüksek değerine ulaşan F2 değeri, Jongman ve ark.'nın (2000) bulgularıyla uyumludur. Arka ünlülerden /o/ünlüsüyle en düşük değere sahip olan Türkçe'deki sürtünmeli seslerin F2 frekans değeri yine aynı çalışmada /o/ ve /a/ ünlüleriyle en düşük değere sahip olma sonucuyla uyumludur. Arka ünlülerin F2 değerleri ön ünlülere göre daha düşüktür.

Hece sayısı ve hece konumunun F2 geçiş frekansına etkisini inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmamızda da hece sayısının F2 geçiş frekansına etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Bu çalışmada tüm sürtünmelilerde, en yüksek F2 değerinin özellikle İHHBSB konumunda olduğu, en düşük değerlerin ise HSSO ya da HSSS'da olduğu gözlenmiştir.

Ağırlık Merkezi

Alanyazındaki ağırlık merkezi ile ilgili araştırmalar, spektral anlar (spektral moments) analizlerini yapan çalışmalarda, ilk spektral an olarak karşımıza çıkmaktadır. Tüm anların ölçümü dışında, sadece ağırlık merkezi çalışmaları da özellikle /s/ ve /ʃ/ seslerinin ağırlık merkezine odaklanmıştır.

Nittrouer ve ark.(1989) ile McFarland ve ark., (1996)sürtünmeli sesin daralması ile yani ön boşluğun uzunluğunun küçüldüğü durumlarda, ağırlık merkezinin yükseldiğini belirtmişlerdir. Çalışmalarında /s/'nin ağırlık merkezinin /ʃ'dan daha yüksek olduğunu gösteren araştırma bulgularıyla çalışmamızın bulguları uyumludur. Yine, en yüksek ağırlık merkezine dış yuvasıl /s/ sesinin, en düşük ağırlık merkezi değerlerine dış yuvası ardı /ʃ/ ve /z/ seslerinin sahip olduklarını belirten Jongman ve ark.'nın (2000) çalışmasıyla bu çalışmanın bulguları /z/ sesi dışında uyumludur. Çalışmada genel olarak ötümlü seslerin ağırlık merkezi değerleri ötümsüz seslerinkinden düşüktür ve bu bulgu Jongman ve ark.'nın (2000) ötümlü ötümsüz ayrımıyla uyumludur.Çalışmada /z/ sesinin /f/ sesinden düşük değerde olduğu bulunmuştur.Ön kavitenin boyutundaki farkı yani daha küçük ön kavite oldukça daha yüksek frekans bulgusu, tüm sürtünmelilerin değerlerine baktığımızda, /z/ sesi dışında uyumluluk göstermektedir (Cho ve ark.,2002).

Sürtünmeli sesler içinde /s/'nin en yüksek ağırlık merkezi frekansına sahip olduğunu, bu yüksek frekansın diğer dillerdeki bulgularla benzerlik gösterdiğini ifade eden birçok dilde yapılan çalışmayla da Türkçe'deki /s/ en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir(Gordon ve ark. 2002).

Çalışmamızda kadınların ağırlık merkezi değerlerinin erkeklerden yüksek çıktığı görülmektedir. Sonuçlar, cinsiyet etkisinin kadınlarda yüksek değerde olduğunu belirten Jongman ve ark. (2000) ve Forest ve ark. (1988) ile uyumludur.

Ünlülerle etkileşimde ağırlık merkezi, çalışmamızda, sürtünmeli seslerde ön ve arka ünlüler ile birlikte özellikle /u/ ve /i/ ünlüleriyle birlikte yüksek değerlere sahiptir. Ön ünlü /i/'nin arka iki ünlü /u/ ve /a/'dan daha fazla olduğunu bildiren Nittrouer'in (1995) çalışmasıyla arka ünlülerde yükselen değerde farklılık göstermektedir.

Hece sayısının ağırlık merkezine etkisini inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmamızda, hece sayısının ağırlık merkezine etkisinde anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Hece konumunun ağırlık merkezine etkisini inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmamızda, /z/ sesi dışında ağırlık merkezi değerlerinin THHB konumunda yüksek olduğu gözlenmiştir.

/v/sesi

/v/ sesi Türkçe'de sesletim biçimi açısından farklı tanımlanmaktadır. /v/ sesinin süresi sürtünmeli seslere göre oldukça düşük bir değere sahiptir. Bu çalışmada, sürtünmeli sesler için yapılan diğer akustik ölçümler, süre dışında /v/ sesi için yapılmamıştır. Çünkü spektrografik görüntüsüne göre değerlendirildiğinde, sürtünmeli ses görünüm oranı sadece % 24.7'dir. Alanyazında farklı tanımlamaları olan ve sadece sürtünmeli özellik göstermeyen Türkçe'deki /v/ sesi, çalışmanın bulgularında da farklı özellikler göstermektedir.

Formantlarla birlikte sürtünmeli ses özelliği gösterme oranı sadece formantların olduğu görünümünün oranından biraz düşüktür, ancak formant görünümüne sahip oranının toplamını birlikte incelediğimizde oldukça yüksek değerde olduğu gözlenmektedir. Formant görünümü sürtünmeli seslerin karakteristik özelliklerinden değildir. Formantlar ünlülerde ve daralmalı seslerde görülmektedir. Türkçe'deki /v/ sesinin birçok pozisyonda daralmalı bir ses olduğunu farklı konumlarda ve farklı bağlamlarda (iki ünlü arası, ünsüzden önce/sonra) inceleyen ve ötümsüz durak ve sürtünmelilerden önce geldiğinde sürtünmeli özellik gösterdiğini ve bu sebeple dudak dış daralmalı IPA sembolü /v/ olarak gösterilmesi gerektiğini belirten araştırmayla uyumluluk göstermektedir (Kopkallı-Yavuz 2000b). Bu çalışmada durak seslerinden önce var olduğu konum İHHBSO'dır. Bu konumda sadece sürtünmeli görünme oranı, formantların olduğu ve sürtünme özellikleriyle birlikte formant görüntüsünün oranlarından düşüktür.

/v/ sesini, kelime başı ve sonlarında /f/ sesinin ötümlü eşi olarak gösteren Selen (1979) ile çalışmamız tutarlılık göstermemektedir. Her iki konumda da formant görünümüne yüksek oranda sahip olduğu gözlenmektedir.

Bu çalışmada /v/ sesi iki ünlü arasında yer almamaktadır. Her ne kadar konuşucular arasında fark olsa da, tek hece ve iki hece, hece başı sözcük başı

pozisyonları, /v/ sesiyle başlayan kelimeler Oya....oku cümlesiyle birlikte okunduğundan, Oya'dan sonra gelen /ʌ/ ünlüsüyle birlikte 'oku' kelimesinden önce gelen /v/ sesini iki yuvarlak ünlü arasında kabul edebiliriz. İki ünlü arasında, komşu ünlülerden birisi yuvarlak ünlü ise yarı ünlüye döndüğünü belirten Kornfilt (1997) ve Underhill (1980) ile ve arka ünlülerle birlikte /v/ [v] olabileceğini ya da düşürülebileceğini ifade eden Ergenç (1989) ile benzer özelliklere sahip olduğunu düşünebiliriz.

/w/ sesi olarak tanımlanabildiğini söyleyen çalışmalar (Demircan, 1996; Banguoğlu, 1986; Demircan, 1996; Kornfilt, 1997) için formant ölçümlerinin yapılması ve karşılaştırılması gerektiği düşünülmektedir. Çalışmada, /v/ sesinin formant ölçümleri yapılmamıştır.

Yakın zamandaki çalışmasında Dikmen (2010), sözcük başı pozisyonundaki /v/ sesinin akustik özelliklerini incelemiş ve /v/'ya ait verilerinin 1/3'ünde ilk üç formant değeri ölçümü saptamıştır. Çalışmamızda, /v/'ya ait verilerin daha yüksek oranda formant görünümüne sahip olduğu gözlenmektedir.

/h/ sesi

Türkçe'de herhangi bir çalışma yoktur. /h/ sesi Uluslararası Sesçil Abece'de ötümsüz gırtlak sürtünmeli olarak gösterilse de sürtünmeliler ile ilgili yapılmış birçok araştırmada yanındaki ünlünün ötümsüz eşi olarak kabul edilip çalışmalara dahil edilmemektir.

/h/ sesinin spektrografik görünümüne baktığımızda sürtünmeli ses özelliği gösterme oranı oldukça düşüktür. Buna karşın, formant görünümüne sahip olma oranı (yoğunluk az ve çok birlikte) oldukça yüksektir. Hiç enerjinin görülmemesi, formant görünümü oranından az, sürtünmeli görünümü oranından fazladır. Bu bulgular bize çevreleyen seslerin ötümsüz eşi olduğunu belirten ve bu sebeple sürtünmeli seslere dahil etmeyen çalışmalarla tutarlılık göstermektedir (Ladefoged, 2001; Jongman ve ark., 2000; Nissen, 2002).

Cinsiyet farkı herhangi bir çalışmada bildirilmemiştir. Bu çalışmada kadınlarda /h/ sesinin sürtünmeli özellik gösterme oranının erkeklerden yüksek olduğu gözlenmiştir.

Ünlü etkisine bakıldığında, özellikle /i/ ünlüsünde sürtünmeli görünüme sahip olma oranının oldukça yüksek olduğu gözlenmiştir. /h/ sesinin farklı ünlüde farklı bir yapıya gireceği için özellikle kapalı ön ünlülerde (türbülans kaynağı farinks aşağısı ya da glottisten ziyade velar ya da üst pharyngeal bölge) olmasının spektrumunu etkileyeceğini belirten Pickett (1999) ile çalışmamız uyumludur.

Tüm spektrografik görünüm özellikleri incelendiğinde hece sayısındaki oranlar birbirine çok yakın olarak gözlenmiştir. Alanda /h/ sesi ve hece sayısı ile ilgili çalışmaya rastlanmamıştır.

Hece konumundaki oranlar, tüm spektrografik görünüm özellikleri incelendiğinde birbirine yakın olarak gözlenmiştir. İHHBSB konumunda, formant görünümüne

sahip olma oranının (yoğunluk az ve çok birlikte) yüksek olduğu gözlenmiştir. Alanda /h/ sesi ve hece konumu ile ilgili çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu gözlemler, birbirine yaklaşan iki organ sonucu oluşan sürtünmenin /h/ sesi için gırtlakta oluştuğunu ve bu daralma sonucu oluşan sürtünme sesinin duyulabilir bir 'sürtünme' olduğunu ifade eden ve /h/ sesini arka bölge sürtünmeli ses grubu içinde kabul eden araştırmalarla uyumlu olmadığı görülmektedir (Laufer, 1991; Strevens 1960).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuç

Çalışmaya 3 Kadın, 3 Erkek olmak üzere 6 yetişkin katılmıştır. Her bir sürtünmeli ses içinspektral özellikleri (frekans aralığı, spektral zirve konumu), süre, şiddet (genel ve normalize), F2 başlangıç frekansı ve ağırlık merkezi belirlenmiştir. Bu akustik özelliklerin cinsiyete, ünlülere, hece sayısına ve hece konumuna göre farklılık gösterip göstermediği belirlenmiştir.

/f/ sesinin ortalama frekans aralığı 1500-10500 Hz'dir. Diğer dillerde olduğu gibi spektrumu geniş, enerji yoğunluğu az ve dağınık bir özellik göstermektedir. /s/ sesinin frekans aralığı 3500-10800 Hz /z/ sesinin frekans aralığı 3500-10600 Hz'dir. Diğer dillerde olduğu gibi dişyuvasil seslerinin enerji frekansları yüksektir ve belirgin bir spektruma sahiptirler. /f/ sesinin frekans aralığı 1800-9400 Hz, /z/ sesinin frekans aralığı 1800-8800 Hz'dir. Diğer dillerde olduğu gibi diş yuvasil ardı sesleri daha dar ve yoğun bir frekans aralığına sahiptir. Türkçe'deki sürtünmeli sesler daha yüksek değerlerde frekans aralığına sahiptirler. /f/ sesi dışında sesletim öne doğru gittikçe frekans aralığı yüksektir.

Türkçe'deki sürtünmeli seslerin spektral zirve konum değerleri, /f/ sesi için 6613 Hz, /s/ sesi için 7379 Hz, /z/ sesi için 6929 Hz, /ʃ/ sesi için 3804 Hz ve /z/ sesi için 3605 Hz'dir. Diğer dillerde olduğu gibi dişyuvasil sesler dişyuvasil ardı seslerden daha yüksek spektral zirve konum değerine sahiptir. Türkçe'de diş dudak sürtünmeli /f/ sesinin spektral zirve konum değeri her iki ses grubu arasındadır.

Türkçe'deki sürtünmeli seslerin ortalama süre değerleri /f/ sesi için 104 ms, /s/ sesi için 122 ms, /z/ sesi için 85 ms, /ʃ/ sesi için 123 ms ve /z/ sesi için 84 ms'dir. Diğer dillerde görüldüğü gibi ötümsüz sürtünmelilerin süre değerleri ötümlü sürtünmelilerden daha uzundur.

Türkçe'deki sürtünmeli seslerin genel şiddet değerleri, /f/ sesi için 60 dB, /s/ sesi için 62 dB, /z/ sesi için 65 dB, /ʃ/ sesi için 66 dB ve /z/ sesi için 67 dB'dir. Beklendiği gibi sesletim yeri geriye doğru gittikçe genel şiddet değeri artmaktadır.

Türkçe'deki sürtünmeli seslerin normalize şiddet değerleri, /f/ sesi için -14 dB, /s/ sesi için -11 dB, /z/ sesi için -10 dB, /ʃ/ sesi için -7 dB ve /z/ sesi için -8 dB'dir. Beklendiği gibi sesletim yeri geriye doğru gittikçe genel şiddet değeri artmaktadır.

Türkçe'deki sürtünmeli seslerde, F2 başlangıç frekans değerleri, /f/ sesi için 1369 Hz, /s/ sesi için 1581 Hz, /z/ sesi için 1547 Hz, /ʃ/ sesi için 1833 Hz ve /z/ sesi için 1905 Hz'dir. Diğer dillerde görüldüğü gibi, sesletim yeri geriye doğru gittikçe F2 başlangıç frekans değeri artmaktadır.

Türkçe'deki sürtünmeli seslerde, ağırlık merkezi değerleri, /f/ sesi için 1483 Hz, /s/ sesi için 3875 Hz, /z/ sesi için 1332 Hz, /ʃ/ sesi için 3537 Hz ve /z/ sesi için 1594 Hz'dir. Diğer dillerde görüldüğü gibi, sesletim yeri geriye doğru gittikçe /s/ ve /ʃ/ sesleri dışında ağırlık merkezinde azalma gözlenmemiştir.

Türkçe'deki sürtünmeli seslerin, frekans aralıkları, spektral zirve konum, süre, genel şiddet, normalize şiddet, F2 başlangıç frekansı ve ağırlık merkezi değerleri Çizelge 39'da özet olarak gösterilmiştir.

/v/ sesinin formant görünümüleri oldukça fazladır ve tamamen sürtünme özelliği göstermemektedir. Türkçe'deki /v/ sesi birçok pozisyonda daralmalı özelliktedir ve diş dudak daralmalı /v/ sesi olarak gösterilmelidir.

/h/ sesinin formant görünümüleri oldukça fazladır. Sürtünmeli bir ses olarak gösterilmemesi ve IPA'da farklı bir şekilde temsil edilmesi gerekmektedir.

Çizelge 39. Türkçe'deki sürtünmeli seslerin, frekans aralıkları(Hz), spektral zirve konum (Hz), süre (ms), genel şiddet (dB), normalize şiddet (dB), F2 başlangıç frekansı(Hz) ve ağırlık merkezi (Hz) değerleri

	Frekans Aralıkları (Hz)		Spektral Zirve Konumu (Hz)	Süre (ms)	Genel Şiddet (dB)	Normalize şiddet (dB)	F2 başlangıç Frekansı (Hz)	Ağırlık Merkezi (Hz)
	Alt Sınır	Üst Sınır						
/f/	1500	10500	6613 Hz	104 ms	60 dB	-14 dB	1369 Hz	1483 Hz
/s/	3500	10800	7399 Hz	122 ms	62 dB	-11 dB	1581 Hz	3875 Hz
/z/	3500	10600	6929 Hz	85 ms	65 dB	-10 dB	1547 Hz	1332 Hz
/ʃ/	1800	9400	3804 Hz	123 ms	66 dB	-7 dB	1833 Hz	3537 Hz
/ʒ/	1800	8800	3605 Hz	84 ms	67 dB	-8 dB	1905 Hz	1594 Hz

Türkçe'deki sürtünmeli seslerin spektral zirve konum değerlerine, cinsiyet, ünlüler ve hece konumunun etkisi vardır. Süre değerlerine, cinsiyet, ünlüler, hece sayısı ve hece konumunun etkisi vardır. Genel şiddet değerlerine, cinsiyet, ünlüler, hece sayısı ve hece konumunun etkisi vardır. Normalize şiddet değerlerine, cinsiyet ve ünlülerin etkisi vardır. F2 başlangıç frekans değerlerine, cinsiyet, ünlüler ve hece konumunun etkisi vardır. Ağırlık merkezine, cinsiyet ünlüler ve hece konumunun etkisi vardır. Tablo 40'da cinsiyet, ünlüler, hece sayısı ve hece konumunun etkileri özet olarak verilmiştir.

Çizelge 40. Türkçe'deki sürtünmeli seslerin, spektral zirve konumuna, süreye, genel şiddete, normalize şiddete, F2 başlangıç frekansına ve ağırlık merkezine cinsiyet, ünlüler, hece sayısı ve hece konumunun etkisi

	Spektral zirve konumu	Süre	Genel şiddet	Normalize şiddet	F2 başlangıç frekansı	Ağırlık merkezi
Cinsiyet	+	+	+	+	+	+
Ünlüler	+	+	+	+	+	+
Hece sayısı	---	+	+	---	---	---
Hece konumu	+	+	+	---	+	+

Belirlenen akustik özelliklerin bazıları diğer dillerle benzer özellik göstermekte, bazı özellikler de Türkçe'ye özgü olarak ortaya çıkmaktadır. Bu değerler, dile özel farklılığı ortaya koyabilmekte, diller arası karşılaştırma yapmaya olanak sağlamaktadır. Türkçe için sürtünmeli seslerin temel akustik özelliklerinin belirlenmesi Türkçe'de dil ve konuşma sorunu yaşayan bireylerde sürtünmeli sesler ile ilgili yapılacak akustik çalışmaların önünü açmaktadır. Böylece, değerlendirme, tanılama, terapi planlama ve sonlandırmaya yönelik çalışmaları da mümkün kılmaktadır.

Çalışmanın bir diğer sonucu, Türkçe'deki sürtünmeli seslerin akustik özelliklerinin belirlenmesi, sadece dil ve konuşma bozuklukları alanında yapılacak araştırmaların değil sesbilgisi çalışmalarının önünü açacaktır.

Öneriler

1. Alanyazında son yıllarda yapılan spektral analizinin tümünün, seslerin farklı yerlerinde yapılması (sesin başı, sesin sonu) sürtünmeli seslerin akustik özelliklerini belirlemede ve sürtünmeli seslerin mekanizmasını anlamada daha etkili olacağı düşünülmektedir.
2. Türkçe'deki sürtünmeli seslerin akustik özelliklerini anatomik yapıları yetişkinlerden farklı olan çocuklarda da inceleyen araştırmalar planlanabilir.
3. Türkçe'deki sürtünmeli seslerle ilgili yapılacak algı çalışmaları üretim mekanizmasını anlamak için daha detaylı bilgiler verebilecektir.

4. Farklı dil ve konuşma bozukluğuna sahip bireylerde sürtünmeli seslerin özelliklerinin belirlenmesi bozukluğu anlamaya ve terapi için yol gösterici bilgiler sunmaya olanak sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Ackermann, H. ve Ziegler, W., Articulatory deficits in parkinsonian dysarthria: an acoustic analysis. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 54, 1093-1098, 1991.

Ball, M. J. ve Code, C., *Instrumental Clinical Phonetics*. London : Whurr, 1997.

Banguoğlu, T., *Türkçe'nin Grameri*. Ankara: Türk Tarih Kurumu, 1986.

Baum, S. R. ve Blumstein, S. E., Preliminary observation on the use of duration as a cue to syllable-initial fricative consonants voicing in English. *Journal of Acoustical Society of America*, 82, 1073-1077, 1987.

Baum, S., Fricative production in aphasia: Effects of speaking rate. *Brain and language*, 52, 328-341, 1996.

Behrens, S. J. ve Blumstein, S. E., Acoustic characteristics of English voiceless fricatives: A descriptive analysis, *Journal of Phonetics* 16, 295–298, 1988a.

Behrens, S. J. ve Blumstein, S. E., On the role of the amplitude of the fricative noise in the perception of place of articulation in voiceless fricative consonants. *Journal of Acoustical Society of America*, 84, 861–867, 1988b.

Borden, G. J., Harris K. S., Raphael L. J., *Speech Science Primer: Physiology, Acoustics, and Perception of Speech*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2003.

Chapman K. L., Hardin-Jones, M., Halter, K. A., The relationship between early speech and later speech and language performance for children with cleft lip and palate. *Clinical Linguistics and Phonetics*, 17(3), 170-197, 2003.

Chen, H. ve Stevens, K. N., An acoustical study of the fricative /s/ In the speech of Individuals with dysarthria. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44, 1300-1314, 2001.

Cho, T., Jun, S-A., Ladefoged, P., Acoustics and aerodynamic correlates of Korean stops and fricatives. *Journal of phonetics*, 30, 193-228, 2002.

Clark, J. ve Yallop, C., *An Introduction to phonetics and phonology*. Oxford: Blackwell, 1995.

Crystal, T. ve House, A., Segmental durations In connected speech signals: Current results. *Journal of Acoustical Society of America*, 83, 1553-1573, 1988.

Crystal, D. A., *Dictionary of linguistics and phonetics*. Cambridge, MA: Basil Blackwell, 1991.

Delattre, P. C., Lieberman, A. M., Cooper, F. S., Acoustic loci and transitional cues for consonants. *Journal of the Acoustical Society of America*, 27, 769-773, 1955.

Demircan, Ö., *Türkçenin Seseşizimi*. İstanbul: Der Yayınları, 1996.

Dikmen İ., Türkçe sözcük başı pozisyonundaki /l, r, j, v/ seslerinin akustik özelliklerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2010.

Ege, P., Türkçe'deki Ünsüzlerin Edinimi: Bir norm çalışması. *Türk Psikoloji Dergisi*, 25, 16-40, 2010.

Ergenç, İ., *Türkiye Türkçesinin Görevsel Sesbilimi: Sesbirimlere Genel Bakış*. Ankara: Engin, 1989.

Evers, V., Reetz, H., Lahiri, A., Crosslinguistic acoustic categorization of sibilants independent of phonological status, *Journal of Phonetics*, 26, 345-370, 1998.

Fant, G., *Acoustic Theory of speech Production*. The Hague: Mouton and Co., 1960.

Forrest, K., Weismer, G., Milenkovic, P., Dougall, R.N., Statistical analysis of word-initial voiceless obstruents: Preliminary data. *Journal of Acoustical Society of America*, 84(1), 115-123, 1988.

Fry, D. B., *The Physics of Speech*. Cambridge University Press, Cambridge, 1979

Gordon, M., Barthmaier, P., Sands, K., A cross-linguistic acoustic study of voiceless fricatives, *Journal of the International Phonetic Association*, 32, 141-174, 2002.

[http-1,ucl.ac.uk/ipa](http-1.ucl.ac.uk/ipa), International Phonetic Alphabet

[http-2, haskins.yale.edu](http-2.haskins.yale.edu) (Acoustic Theory of Speech Production).

Haley, K. L., Temporal and spectral properties of voiceless fricatives in aphasia and apraxia of speech. *Aphasiology*, 16, 595-607, 2002.

Handbook of the International Phonetic Association: a guide to the use of the International Phonetic Alphabet, 1999

Harris K. S., *Cues for the Discrimination of American English Fricatives in Spoken Syllables Language and Speech*, 1958.

Heinz, J. M. ve Stevens, K. N., On the properties of voiceless fricative consonants. *Journal of Acoustical Society of America*, 33, 589-596, 1961.

Huber, J. E., Stathopoulos, E. T., Curione, G. M., Ash, T. A., Johnson, K., Formants of children, women, and men: The effects of vocal intensity variation, *Journal of the Acoustical Society of America*, 106 (3), 1532-1542, 1999.

Hughes, G. W. ve Halle, M., Spectral properties of fricative consonants. *Journal of Acoustical Society of America*, 28, 303–310, 1956.

Jassem, W., Formants of fricative consonants. *Language and Speech* 8,1–16, 1965.

Jongman, A., Wayland, R., Wong, S., Acoustic characteristics of English fricatives. *Journal of Acoustical Society of America*, 108, 3(1), 1252-1263.(2000).

Johnson, K., *Acoustic and Auditory Phonetics*. Blackwell Publishing, 2003.

Kent R. D. ve Read C., *Acoustic Analysis of Speech*. Singular/Thomson Learning, 2002.

Kewley-Port, D., Measurement of formant transitions in naturally produced stop consonant–vowel syllables. *Journal of the Acoustical Society of America*, 72, 379–389, 1982.

Klaassen-Don, L. E. O., *The Influence of vowels on the perception of consonants*. Doctoral dissertation, Leiden University, Netherlands, 1983.

Klatt, D., The duration of /s/ In English words. *Journal of Speech and Hearing Research*, 17(1), 51-63, 1974.

Konrot, A., A new phoneme of 'voiced velar stop erosion'? Phonetic explanation for the phonological status of the so-called 'soft g' In Turkish. *University of Essex Department of Language and Linguistics Occasional Papers*, 34, 12-24, 1981.

Kopkallı-Yavuz, H., Türkçe'deki /v/'nin sesbilimsel ve sesbilgisel özellikleri. Özsoy, A. S., Erguvanlı-Taylan, E. XIII. Dilbilim Kurultay Bildirileri. Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, 2000b.

Kopkallı-Yavuz, H. ve Topbaş, S., Children's preferences In early phonological acquisition: How does It reflect sensitivity to the ambient language? Göksel, A., Kerslake, C., *Studies In Turkish and Turkic Languages*, Wiesbaden:Harrassowitz Verlag, 291-298, 2000.

Kopkallı-Yavuz, H., *Turkish Phonology, Morphology and Syntax (Türkçe Ses, Biçim ve Tümce Bilgisi)* Balpınar, Z., AÖF Yayınları, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, 2008.

Kornfilt, J., *Turkish Grammar*. London:Routledge, 1997.

Ladefoged, P., *A Course in Phonetics*. Oxford University Press, 1982.

Ladefoged, P., *Vowels and consonants: an introduction to the sounds of languages*. Oxford: Blackwell, 2001.

Ladefoged, P., *Phonetic data analysis: An introduction to instrumental phonetic fieldwork*. Oxford: Blackwells, 2003.

Laufer, A., *Phonetic Representation: Glottal fricatives*, *Journal of the International Phonetic Association*, 21(2):91-93, 1991.

Lawrence D. L. ve Byers V. W., *Identification of Voiceless Fricatives by High Frequency Hearing Impaired Listeners* *Journal of Speech and Hearing Research*, (12) 426-434, 1969.

Lieberman, P. ve Blumstein, S. E., *Speech physiology, speech perception, and acoustic phonetics*. *Cambridge Studies in Speech Science and Communication*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.

Mann, V. A. ve Repp, B. H., *Influence of vocalic context on perception of the [S]–[s] distinction*. *Perception & Psychophysics*, 28, 213–228, 1980.

Manrique, A. M. B. ve Massone, M. I., *Acoustic analysis and perception of Spanish fricative consonants*. *Journal of the Acoustical Society of America*, 69(4):1145–1153, 1981.

McCasland, G.P., *Noise Intensity and spectrum cues for spoken fricatives*. *Journal of the Acoustical Society of America*, 65, 78-79, 1979.

McGarr, N. S. ve Lqvist, A., *Obstruent production in hearing impaired speakers: inter articulator timing and acoustics*. *Journal of the Acoustical Society of America*, 72, 34-42, 1982.

Miccio, A.W. ve Ingrisano, D.R., *The acquisition of fricatives and affricates: Evidence from a disordered phonological system*. *American Journal of Speech Language Pathology*, 9, 214–229, 2000.

Munson, B., *A method for studying variability in fricatives using dynamic measures of spectral mean*. *Journal of the Acoustical Society of America*, 110, 1203-1206, 2001.

Nartey, J., *On Fricative Phones and Phonemes*. Doctoral dissertation, UCLA, 1982.

Nissen, S. L., *An acoustic analysis of voiceless obstruents produced by adults and typically developing children*. Doctor of philosophy, Ohio University, Speech and Hearing science, 2003.

Nissen, S. L. ve Fox, R. A., *Acoustic and spectral characteristics of young children's fricative productions: A developmental perspective*. *Journal of Acoustical Society of America*, 118, 2570–2578, 2005.

Nittrouer, S., Studdert-Kennedy, M., McGowan, R. S., The emergence of phonetic segments: evidence from the spectral structure of fricative-vowel syllables spoken by children and adults, *Journal of Speech and Hearing Research*, 32, 120-132, 1989.

Nittrouer, S., Age-related differences in perceptual effects of formant transitions within syllables and across syllable boundaries. *Journal of Phonetics*, 20, 351–382, 1992.

Nittrouer, S., Children learn separate aspects of speech production at different rates: Evidence from spectral moments. *Journal of Acoustical Society of America*, 97, 520–530, 1995.

Osberger, M.J. ve McGarr, N., Speech production characteristics of the hearing impaired. Lass N., *Speech and language: Advances in basic research and practice*. New York: Academic Press, 227-288, 1982.

Pena-Brooks, A. ve Hedge, M. N., *Assessment and treatment of articulation and phonological disorders in children: Resource manual*, Austin, TX: Pro-Ed, 2007.

Peterson, G. E. ve Barney, H. L., Control methods used in study of the vowels. *Journal of the Acoustical Society of America*, 24, 175-184, 1952.

Pickett, J.M., *The sounds of speech communication: a primer of acoustic phonetics and speech perception*, University Park Press, 1999.

Pike, K. L., *Phonetics: A critical analysis of phonetic theory and technic for practical description of sounds*. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1943.

Pittman, A. L., ve Stelmachowicz, P. G., Perception of voiceless fricatives by normal-hearing and hearing-impaired children and adults. *Journal of Speech language Hearng research*, 43, 1389-1401, 2000.

Platt, L. J., Andrews, G., Howie, P. M. Dysarthria of adult cerebral palsy: II. Phonemic analysis of articulation errors. *Journal of Speech and Hearing Research*, 23, 41-55, 1980.

Powers G, Dunn C, Erikson C., Speech analysis of four children with repaired cleft palates. *Journal of Speech Hearing Disorders*.55, 542–550, 1990.

Recasens, D., Coarticulatory patterns and degrees of coarticulatory resistance in Catalan CV sequences. *Language and Speech*,28, 97–114,1985.

Ryalls, J. ve Behrens, S., *Introduction to Speech Science: From Basic Theories to Clinical Applications*. Boston: Allyn & Bacon, 2000.

Selen, N., *Söyleyiş Sesbilimi, Akustik Sesbilim ve Türkiye Türkçesi*. Ankara: TDK, 1979.

Sell, D. ve Grunwell, P., Speech Assessment and Therapy. In Management of Cleft Lip and Palate. Watson, A. C. H., Grunwell, Whurr, 227-257, 2001.

Sezer, E., An autosegmental analysis of compensatory lengthening in Turkish. Wetzels, L., Sezer, E., Studies Compensatory lengthening. Reverton: Foris, 1986.

Shadle, C. H., The acoustics of fricative consonants. PhD Dissertation, MIT, 1985

Shadle, C. H., The Aerodynamics of Speech. Handbook of Phonetics, Hardcastle. W.J., Laver, J., Blackwell's, 33-64, 1997.

Shadle, C. H., Articulatory-Acoustic Relationships in Fricative Consonants. Speech Production and Speech Modelling, eds. W.J. Hardcastle and A. Marchal, Kluwer Academic Press, 187-209, 1990

Shadle, C. H. ve Mair, S. J., Quantifying spectral characteristics of fricatives. Spoken language, 3, 1521–1524, 1996.

Shadle, C.H., Articulatory-Acoustic Relationships in Fricative Consonants. Speech Production and speech Modelling, W.J. Hardcastle and A. Marchal, Kluwer Academic Press, 187-209, 1990.

Shriberg, L.D. ve Kent, R.D., Clinical Phonetics. Boston , MA: Allyn & Bacon, 2003.

Stelmachowicz, P. G., Pittman, A. L., Hoover, B. M., Lewis, D., E., Moeller, M., P., the importance of high-frequency audibility in the speech and language development of children with hearing loss. Archives of otolaryngology Head and Neck surgery, 130, 556-562, 2004.

Stevens, K.N. ve House A.S., An acoustical theory of vowel production and some of its implications. Journal of Acoustical society of America, 4, 303–320, 1961.

Stevens, K. N., Airflow and turbulence for noise for fricative and stop consonants: Static considerations. Journa of Acoustical Society of America, 50, 1182–1192, 1971.

Stevens, K., On the quantal nature of speech. Journal of Phonetics, 17, 3-46, 1989.

Stevens, K.N., Acoustic Phonetics. Cambridge, MA: The MIT Press, 1998.

Stevens, P., Spectra of fricative noise in human speech. Language and Speech, 3, 32–49, 1960.

Soli, S. D., Second formants in fricatives: Acoustic consequences of fricative–vowel coarticulation. Journal of the Acoustical Society of America, 70, 976–984. 1981.

Stevens, P., Spectra of fricative noise in human speech, Language and Speech 3,

32–49, 1960.

Tabain, M., Variability in fricative production and spectra: implications for the Hyper- & Hypo- and Quantal theories of speech production. *Language and Speech*, 44, 58-93, 2001.

Tjaden K. Ve Turner G. S., Spectral Properties of Fricatives in Amyotrophic Lateral Sclerosis. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 40, 1358-1372 (1997).

Topbaş, S. ve Kopkallı-Yavuz, H., The onset of a linguistic system: Is there evidence from the acquisition of final devoicing in Turkish? Sorace, A., Heycock, C., Shillcock, R., *Proceedings of GALA 97-Generative Approaches to Language Acquisition*, Edinburgh: Edinburgh University Press, 284-289, 1998.

Topbaş, S., *Türkçe Sesletim Sesbilgisi Testi*, Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Ankara, 2005.

Topbaş, S. ve Yavaş, M., Phonological acquisition and disorders in Turkish. Hua, Z., Dood, B., *Phonological Development and Disorders in Children: A Multilingual Perspective*, Clevedon, Multilingual Matters, 233-265, 2006.

Topbaş, S., A Turkish perspective on communication disorders. *Logopedics Phoniatrics, Vocology*, 31, 76-88, 2006a.

Topbaş, S., Turkish speech acquisition. McLeod, S., *The International Guide to speech Acquisition*, New York: Thompson Learning, 566-579, 2007a.

Underhill, R., *Turkish Grammar*. Cambridge, MA: MIT Press, 1980.

Wagner, A., Ernestus, M., Cutler, A., Formant transitions in fricative identification: The role of native fricative inventory. *Journal of the Acoustical Society of America*, 120, 2267-2277, 2006.

Whalen, D., Effects of vocalic formant transitions and vowel quality on the English /s-S/ boundary. *Journal of the Acoustical Society of America*, 69, 275–282, 1981.

Weiss, C. E., Gordon, M. E., Lillywhite, H. S., *Clinical management of articulatory and phonologic disorders*, Baltimore, William & Wilkins, 1987

Wilde, L., Inferring articulatory movements from acoustic properties at fricative vowel boundaries. *Journal of the Acoustical Society of America*, 94, 1881, 1993.

Yavaş, M. ve Topbaş, S., Liquid development In Turkish: Salience vs. frequency. *Journal of Multilingual Communication Disorders*, 2(2), 110-123, 2004.

You, H. Y., an acoustical and perceptual study of English fricatives. Master thesis, University of Edmonton, Edmonton, Canada, 1979.

Zeng, F. G. Ve Turner, C. W., Recognition of Voiceless Fricatives by Normal and Hearing-Impaired Subjects. *Journal of Speech and Hearing Research*, 33, 440-449, 1990.

EKLER

EK 1 Sözcük okuma listesi

/f,v/	THHB	THHS	İHHBSB	İHHBSO	İHHSSO	İHHSSS
/Δ/	Fat-Vat	Kaf-Kav	Fatlan-Vatlan	Tayfat-Tayvat	Kaftan-Kavkın	Tarkaf-Taykav
/ε/	Fet-Vet	Kef-Kev	Fetlen-Vetlen	Keyfet-Telvet	Kefgir-Kevgir	Gerkef-Merkev
/w/	Fıt-Vık	Kıf-Kıv	Fıtlan-Vıtlan	Tarıfık-Darıvık	Kıftın-Kıvgın	Karkıf-Tarkıv
/i/	Fit-Vik	Kif-Kiv	Fitlen-Vitlen	Teyfik-Telvik	Kiften-Kivden	Terkif-Terkiv
/o/	Fok-Vok	Kof-Kov	Foktan-Voktan	Toyfok-Toyvot	Koftan-Kovdan	Durkof-Durkov
/œ/	Fök-Vök	Köf-Köv	Fökten-Vökten	Körfök-Körvök	Köften-Gövden	Kerköf-Kerköv
/u/	Fut-Vut	Kuf-Kuv	Futlan-Vutlan	Tayfut-Tayvut	Kuftan-Kuvtan	Durkuf-Durkuv
/y/	Füt-Vüt	Küf-Küv	Fütlen-Vütlen	Terfüt-Tervüt	Küften-Küvden	Dürküf-Dürküv

/s,z/	THHB	THHS	İHHBSB	İHHBSO	İHHSSO	İHHSSS
/Δ/	Sat-Zat	Kas-Kaz	Sattın-Zattın	Kursak-Kurzat	Kastan-Kazdan	Markas-Markaz
/ε/	Sek-Zek	Kes-Kez	Sektin-Zektin	Dirsek-Dirzek	Keskin-Kezban	Herkes-Merkez
/w/	Sık-Zıt	Kıs-Kız	Sıktın-Zıktın	Tırsık-Tırzıt	Kıskan-Kızdan	Belkıs-Belkız
/i/	Sit-Zip	Kis-Kiz	Sittin-Ziptin	Telsit-Telzip	Kispet-Kizbet	Tenkis-Tenkiz
/o/	Sok-Zok	Kos-Koz	Soktun-Zoktun	Toysok-Toyzok	Kostak-Kozdan	Narkos-Narkoz
/œ/	Sök-Zök	Kös-Köz	Söktün-Zöktün	Körsök-Körzök	Köstek-Közden	Körkös-Körküz
/u/	Suk-Zuk	Kus-Kuz	Suktun-Zuktun	Duysuk-Duzyuk	Kustum-Kuzgun	Merkus-Merkuz

/y/	Süt-Züt	Küs-Küz	Süttün-Züttün	Tüysüt-Tüyzüt	Küskün-Küzgün	Görküs-Görküz
-----	---------	---------	---------------	---------------	---------------	---------------

/ʃ,ʒ/	THHB	THHS	İHHBSB	İHHBSO	İHHSSO	İHHSSS
/Δ/	Şak-Jak	Kaş-Kaj	Şaktan-Jaktan	Karşak-Karjak	Kaştan-Kajdan	Markaş-Markaj
/ε/	Şek-Jek	Keş-Kej	Şektin-Jektin	Gülşen-Güljen	Keşten-Kejden	Deykeş-Deykej
/w/	Şık-Jık	Kış-Kij	Şıktın-Jıktın	Karşık-Karjık	Kıştan-Kıjdan	Tarkış-Taykij
/i/	Şip-Jip	Kiş-Kij	Şiptin-Jiptin	Terşip-Terjip	Kıştin-Kijdin	Terkiş-Terkij
/o/	Şok-Jop	Koş-Koj	Şoktun-Joktun	Koyşok-Koyjop	Koştun-Kojdun	Garkoş-Garkoj
/œ/	Şök-Jök	Köş-Köj	Şöktün-Jöktün	Tarşök-Tarjök	Köşten-Köjden	Terköş-Terköj
/u/	Şut-Jut	Kuş-Kuj	Şuttan-Juttan	Kurşut-Kurjut	Kuştan-Kujdan	Baykuş-Baykuj
/y/	Şüt-Jüt	Küş-Küj	Şünden-Jünden	Dürşüt-Dürjüt	Küşten-Küjden	Dürküş-Dürküj

/h/	THHB	THHS	İHHBSB	İHHBSO	İHHSSO	İHHSSS
/Δ/	Hak	Kah	Haktan	Kayhak	Kahret	Dilkah
/ε/	Hep	Keh	Hepten	Terhep	Kehlen	Delkeh
/w/	Hık	Kih	Hıktan	Tarhık	Kihlan	Dalkih
/i/	Hit	Kih	Hitten	Terhit	Kihlen	Dilkih
/o/	Hop	Koh	Hoptan	Torhop	Kohlan	Dolkoh
/œ/	Höt	Köh	Hötten	Körhöt	Köhnen	Dölköh
/u/	Hut	Kuh	Huttan	Derhut	Kuhlan	Dulkuh
/y/	Hüt	Küh	Hütten	Dürhüt	Kühnen	Dünküh

EK 2. Çeldirici Sözcükler

1. Kargın
2. Kül
3. Perden
4. Kit
5. Torkut
6. Top
7. Koytun
8. Tak
9. Daykıt
10. Pat
11. Parmak
12. Göl
13. Paydan
14. Dal
15. Kordan
16. Kut
17. Kardan
18. Dık
19. Çorban
20. Dil
21. Gergin
22. Tip
23. Camdan
24. Kal
25. Kürdan
26. Kol
27. Kilden
28. Küt
29. Törkün
30. Tek
31. Törpün
32. Tok
33. Çapkın
34. Git
35. Durkan
36. Tük

EK 3. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Etik Kurul Onayı

Ek 4. Katılımcı Onay Formu

TÜRKÇE ÜZERİNE AKUSTİK ÇALIŞMA

Türkçe sözcüklerin söylenişi üzerine yapılan bu akustik çalışma için sizden liste halinde verilecek sözcüklerin okunması istenecek ve sesiniz kaydedilecektir. Deney süresi yaklaşık olarak iki saat olarak tahmin edilmektedir. Bu deneyde kişi sağlığına zarar verecek hiçbir etken bulunmamaktadır.

Bu çalışmadan elde edilecek sonuçlar isminiz kullanılmaksızın, denek numarası ile yalnız ortalamalar halinde bildirilecektir. Size ait kişisel bilgiler gizli tutulacaktır. Bu çalışmanın sonuçları hiçbir şekilde sizin dil kullanım yeteneklerinizi yansıtmamaktadır.

Bu çalışma ile ilgili daha geniş bilgi istendiği takdirde verilecektir. Çalışma sadece bir kez yapılacak ve çalışma sonunda size 15 YTL. ödenecektir.

İmzanız yukarıdaki bilgileri okuduğunuzu ve bu çalışmaya gönüllü olarak katılmaya karar verdiğinizi göstermektedir. Bu formu imzalamış olmanız size deneye katılmak sonunda bir yükümlülük getirmemektedir. Dolayısıyla katılma kararınızdan vazgeçme hakkına her an sahip bulunmaktasınız.

Çalışmaya katkılarınız için çok teşekkür ederiz.

Adınız ve Soyadınız

İmzanız

Tarih

EK5. Kişisel Bilgi Formu

KİŞİSEL BİLGİ FORMU

Tarih:

Adınız ve Soyadınız :

Doğum tarihiniz:

Doğum yeriniz:

Büyüdüğünüz yer(ler):

Ana diliniz:

Annenizin ana dili:

Babanızın ana dili:

Büyürken evde konuşulan dil:

Fakülte ve Bölümünüz:

Bildiğiniz yabancı dil(ler) ve seviyeniz:

Türkiye dışında başka ülkede yaşadınız mı?

Yanıtınız evet ise ne kadar süre kaldınız?