

**TÜRKÇE'DE AKICI VE KAYICI SESLERİN
SÖZCÜK İÇİNDE FARKLI POZİSYONLARDA
ÜRETİMİNİN ULTRASON KULLANILARAK
BETİMLENMESİ**

**Doktora Tezi
Fatma Işıl BAŞARAN**

Eskişehir 2020

**TÜRKÇE'DE AKICI VE KAYICI SESLERİN SÖZCÜK İÇİNDE FARKLI
POZİSYONLARDA ÜRETİMİNİN ULTRASON KULLANILARAK
BETİMLENMESİ**

Fatma Işlay BAŞARAN

DOKTORA TEZİ

Dil ve Konuşma Terapisi Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Müzeyyen ÇİYİLTEPE

**Eskişehir
Anadolu Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Ocak 2020**

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Fatma Işılay BAŞARAN'ın "Türkçe'de Akıcı ve Kayıcı Seslerin Sözcük İçinde Farklı Pozisyonlarda Üretiminin Ultrason Kullanılarak Betimlenmesi" başlıklı tezi 16/12/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği"nin ilgili maddeleri uyarınca, Dil ve Konuşma Terapisi Anabilim Dalı'nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

	<u>Unvanı - Adı Soyadı</u>	<u>İmza</u>
Üye (Tez Danışmanı) :	Doç. Dr. Müzeyyen ÇİYİLTEPE	
Üye :	Doç. Dr. Elçin TADIHAN ÖZKAN	
Üye :	Doç. Dr. Melek Kezban GÜRBÜZ	
Üye :	Dr. Öğr. Üyesi Aylin Müge TUNÇER	
Üye :	Dr. Öğr. Üyesi Didem ÇEVİK	

Prof. Dr. Nalan GÜNDOĞDU KARABURUN
Enstitü Müdürü

ÖZET

TÜRKÇE'DE AKICI VE KAYICI SESLERİN SÖZCÜK İÇİNDE FARKLI POZİSYONLARDA ÜRETİMİNİN ULTRASON KULLANILARAK BETİMLENMESİ

Fatma Işıl BAŞARAN

Dil ve Konuşma Terapisi Anabilim Dalı

Anadolu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ocak 2020

Danışman: Doç. Dr. Müzeyyen ÇİYİLTEPE

Bu tezin amacı iki boyutlu ultrason görüntülerini kullanarak /l, r, j/ seslerinin artikülasyon özelliklerini betimlemektir. Bunun için herhangi bir dil, konuşma bozukluğu olmayan ana dili Türkçe olan katılımcılardan veri toplanmıştır. 19 kişiden oluşan 20-66 yaş aralığındaki katılımcıların 7'si erkek, 12'si kadındır. Hedef sesler sözcük başı, sözcük ortası ve sözcük sonu olmak üzere üç farklı pozisyonda incelenmiştir. İki boyutlu ultrason görüntüsü ve ses kayıtları alınmıştır. Toplam 5472 veride Modifiye Eğrilik İndeksi ve Prokrustes metriği değerleri belirlenmiştir.

Bulgular incelendiğinde Prokrustes metriği değerleri için /r/ ve /l/ sesleri ve /r/ ve /j/ sesleri arasında sözcük başı, sözcük ortası ve sonunda istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır. Modifiye Eğrilik İndeksi değerleri incelendiğinde /r/ ve /l/ sesleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmış, sözcük ortası için ise anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir. Modifiye Eğrilik İndeksi sözcük sonunda değerlendirildiğinde /r/ sesinin /l/ ve /j/ sesleriyle arasında anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiş, fakat /l/ ve /j/ sesleri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.

/l, r, j/ seslerinde Modifiye Eğrilik İndeksi ve Prokrustes metrikleri ile seslerin ne kadar komplike sesler oldukları betimlenmiş, bu metriklerin hece sözcük pozisyonuna göre ne kadar değişim gösterdiği incelenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Ultrason, Artikülasyon, Daralmalı sesler, Dil konturu.

ABSTRACT

DESCRIBING THE PRODUCTION OF LIQUID AND GLIDE SPEECH SOUNDS IN DIFFERENT WORD POSITIONS IN TURKISH BY USING ULTRASOUND

Fatma Işıl原因 BAŞARAN

Department of Speech and Language Therapy

Anadolu University, Graduate School of Health Sciences, January 2020

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Müzeyyen ÇİYİLTEPE

The aim of this thesis is to define /l, r, j/ phonemes' articulation features by using two-dimensional ultrasound images. Participants who do not have any speech or language disorders and are native Turkish speakers are included in the study. 19 participants aged between 20-66 participated in the study, 7 of them were males and 12 were females. By two-dimensional ultrasound images and voice recordings, total 5472 data were analyzed for Modified Curvature Index and Procrustes metrics.

Analyses were carried out with both Procrustes analysis and Modified Curvature Index. For Procrustes metrics a significant difference was found between /r/ and /l/ phonemes and /r/ and /j/ phonemes in three different positions, word initial, intervocal and word final. When Modified Curvature Index values were examined, a statistically significant difference was found between /r/ and /l/ phonemes and no significant difference was found for intervocal position. Modified Curvature Index was evaluated at word final position, it was found that there was a significant difference between /r/ and /l/ and /j/ phonemes, but there was no significant difference between /l/ and /j/ phonemes.

It is identified in this thesis that how complex tongue shapes are formed by using Modified Curvature Index and Procrustes metrics and it is described according to word and syllable positions.

Keywords: Ultrasound, Articulation, Approximant phonemes, Tongue contour.

TEŞEKKÜR

Doktora sürecimde bana hep destek olan ve cesaretlendiren değerli hocam ve tez danışmanım Doç. Dr. Müzeyyen ÇİYİLTEPE'ye,

Tez sürecimdeki destekleri için sevgili hocalarım Doç. Dr. Melek Kezban GÜRBÜZ'e ve Doç. Dr. Elçin Tadıhan ÖZKAN'a,

Tezimin son halini almasındaki katkılarından dolayı sevgili hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Müge TUNÇER'e ve Dr. Öğr. Üyesi Didem ÇEVİK'e,

Tez sürecinde yardımlarını esirgemeyen meslektaşlarım Ayşegül YILMAZ'a, Kübra BALIKÇI'ya ve Müzeyyen KARAMAN'a,

Teknik destekleri için Dr. Öğr. Üyesi Sinan BAŞARAN'a ve Dr. Öğr. Üyesi Mehmet FİDAN'a,

Beni her zaman ve verdiğim her kararda destekleyen, hep yanımda olan canım aileme ve sevgili eşim Murat BAŞARAN'a,

Gönüllü olarak çalışmaya dahil olan tüm katılımcılara,

Sonsuz teşekkürler...

16/12/20.19

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmamın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Fatma İsmail BAŞARAN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
BAŞLIK SAYFASI.....	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar DİZİNİ.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
GÖRSELLER DİZİNİ.....	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Amaç.....	2
1.2. Önem.....	3
2. KAYNAK BİLGİSİ.....	5
2.1. Ultrason ile Görüntüleme.....	5
2.2. Ultrasonun Özellikleri.....	6
2.2.1. Derinlik	6
2.2.2. Prob yarıçapı.....	6
2.2.3. Görüş alanı.....	7
2.2.4. Gri ölçek.....	7
2.2.5. Akustik güç.....	7
2.2.6. Prob frekansı.....	7
2.3. Ultrason ile Yapılan Konuşma Seslerini İnceleyen Çalışmalar.....	8
2.4. Ultrason ile Yapılan Terapiye Yönelik Geribildirim Çalışmaları.....	10
2.4.1. Türkçe’de ultrasonla yapılan çalışmalar.....	12

2.5. Ultrason Veri Analiz Yöntemleri.....	12
2.5.1. Dorsum mesafe indeksi.....	13
2.5.2. LOC _a – i indeksi.....	13
2.5.3. Eğrilik indeksi	13
2.5.4. Modifiye eğrilik indeksi.....	14
2.5.5. Prokrustes analizi.....	15
2.6. Dil Anatomi Fizyolojisi ve Konuşma Üretimindeki Rolü.....	16
2.7. Fonoloji ve Fonetik.....	17
2.7.1. Daralmalı seslerin özellikleri.....	18
2.7.1.1. Yan daralmalı sesler /l/.....	18
2.7.1.2. Diğer daralmalı sesler /j/	21
2.7.2. /r/ sesinin özellikleri.....	21
3. ARAŞTIRMA GEREÇ VE YÖNTEMİ.....	25
3.1. Araştırmanın Modeli.....	25
3.2. Araştırmanın Katılımcıları.....	25
3.3. Uyarıların Belirlenmesi.....	25
3.4. Verilerin Toplanması	29
3.4.1. Baş stabilizasyonu.....	31
3.4.2. Veri analizi.....	32
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	35
4.1. Bulgular.....	35
4.1.1. /r/ sesi bulguları.....	35
4.1.2. /l/ sesi bulguları.....	39
4.1.3. /j/ sesi bulguları.....	43
4.2. Bulguların İstatistiksel Analizi	47
4.2.1. Tek resim karesi ile oluşturulmuş dil konturlarının MEİ değerleri analizi.....	47

4.2.2. Üç resim karesi ile oluşturulmuş dil konturlarının MEİ değerleri analizi.....	53
4.2.3. Tek resim karesi ile oluşturulmuş dil konturlarının Prokrustes değerleri analizi.....	58
4.2.4. Üç resim karesi ile oluşturulmuş dil konturlarının Prokrustes değerleri analizi.....	64
4.3. Tartışma.....	70
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	76
5.1. Sonuç.....	76
5.2. Araştırmaya Yönelik Öneriler.....	77
5.3. Uygulamaya Yönelik Öneriler.....	78
5.4. Sınırlılıklar.....	78
KAYNAKÇA.....	79
EKLER	
ÖZGEÇMİŞ	

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 3.1. /r/ sesi sözcük başı pozisyonu.....	26
Tablo 3.2. /r/ sesi sözcük ortası pozisyonu.....	27
Tablo 3.3. /r/ sesi sözcük sonu pozisyonu.....	27
Tablo 3.4. /l/ sesi sözcük başı pozisyonu.....	27
Tablo 3.5. /l/ sesi sözcük ortası pozisyonu.....	28
Tablo 3.6. /l/ sesi sözcük sonu pozisyonu.....	28
Tablo 3.7. /j/ sesi sözcük başı pozisyonu.....	29
Tablo 3.8. /j/ sesi sözcük ortası pozisyonu.....	29
Tablo 3.9. /j/ sesi sözcük sonu pozisyonu.....	29
Tablo 4.1. Türkçe /r/ sesinin sözcük başı farklı ünlü ortamlarında MEİ ve Prokrustes değerleri.....	35
Tablo 4.2. Türkçe /r/ sesinin sözcük ortası farklı ünlü ortamlarında MEİ ve Prokrustes değerleri.....	37
Tablo 4.3. Türkçe /r/ sesinin sözcük sonu farklı ünlü ortamlarında MEİ ve Prokrustes değerleri.....	38
Tablo 4.4. Türkçe /l/ sesinin sözcük başı farklı ünlü ortamlarında MEİ ve Prokrustes değerleri.....	40
Tablo 4.5. Türkçe /l/ sesinin sözcük ortası farklı ünlü ortamlarında MEİ ve Prokrustes değerleri.....	41
Tablo 4.6. Türkçe /l/ sesinin sözcük sonu farklı ünlü ortamlarında MEİ ve Prokrustes değerleri.....	42
Tablo 4.7. Türkçe /j/ sesinin sözcük sonu farklı ünlü ortamlarında MEİ ve Prokrustes ortalama değerleri.....	44
Tablo 4.8. Türkçe /j/ sesinin sözcük ortası farklı ünlü ortamlarında MEİ ve Prokrustes değerleri.....	45
Tablo 4.9. Türkçe /j/ sesinin sözcük sonu farklı ünlü ortamlarında MEİ ve Prokrustes değerleri.....	46
Tablo 4.10. MEİ sözcük başı Kruskal-Wallis sonuçları.....	47
Tablo 4.11. MEİ sözcük başı çoklu karşılaştırma sonuçları.....	48
Tablo 4.12. MEİ sözcük başı sıralar ortalaması.....	48
Tablo 4.13. MEİ sözcük ortası Kruskal-Wallis sonuçları.....	50

Tablo 4.14. MEİ Sözcük ortası sıralar ortalaması.....	50
Tablo 4.15. MEİ sözcük sonu Kruskal-Wallis sonuçları.....	51
Tablo 4.16. MEİ sözcük sonu çoklu karşılaştırma sonuçları.....	52
Tablo 4.17. MEİ sözcük sonu sıralar ortalaması.....	52
Tablo 4.18. Ortalama MEİ sözcük başı Kruskal-Wallis sonuçları.....	53
Tablo 4.19. Ortalama MEİ sözcük başı sıralar ortalaması.....	54
Tablo 4.20. Ortalama MEİ sözcük ortası Kruskal-Wallis sonuçları.....	55
Tablo 4.21. Ortalama MEİ sözcük ortası sıralar ortalaması.....	55
Tablo 4.22. Ortalama MEİ sözcük sonu Kruskal-Wallis sonuçları.....	56
Tablo 4.23. MEİ ortalaması sözcük sonu çoklu karşılaştırma sonuçları.....	57
Tablo 4.24. Ortalama MEİ sözcük sonu sıralar ortalaması.....	57
Tablo 4.25. Prokrustes değerleri sözcük başı Kruskal-Wallis sonuçları.....	58
Tablo 4.26. Prokrustes değeri sözcük başı çoklu karşılaştırma sonuçları.....	59
Tablo 4.27. Prokrustes sözcük başı sıralar ortalaması.....	60
Tablo 4.28. Prokrustes değeri sözcük ortası Kruskal-Wallis sonuçları.....	60
Tablo 4.29. Prokrustes değeri sözcük ortası çoklu karşılaştırma sonuçları.....	61
Tablo 4.30. Prokrustes sözcük ortası sıralar ortalaması.....	61
Tablo 4.31. Prokrustes değeri sözcük sonu Kruskal-Wallis sonuçları.....	62
Tablo 4.32. Prokrustes değeri sözcük sonu çoklu karşılaştırma sonuçları.....	63
Tablo 4.33. Prokrustes sözcük sonu sıralar ortalaması.....	63
Tablo 4.34. Ortalama Prokrustes değeri sözcük başı Kruskal-Wallis sonuçları.....	64
Tablo 4.35. Ortalama Prokrustes değeri sözcük başı çoklu karşılaştırma sonuçları	65
Tablo 4.36. Ortalama Prokrustes sözcük başı sıralar ortalaması.....	66
Tablo 4.37. Ortalama Prokrustes değeri sözcük ortası Kruskal-Wallis sonuçları...	66
Tablo 4.38. Ortalama Prokrustes değeri sözcük ortası çoklu karşılaştırma sonuçları.....	67
Tablo 4.39. Ortalama Prokrustes ortalaması sözcük ortası sıralar ortalaması.....	67
Tablo 4.40. Ortalama Prokrustes sözcük sonu Kruskal-Wallis sonuçları.....	68
Tablo 4.41. Ortalama Prokrustes değeri sözcük sonu çoklu karşılaştırma sonuçları.....	69
Tablo 4.42. Ortalama Prokrustes sözcük sonu sıralar ortalaması.....	69

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.1. 5 nolu katılımcının sözcük başı /r/ sesi için dil konturları.....	36
Şekil 4.2. 5 nolu katılımcının sözcük ortası /r/ sesi için dil konturları.....	37
Şekil 4.3. 5 nolu katılımcının sözcük sonu /r/ sesi için dil konturları.....	38
Şekil 4.4. 14 nolu katılımcının sözcük sonu /r/ sesi için dil konturları.....	39
Şekil 4.5. 5 nolu katılımcının sözcük başı /l/ sesi için dil konturları.....	40
Şekil 4.6. 19 nolu katılımcının sözcük ortası /l/ sesi için dil konturları.....	41
Şekil 4.7. 15 nolu katılımcının sözcük sonu /l/ sesi için dil konturları.....	43
Şekil 4.8. 16 nolu katılımcının sözcük başı /j/ sesi için dil konturları.....	44
Şekil 4.9. 16 nolu katılımcının sözcük ortası /j/ sesi için dil konturları.....	45
Şekil 4.10. 5 nolu katılımcının sözcük sonu /j/ sesi için dil konturları.....	46
Şekil 4.11. MEİ sözcük başı yüzdeler dilimler grafiği.....	48
Şekil 4.12. MEİ sözcük başı sıralar ortalaması grafiği.....	49
Şekil 4.13. MEİ sözcük ortası yüzdeler dilimler grafiği.....	49
Şekil 4.14. MEİ sözcük ortası sıralar ortalaması grafiği.....	50
Şekil 4.15. MEİ sözcük sonu yüzdeler dilimler grafiği.....	51
Şekil 4.16. MEİ sözcük sonu sıralar ortalaması grafiği.....	52
Şekil 4.17. Ortalama MEİ sözcük başı yüzdeler dilimler grafiği.....	53
Şekil 4.18. Ortalama MEİ sözcük başı sıralar ortalaması grafiği.....	54
Şekil 4.19. Ortalama MEİ sözcük ortası yüzdeler dilimler grafiği.....	55
Şekil 4.20. Ortalama MEİ sözcük ortası sıralar ortalaması grafiği.....	56
Şekil 4.21. Ortalama MEİ sözcük sonu yüzdeler dilimler grafiği.....	57
Şekil 4.22. Ortalama MEİ sözcük sonu sıralar ortalaması grafiği.....	58
Şekil 4.23. Prokrustes değeri sözcük başı yüzdeler dilimler grafiği.....	59
Şekil 4.24. Prokrustes sözcük başı sıralar ortalaması grafiği.....	60
Şekil 4.25. Prokrustes değeri sözcük ortası yüzdeler dilimler grafiği.....	61
Şekil 4.26. Prokrustes sözcük ortası sıralar ortalaması grafiği.....	62
Şekil 4.27. Prokrustes değeri sözcük sonu yüzdeler dilimler grafiği.....	63

Şekil 4.28. Prokrustes sözcük sonu sıralar ortalaması grafiği.....	64
Şekil 4.29. Ortalama Prokrustes değeri sözcük başı yüzdellik dilimler grafiği.....	65
Şekil 4.30. Ortalama Prokrustes sözcük başı sıralar ortalaması grafiği.....	66
Şekil 4.31. Ortalama Prokrustes değeri sözcük ortası yüzdellik dilimler grafiği.....	67
Şekil 4.32. Ortalama Prokrustes sözcük ortası sıralar ortalaması grafiği.....	68
Şekil 4.33. Ortalama Prokrustes değeri sözcük sonu yüzdellik dilimler grafiği.....	69
Şekil 4.34. Ortalama Prokrustes sözcük sonu sıralar ortalaması grafiği.....	70

GÖRSELLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Görsel 2.1. Ultrasonda akustik gölge görüntüsü.....	6
Görsel 2.2. Dil kasları.....	17
Görsel 3.1. Ultrason test düzeneği.....	30
Görsel 3.2. Üç boyutlu yazıcı ile başlık imalatı.....	32
Görsel 3.3. Başlığın ayarlanabilir çene altı parçası.....	32
Görsel 3.4. 19 nolu katılımcının /r/ sesi sözcük başı manuel işaretlenmiş ultrason kareleri.....	33
Görsel 3.5. 14 nolu katılımcının /l/ sesi sözcük ortası manuel işaretlenmiş ultrason kareleri.....	34

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

α	: Alfa
β	: Beta
χ^2	: Ki-Kare
DMİ	: Dorsum Mesafe İndeksi
Eİ	: Eğrilik İndeksi
EPG	: Elektropalatografi
F	: Formant
FPS	: Frame Per Second (Saniye Başına Kare)
IPA	: International Phonetic Association (Uluslararası Fonetik Birliği)
MEİ	: Modifiye Eğrilik İndeksi
p	: Anlamlılık Düzeyi
SD	: Serbestlik Derecesi
SO	: Sıralar Ortalaması
SS	: Standart Sapma
TDK	: Türk Dil Kurumu
VKI	: Vücut Kitle İndeksi
ZÜ	: Ünsüz – Ünlü
ZÜZ	: Ünsüz – Ünlü – Ünsüz

1. GİRİŞ

Dil ağız boşluğunda bulunan hareket etmesi ve ses yolunu değiştirmesiyle konuşma seslerini şekillendiren en önemli organdır. Ağız boşluğunda dilin hareketinin ölçülmesi zordur ve birçok cihazla da özellikle konuşma sırasında bu hareketler ölçülememektedir. Ultrason cihazı dil hareketlerini ölçmeyi mümkün hale getiren cihazlardan biridir. İlk ultrason uygulamaları tıp alanında 1920'lerde rehabilitasyon sırasında ısı sağlamak için gerçekteşmiştir. Tıp alanında tanı amacıyla ultrason ilk kez 1940'larda kullanılmıştır (Stone, 2005). Son yıllarda ise ultrason dil hareketlerini ölçmek için kullanılmaya başlanmıştır. Ultrasonunun dil, konuşma alanındaki araştırmalarda daha önceden yaygın olarak kullanılmamasının sebebi araştırmalarda kullanımının zor olması ve ek modifikasyonlar gerektirmesidir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda ultrason cihazı dil ve konuşma terapisi alanında doğrudan terapide geri bildirim olarak (Sjolie, 2015); koartikülasyon etkilerini araştırırken (Zharkova, 2007); bazı fonemlerin üretimi sırasındaki dil hareketlerinin karakterize edilmesi için ve artikülasyonda görünmeyen hareketleri ve telafi edici davranışları karakterize edebilmek için kullanılmıştır (Bressmann, vd., 2011).

Dil ve konuşma terapisi alanında doğrudan ve niceliksel analiz yapılabilecek ve bu sayede toplanan verilerin doğruluğunun arttırılmasını sağlayacak cihazlarla ilgili yoğun bir ilerleme vardır (Barberena vd., 2014). Akustik analiz uzun süredir alanda uygulanır olsa da ultrason ile yapılan çalışmalar akustik çalışmalar kadar yaygın değildir. Bununla birlikte konuşma terapistlerince kullanılan diyagramlar statiktir ve konuşma sesinin üretimi hakkında vereceği fikir kısıtlı olacaktır. Akustik çalışmalarda ise sadece ses incelenebilirken, konuşma ile ilgili olarak ultrason sayesinde seslerin yeni boyutsal ve dinamik bilgileri incelenebilmektedir (Kochetov vd., 2013). Akustik araştırmalar dışında artikülasyon araştırmalarında kullanılan diğer bir cihaz ise elektropalatografidir (EPG). Fakat EPG de her katılımcı için ayrı bir damak yapılması gerekliliği bununla birlikte invazif olması ve maddi zorlukları gibi olumsuz yönleri bulunmaktadır, ayrıca konuşma ile ilgili yapılan çalışmalara göre dil sırtı ve kökü ünlü ve akıcı seslerde EPG kullanıldığında ultrasonun aksine bu seslerin görünmemesi, EPG yönteminin önemli engellerindedir (Bernhardt vd., 2003). Akustik çalışmalara baktığımızda; Dikmen'in (2010), /r, l, j, v/ daralmalı sesleri akustik olarak incelediği ve akustik normlarını belirlediği görülmektedir. Diğer bir Türkçe akustik çalışmada ise Türkçe'deki sürtümlü

seslerin akustik özelliklerini betimlemiştir (Ertan, 2011). Fakat yukarıda da bahsedildiği gibi akustik çalışmalar çok önemli olmakla beraber ultrason gibi iki boyutlu görsel ve dinamik bir sonuç veremez ayrıca görsel geri bildirim için kullanılması da mümkün değildir. Konuşmanın incelenmesi için onu oluşturan parçaların da incelenmesi ve betimlenmesi gerekir. Seslerin üretimi sırasında dilin hareketleri tam olarak bilinmedikçe bozuklukların ne boyutta olduğu ve nasıl bir terapi düzenleneceğini belirlemek zorlaşmaktadır (Ryalls ve Behrens, 2000). Türkçe'deki /r, l, j/ seslerinin betimlenmesi dil ve konuşma terapileri açısından önemlidir çünkü bu ses grubu hem ünlü hem ünsüz özellikler göstermektedir ve bu nedenlerle sınırlarının belirlenmesi ve akustik olarak tanımlanması zordur (Dikmen, 2010). Bu seslerin incelenmesi ve iki boyutlu görüntülerinin alınabilmesi ultrason cihazı ile mümkündür, /r, l, j/ gibi daralmalı seslerinin ultrasonla daha iyi görüntülenebileceği bilinmektedir (Bernhardt vd., 2003). /r, l, j/ seslerinin kişiye dışarıdan bakarak görünebilen sesler olmaması ve ultrason cihazı ile gözlenebilir olması, ayrıca özellikle /l/ ve /r/ seslerinin daha geç edinilen seslerden olmaları ve belirtildiği gibi /r, l, j/ seslerinin hem ünlü hem ünsüz özellik göstermeleri bu seslerin bu çalışmada betimlenmek üzere seçilme nedenlerini oluşturmaktadır.

Şimdiye kadar yapılan çalışmalara bakıldığında özellikle çocuklarla yapılan çalışmaların ön planda olduğu görülmektedir. Fakat konuşma sesi bozukları bazı vakalarda terapilere rağmen devam edebilmektedir. Bununla beraber dil ve konuşma terapisinin ülkemizde yaygın olarak tanınmaması sebebiyle konuşma sesi bozukluğu olan kişiler çocukken terapilere ulaşamayabilir ve dolayısı ile bu durum yetişkinlikte de devam edebilir. Dolayısı ile yetişkin bireylerin de bahsedilen konuşma seslerini nasıl ürettiklerini betimlemek gereklidir. Bu tez ile gönüllü yetişkin bireylerin /r, l, j/ gibi görünmeyen sesleri nasıl ürettiklerinin betimlenmiştir.

1.1. Amaç

Ultrason kullanılarak /r/ /l/ ve /j/ seslerinin farklı sözcük pozisyonlarında normal konuşma becerileri olan yetişkin bireyler tarafından üretiminin tanımlanması, ölçülmesi ve seslerin farklı sözcük pozisyonlarında ultrason görüntülemesi ile betimlenmesi amaçlanmıştır.

Dil ve konuşma bozukluğu olmayan bireylerde /l/, /r/ ve /j/ seslerinin üretimleri tanımlandıktan ve betimlendikten sonra Prokrustes ve Modifiye Eğrilik İndeksi

değerlerini belirlemek ve söz konusu metriklerin seslerin ayırt ediciliğindeki rolünü tanımlamak amaçlanmıştır.

Bu amaçla çalışmada yanıtı aranan sorular şunlardır:

1. Türkçe /r, l, j/ seslerinde Modifiye Eğrilik İndeksi değerleri nelerdir?
 - a. Sözcük başı pozisyonunda Modifiye Eğrilik İndeksi değerleri /r, l, j/ seslerini ayırt etmekte etkili midir?
 - b. Sözcük ortası hece başı pozisyonunda Modifiye Eğrilik İndeksi değerleri /r, l, j/ seslerini ayırt etmekte etkili midir?
 - c. Sözcük sonu pozisyonunda Modifiye Eğrilik İndeksi değerleri /r, l, j/ seslerini ayırt etmekte etkili midir?
2. Türkçe /r, l, j/ seslerinde Prokrustes değerleri nelerdir?
 - a. Sözcük başı pozisyonunda Prokrustes değerleri /r, l, j/ seslerini ayırt etmekte etkili midir?
 - b. Sözcük ortası hece başı pozisyonunda Prokrustes değerleri /r, l, j/ seslerini ayırt etmekte etkili midir?
 - c. Sözcük sonu hece başı pozisyonunda Prokrustes değerleri /r, l, j/ seslerini ayırt etmekte etkili midir?
3. Türkçe /r, l, j/ seslerinde Modifiye Eğrilik İndeksi ve Prokrustes değerleri farklı ünlü komşuluklarında değişiklik göstermekte midir?

1.2. Önem

Bu doktora tez çalışması ile Türkçe konuşma seslerinin ultrason görüntüleri ile betimlenmesi hedeflenmiştir. /r/ ve /l/ sesleri akustik olarak benzer fakat fizyolojik olarak farklıdır ve akustik olarak tanımlanmaları zordur (Dikmen, 2010). Diğer dillerde /r/ sesi ile ilgili yapılan çalışmalar sadece dil ucu hareketi değil dil kökünün de ses yolunu daraltarak ikinci bir daralma sağladığı sonucuna varmışlardır, yani /r/ sesi üretimi sanıldığından daha komplekstir. Bu çalışmalar farklı dillerde de sürmektedir (Boyce vd., 2016). /r, l, j/ sesleri konuşma sesi bozukluğu olan bireylerin en çok sorun yaşadığı ve de en geç edinilen seslerdendir. Alanyazında konuşma sesleriyle ilgili yetişkin bireylerle ilgili çalışmaların da kısıtlı olması bu alanda eksikliğin olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Bu tez çalışması ile yetişkin bireylerde ultrason görüntülemesi kullanılarak hedef seslerin artikülasyonu betimlenecek ve ölçülecektir. Akustik analizle yapılan çalışmaların alanyazınında yaygın olarak uygulandığı düşünüldüğünde, konuşma seslerinin

artikülasyonunu ultrason görüntülemesi kullanarak betimleyen ve yetişkinlerle yapılan bir çalışma olması sebebiyle bu tez çalışmasının önemli olduğu düşünülmektedir.

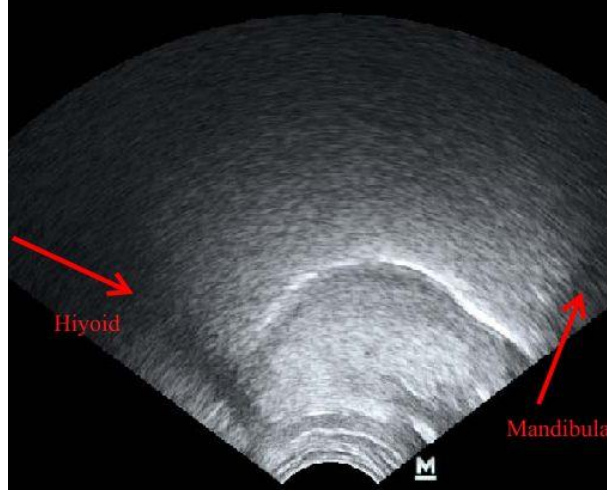
2. KAYNAK BİLGİSİ

Bu bölümde ilk olarak ultrason cihazı genel olarak tanıtılmış ve ultrason cihazının kullanımını için gerekli olan bazı ayarlardan bahsedilmiştir. Bununla birlikte ultrason görüntülerinin analizinde kullanılan ölçüm yöntemleri hakkında bilgi verilmiştir. Daha sonra ultrason kullanılarak yapılmış dil ve konuşma terapisi alanındaki çalışmalara yer verilmiştir. Ultrason kullanılarak yapılan çalışmalar doğrudan konuşma terapisi uygulamaları içinde görsel geri bildirim kullanımını araştıran çalışmalar ve seslerin üretimi sırasındaki jestleri karakterize eden çalışmalar şeklinde ikiye ayrılabilir.

2.1. Ultrasonla Görüntüleme

Ultrason ses dalgalarının yansıtıcı özelliklerini kullanarak bir görüntü oluşturan, piezoelektrik kristalden çıkan çok yüksek frekanslı ses dalgasıdır. Ultrasonun işleyiş temeli çok yüksek frekanslardaki ultrason dalgasının yoğunluk farkına göre bazı dokulardan geçebilmesi bazıları tarafından kaynağına geri yansıtılması ile ilgilidir. Piezoelektrik kristali, mekanik titreşimleri elektriğe çevirebilen bir tür üretilmiş elementtir (Stone, 2005). Elektrik akımı piezoelektrik kristali uyarır, kristal de çok yüksek frekansta ses dalgasını ortaya çıkarır. Ultrasonun kristaller tarafından oluşturulan dalgaları yumuşak dokulardan geçebilir, fakat farklı yoğunluktaki dokuların oluşturduğu aralıklara geldiğinde (kas-hava, kas-kemik gibi) geri yansır ve bu algılanan görüntü bilgisayarda gri ölçekli görüntü olarak işlenir. Sonuç olarak ortaya 2-boyutlu dil görüntüsü ortaya çıkar (Gick vd., 2005). Dilin üst yüzeyinin üzerinde hava veya damak kemiği bulunur, her ikisi de dilin yapısından farklı yoğunlukta olduğu için güçlü bir eko oluşturur (Stone, 2005). Ultrason dalgası dile ulaştığında, dil yüzeyinin üzerinde hava olduğu için geri yansır. Ekranda görülebilen dilin hemen üzerindeki beyaz çizgi hava nedeniyle oluşmaktadır. Kaslar ise koyu renkte görünür (Zharkova, 2007). Beyaz çizginin kalınlığı ölçüm için önem teşkil etmemektedir. Bununla birlikte yaklaşık olarak dilin ucunun 1 cm'lik bölümünün mandibuladan kaynaklanan akustik gölge nedeniyle görülmesinin zor olduğu bilinmektedir. Benzer şekilde, Görsel 2.1'de görüldüğü gibi hiyoidin akustik gölgesi nedeniyle dil kökünün görüntülenmesinde de sorun yaşanabilmektedir (McLeod ve Singh, 2009). Ultrasonla görüntülenen bireylerin fiziksel durumları da ultrason görüntü kalitesini etkileyebilmektedir. Yağ dokuları ses dalgalarını dağıtmaktadır. Bununla birlikte nem yüzey kalitesini artırır, dil yüzeyi saliva ile kaplı olduğunda daha düzgün ve dolayısı ile daha iyi bir yansıtıcı olmaktadır. Kuru bir ağız içi

ise daha zayıf görüntü verir (Stone, 2005). Zayıf kişiler kilolulara göre daha iyi görüntü vermektedir, çünkü dilde ses dalgalarını yansıtacak kadar çok yağ yoktur. Ayrıca genç bireylerde ağız içi daha nemli ve yağ dokusu daha az olabileceği için görüntülemenin daha iyi olacağı belirtilmektedir (Stone, 2005).



Görsel 2.1. *Ultrasonda akustik gölge görüntüsü*

2.2. Ultrasonun Özellikleri

Bu bölümde ultrason cihazının kullanımını için gerekli olan bazı ayarlardan ve cihazın sahip olduğu özelliklerden bahsedilmiştir. Ayarların başlangıçta düzgün bir biçimde yapılması ölçümlerin tutarlı olması için gereklidir.

2.2.1. Derinlik

Ultrason cihazında bulunan derinlik ayarı her bir ses dalgasından sonra sesi yansıtan dokuların ultrason tarafından kaydedilmesi için beklenen zaman ile bağlantılıdır. Buna örnek vermek gerekirse eğer katılan kişinin ağız yapısı diğer kişilere göre daha küçükse, derinlik ayarını azaltmak gerekebilir, fakat diğer bir taraftan her katılımcı için görüntülerin tutarlı olması açısından derinlik ayarının çalışmalar sırasında sabit tutulması tavsiye edilmektedir (Wrench, 2018).

2.2.2. Prob yarıçapı

Konveks problarda karşımıza çıkan bir terim prob yarıçapıdır. Yarı çapı daha düşük olan prob türlerinde görüntü alanı daha geniştir, küçük olmaları sayesinde çene altına

daha rahat pozisyonlanabilir ve bu şekilde mandibulanın gölgesinden daha az etkilenmesi sağlanabilir. Kişiyeye uygun prob kullanımı önemlidir. Konuşma bilimi çalışmalarında genelde konveks veya mikrokonveks problar tercih edilmektedir. Konveks prob derinlikte daha net görüntü verirken, mikrokonveks derinlikte daha zayıf görüntü vermektedir. Konveks prob alan olarak daha geniş yer kaplar bu nedenle dil ucunun görüntülenmesi daha zordur. Fakat mikrokonveks probun ucu daha dar olduğu için dil ucunu daha rahat görüntüleyebilir ayrıca çocuklarda veya minyon kişilerde kullanımı daha uygundur (Wrench, 2016).

2.2.3. Görüş alanı

Görüntü alanında yeterli dil konturunu elde edebilmek için 120-150 derecelik açının gerekli olduğu, 90 derecelik açının altındaki derecelerin dilin görüntülenmesi için yetersiz olacağı bilinmektedir. Eğer katılımcının hiyoidi yüksekseyse, hiyoid gölgesi dil kökünü kapatabilir böyle bir durumda görüş alanı ne kadar geniş olsa da görüntü sağlıklı elde edilemeyecektir. Gereğinden fazla olmayan görüş alanı da resim kare hızının ve görüntü çözünürlüğünün düşmemesini sağlayacaktır (Wrench, 2018).

2.2.4. Gri ölçek

Cihaza geri dönen eko farklı derinliklerden gelir ve hiç yansıma yoksa siyah, güçlü bir yansıma varsa beyaz renkte görünecektir (Wrench, 2018). Cihazda bu gri ölçek özelliği kullanıcı tarafından ayarlanabilir. Ayarlama yaparak görüntü daha net hale getirilebilir.

2.2.5. Akustik güç

Akustik gücün ne kadar olduğu cihazda kullanıcı tarafından ayarlanabilir bir özelliktir. Fakat gereksiz oranda artırıldığında renklerin arasındaki kontrast kaybolacak ve görüntü kalitesi düşecektir (Wrench, 2018).

2.2.6. Prob frekansı

Ultrason problarında düşük frekanslar daha derine inebilir fakat daha uzun dalga boyu görüntü çözünürlüğünün azalmasına yol açacaktır. Buna rağmen yüksek dil pozisyonlarının daha iyi görüntülenmesi için düşük frekans tercih edilebilir. Bununla

birlikte daha fazla ekonun sağlanamadığı derinlik yağ ve kas dokularının oranına göre değişiklik gösterecektir (Wrench, 2018).

2.3. Ultrason ile Yapılan Konuşma Seslerini İnceleyen Çalışmalar

Ultrason kullanılarak yapılan çalışmaların büyük bir kısmının farklı dillerdeki dilbilimsel sorulara cevap aramak için yapıldığını, ultrason ile elde edilen dinamik görüntünün çalışmalara önem kattığını söyleyebiliriz.

Connemara İrlandacası üzerine yapılan çalışma, bu dilin damaksıllaşma ve art damaksıllaşmada dil gövdesinin hareketleri ile ilgili doğrudan kanıt sunmaktır. Bununla birlikte dil gövdesi ve kökünün damaksıllaşma sırasındaki postürünü dokümente etmektir. Çalışma 5 gönüllü ile yürütülmüş, 24 sözcükten oluşan listeler 6-8 defa tekrar edilmiştir. Her ses için karakteristik dil postürleri belirlemiştir. Sonuca baktığımızda dil gövdesinin; art damaksılla karşılaştırıldığında damaksıl seslerde daha önde ve yüksek olduğu ve ünlü seslerin dil gövdesine olan etkisinin minimal olduğu ortaya çıkmıştır (Bennett vd., 2018).

Ahn (2018), Portekizce ve İngilizce art-damaksıl sesleri karşılaştırdığı araştırmasında 21-34 yaş aralığında 16 gönüllü ile iki dilde ötümlü, ötümsüz seslerin farkını incelemiştir. Sonuç olarak İngilizce’de sözcük başında ötümlü, ötümsüz seslerin arasında dil pozisyonunun açık bir şekilde farklı olduğu, dil kökünde fark görülmemekle birlikte gövdenin ön kısmında fark olduğunu belirtmektedir. Portekizce’de ise ötümlü durak seslerinde ötümsüzle karşılaştırıldığında, dil kökünün daha önde ve ileride olduğu anlaşılmıştır.

Kochetov vd.’nin (2012) yaptıkları araştırmada Hindistan’da konuşulan bir dil olan Kannada dilinin lingual ünsüzlerini betimlemiştir. 4 gönüllü ile yapılan araştırmada ötümsüz dişsil, retrofleks, diş ardı, damak, art-damak, durak ve durak sürtünmeli seslerin incelenmesi amaçlanmıştır. Analiz için 4 anlamlı Kannadaca sözcük kullanılmıştır. Listeler 3 defa tekrarlanarak okutulmuştur. Analizlerde maksimum kapanma olan resim karesi ve onun 10 resim karesi öncesi ve sonrası karşılaştırılmış buna göre yer değiştirme oranı bulunmuştur. Retrofleks diş ardı-damak seslerinin diğer seslere göre daha fazla yer değiştirdiği bulunmuştur. Nepalce’de de koronal fonemlerin yer farklılıklarını araştırmak için tek vaka ile çalışma yapmışlar, başka bir çalışmalarında ise Kannada dilinde retrofleks durak seslerini ultrason ve artikülatografi ile incelemiştir (Kochetov vd., 2013).

Tabain ve Beare (2018) yerel bir Avustralya dili olan Arrente dilinin dişsil, diş-ardı, retrofleks ve diş-ardı damak seslerini ultrason yardımı ile incelemişlerdir. Durak, nazal, yan daralmalı seslerin artikülasyon biçimleri incelenmiş hepsi için dil konturları sunulmuştur. r-seslerinde titreşimli olan r sesi ile, akıcı r-sesi ile karşılaştırıldığında dilin titreşimlide daha retrakte olduğu görölmüştür. Bu davranışın sebebi, farenksteki daralmanın titreşimi sağlamak için dil gövdesinin stabil kalmasına yardımcı olduğu ve böylece dilin anterior kısmında oluşacak titreşime destek olduğu şeklinde açıklanmaktadır. Sonuca bakıldığında dişsil seslerde karakteristiğin dilin düzleşmesi (flattening) olarak betimlendiği, retrofleks seslerde ise dilin 1/3'lük ön kısmının daha yüksek olduğu anlaşılmıştır.

Zharkova'nın (2016) ergen ve yetişkinlerde İskoç İngilizcesinde sürtünmeli seslerin akustik ve ultrason analizini yaptığı çalışmasında 15 yetişkin ve 15 ergen gönüllü olmuş, hem akustik bilgi hem de ultrason ile görüntü elde edilmiştir. Farklı parametrelere bakılan çalışmada iki yaş grubu arasında önemli bir fark bulunamamıştır. /a/ ünlüsü ile her iki grupta da dilin /s/ sesinde /ř/ dan daha az eğriliğinin olduğu ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak bakıldığında bu çalışma ergenler ve yetişkinler tarafından üretilen sürtünmeli seslerin dinamik artikülasyon ve akustik verisini sunmaktadır.

Klein vd. (2013) yaptıkları çalışmada /r/ sesini algısal, ultrasonla ve akustik olarak tipik ve konuşma sesi bozukluğu olan çocuklarda incelemişlerdir. Algısal olarak hatalı bulunan /r/ üretimleri incelendiğinde posterior pozisyonlu daralmaya sahip oldukları görölmüştür. Bununla beraber tipik gelişim gösteren çocukların üretimleri incelendiğinde dil kontur şekillerinde bireysel farklılıklar göze çarpmıştır. Dolayısıyla bu çalışmada hem niteliksel hem niceliksel ölçümlerin ultrasonda çocukların /r/ konuşma sesinin doğruluğunun karakterize etmek için gerekli olduğu ortaya çıkmaktadır. Sonuç olarak çocukların /r/ sesindeki konuşma sesi bozukluğunu kısmen de olsa artikülatör konfigürasyonun zorluğuna bağlamışlardır. Turton (2014) ise İngilizce'de /l/ sesbirimciklerini (alafonlarını) farklı ağızlarda incelemiştir. Manchester, Essex ve Amerikan aksanlarında /l/ sesinin kalın ve ince sesbirimciklerini incelediği çalışmasında /l/ sesbirimcik ayrımında kalınlık ve inceliğin kategorik değil aşamalı olduğu fikri üzerine araştırmasını yürütmüştür. Manchester aksanı incelendiğinde kalın ve daha kalın /l/ sesinin tutarlılık gösterdiğini, Amerikan aksanında ise ince ve kalın /l/ geçişinin daha aşamalı olduğunu vurgulamıştır.

Başka bir çalışmada ultrason yarık damak dudaklı vakalarda dil fonksiyonunun niceliksel analizinde potansiyel bir araç olarak incelenmiştir. Araştırması sonucunda ortaya çıkardığı ölçümleri hem yarık damaklı hem de yarık damaklı olmayan kişilerde terapi öncesi ve sonrası farkı karşılaştırmak için kullanılabileceğini belirtmiştir (Zharkova, 2013).

Howson vd. (2014) Çekçe titreşimli sesleri araştırmak için yaptıkları çalışmalarında ultrasonla dil görüntülemesini, akustik analizi ve elektroglotografiyi kullanmışlardır. Çalışmalarının amacı /r/ ve /ř/ sesleri için belirgin ve tutarlı dil pozisyonlarının olup olmadığını ve seslerin hangi boyutta sistematik varyasyona maruz kaldıklarını açıklamaktır. 10 gönüllünün katıldığı çalışmada seslerin, gönüllüler arasındaki bireysel farkları, sözcük pozisyonuna göre farkları ve üretimsel süreç farklılıklarına odaklanılmıştır. Gerçek sözcükler uyaran olarak kullanılmış, analiz için ilk ultrason görüntüsü kapanma sırasındaki ilk temasta alınırken, ikinci görüntü titreşim hareketi tamamlandığında alınmıştır. Sonuç olarak bakıldığında /ř/ sesi için dil gövdesinin /r/ sesine göre daha yüksekte olduğu fakat kökünün önemli bir fark göstermediği anlaşılmıştır. Gönüllülerin büyük bir kısmında farklı sözcük pozisyonlarında dil yüksekliğinde önemli düzeyde fark bulunduğu belirtilmiştir. İspanyolca'da /r/ sesbiriminin alternatif sesletimi ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır (Rivera-Campos ve Boyce, 2013). Bunların dışında Arapça ve Çince gibi birçok dilde de çalışmalar yapılmaktadır (Chen ve Lin, 2011; Lapinskaya, 2013).

2.4. Ultrason ile Yapılan Terapiye Yönelik Geribildirim Çalışmaları

Özellikle çocukluk çağı apraksisi, işitme engeline bağlı konuşma bozuklukları ve konuşma sesi bozukluklarının terapisi gibi uzun süren ama istenen sonucu alma konusunda zorluk yaşanan popülasyonlarda ultrason kullanıldığı görülmektedir. Cleland vd.'nin (2015) yaptığı çalışmanın amacı /r/ sesi dışında farklı ses hataları için de ultrasonun kullanılabilir olduğunu göstermektir. Sonuçlara bakıldığında terapi öncesi ve sonrası dil hareketlerinde önemli farklılıklar görülmüş, %70-100 arası başarı elde edilmiştir.

Ultrason ile yapılan çalışmaların büyük bir kısmı işitme kaybı olan kişilerle gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmaya ilk örnek olarak EPG ve ultrasonun karşılaştırıldığı çalışma sayılabilir (Bernhardt vd., 2003). Bu çalışmada orta-ağır düzeyde sensörinöral işitme kaybı olan ve yaşları 16-18 arasında değişen 4 kişiye 14 haftalık konuşma sesi

bozukluklarını hedefleyen ultrasonun geri bildirim için kullanıldığı bir eğitim verilmiştir. Bernhart vd.'nin (2008) yaptığı başka bir çalışmada şehir merkezindeki terapi merkezlerine ulaşımı zor olan kırsal kesimde yaşayan çocuklara ultrason ile geri bildirim terapisi sayesinde kısa sürede sesletim çalışmaları yapılması amaçlanmıştır. 7-15 yaş arası 5 kız ve 8 erkek çocuk ile çalışma yapılmıştır, çocukların hepsi önceden konuşma terapisi almışlardır. Sonuç olarak 13 vakanın 11'inde /r/ foneminin normalden daha hızlı edinildiği görülmüş, bu durum sadece 1-3 saat ultrason çalışması ile gerçekleşmiştir. Daha ağır durumda olanların ise daha fazla seansa ihtiyaç duydukları anlaşılmıştır. Özet olarak çok ağır durumda olmayan vakalar için zamanı ve motivasyonu da varsa 3 saatten az sürede ultrasonla çalışarak olumlu sonuç alınacağını belirtmişlerdir.

Roxburgh vd. (2015) submukoz yarık damak ameliyatı geçirmiş iki çocukta konuşma sesi bozuklukları için terapide ultrasonu kullanmışlardır. Görsel artikülasyon modeli (Speech Trainer-Ipad) ile ultrason kullanılarak yapılan terapiyi sekizer seans uygulayarak karşılaştırmışlardır. Görsel artikülasyon modeli görsel olarak tam anlamı ile doğru bir anatomik model yansıtmadığı halde ultrason ile yapılan çalışmadan daha olumlu sonuç vermiştir. Görsel artikülasyon modelinde çocuklar ses yolunu ve konuşma seslerini tanımlayabilmişler, fakat ultrasonu anlamada zorluk çekmişlerdir. Araştırmacılar görsel artikülasyon modeli ile yapılan terapinin daha olumlu sonuç vermesini, ultrason cihazı ve terapide kullanılan başlığın çocukların anatomisine uygun olarak hazırlanmamasına bağlamışlardır. Bressman vd. (2011) yarık damak vakaları ile bir çalışma yapmışlardır. Farklı tip yarıkları olan 5 vakanın /k/ sesi üretimleri incelenmiştir. Bireysel artikülasyon profilleri oluşturmak ve yarık damaktan kaynaklanan telafi edici hataları tanımlamak amaçlanmıştır. 5 vakada da farklı tür yarıklar bulunmaktadır. /k/ sesi izole olarak incelenmiştir. Her bir vakanın telafi edici hatalarının farklı özelliklerinin olduğu gözlenmiş ve bunlar ayrıntılı olarak betimlenmiştir. Özellikle ünlülerin önemli olduğu, /i/ ünlüsünün bazı vakalarda damak klik sesine yol açtığı, /i/ sesi gibi ön ünlülerin seslerin algılanan nazalitesini artırdığı gözlenmiştir.

Görsel geri bildirim çalışması yetişkinlerle de yapılmıştır. Ultrason, edinilmiş konuşma apraksisi olan bir hastada uygulanmıştır. Yayınladıkları vaka çalışmasında 59 yaşındaki konuşma apraksisi ve orta düzeyde afazisi olan kişi, inmeden 14,5 ay sonra ultrasonun geri bildirim için kullanıldığı konuşma terapisine alınmıştır. Çalışmanın amacı /r/ sesbirimini edinmesini sağlamaktır. Ünlü öncesi pozisyonda /r/ sesinde orta düzeyde

ilerleme görülürken, ünlüden sonra gelen /r/ sesinde genelleme olduğu gözlenmiştir (Preston ve Leaman, 2014).

2.4.1. Türkçe’de ultrasonla yapılan çalışmalar

Türkçe’de bu konuda sunulmuş iki çalışmaya ulaşılmıştır. /r/ sesbiriminin üretimi için terapi almış ama başarıya ulaşamamış konuşma sesi bozukluğu olan bir yetişkin vaka ile ultrason yardımıyla geri bildirim ile konuşma sesinin edinilmesi çalışılmıştır (Cangökçe-Yaşar vd., 2013). ABD’de yaşayan Türkçe konuşan 2 vaka ile yapılan bir çalışmada /r/ sesbiriminin üretimi incelenmiştir. Sözcük sonunda bulunan /r/ sesinde farenkste ikincil bir daralma gözlendiği, sözcük ortasında ise ikincil daralmanın tutarsız olarak gözlendiği belirtilmiştir (Hamilton ve Boyce, 2013).

2.5. Ultrason Veri Analiz Yöntemleri

Dilin şeklinin ölçülmesi artikülasyon stratejilerinin belirlenmesi için önemlidir. Dil şeklinin ölçülmesi ile dilin hareketlerinin ne kadar kompleks olduğu ve bölgesel olarak ne kadar bağımsız olduğu yansıtılabilir. Bununla birlikte dilin hareketlerinin görüntülenmesi zor olduğu için ölçülmesi de zordur fakat bu ölçümler sadece temel araştırmalar için değil normal ve bozuk konuşmadaki motor kontrolü anlamak için de önemlidir (Dawson vd., 2016). Bazı çalışmalar konuşma sesiyle ilgili bozuklukların dilin bölgesel fonksiyonel bağımsızlığının azalması ile bağlantılı olabileceği öne sürmektedir. Stolar ve Gick konuşma sesi bozukluklarında ve ikinci dil öğreniminde çok sık görülen /r/ ve /l/ seslerinde yaşanan sorunların dil şekli kompleksliği kapasitesinin azalmasına bağlamışlardır (Stolar ve Gick, 2013). Dawson vd.’nin (2016) vurguladığı gibi örneğin /r/ ve /l/ seslerinin üretimi sırasında dilin aldığı şekil ünlü üretimi ile karşılaştırıldığında çok daha karmaşıktır. Dil şeklinin kompleksliği bazı konuşma sesleri için sadece durağan doğru dil pozisyonunu sağlamak açısından değil, ön ve art lingual seslerin koartikülasyonu sırasında da dilin farklı bölümleri bağımsız olarak katılması ve daha kompleks dil hareketi oluşturmaları söz konusu olmaktadır (Stolar ve Gick, 2013).

Dilin doğasını anlayabilmek için ve araştırma amacıyla dilin şekliyle ilgili matematiksel ölçümlere de ihtiyaç duyulmaktadır. Dil görüntüsü edinilip dijital ortama aktarıldıktan sonra dil yüzeyi otomatik veya bir araştırmacı tarafından yapılan manuel işaretlemeler ile belirlenir. Belirlenen işaretler yardımı ile hesaplamalar yapılır (Stolar ve Gick, 2013). Daha önceki çalışmalarda kullanılan metrikler aşağıdaki gibidir.

2.5.1. Dorsum mesafe indeksi

Dorsum mesafe indeksi, (DMİ) Zharkova tarafından kullanılan dil sırtının ne kadar mesafe aldığı ölçen bir tür analiz yöntemidir (Zharkova, 2016). Belirlenen bir dil konturunun DMİ değerini bulmak için, dil eğrisinin iki ucunu birleştiren bir çizgi çizilir, sonra dildeki eğriye doğru bir dikey çizgi çizilir. DMİ değeri bu iki çizginin uzunluk değerinin oranı sonucu bulunur. Bu analiz yönteminde karşılaşılan sorun eğrinin iki ucunun ölçülmesinin gerekli olmasıdır. Bu durumun baş-prob stabilizasyonu yapılmamış çalışmalar için sorun teşkil edebileceği belirtilmektedir (Zharkova vd., 2017).

2.5.2. LOC_a – i indeksi

DMİ ölçümünde oluşabilecek sorunları önlemek için LOC_a – i analizi oluşturulmuştur. Bu yöntemde dilin önünün hareket mesafesi dilin arkasındaki mesafeyle bağlantılı olarak ölçülür. DMİ ölçümünün aksine eğrinin iki ucu arasındaki mesafenin ölçümüne gerek yoktur. Bu ölçüm ön ve arkada oluşturulan iki dikey çizginin uzunluğunun oranı ile elde edilir. Konuşma sesi bozukluğu olmayan tipik gelişim gösteren çocuk ve yetişkinlerle yapılan araştırmalarda bu indeksin /i/ ünlüsünün olduğu ortamlarda /a/ ünlüsüne göre daha yüksek değerlerinin olduğu, bununla birlikte farklı ünsüzler ve farklı yaş gruplarında bazı değişiklikler olabileceği belirtilmiştir (Zharkova vd., 2017).

2.5.3. Eğrilik indeksi

Eğrilik İndeksi (Eİ) dilin şeklinin matematiksel bir formülasyonudur. Dil görüntüsü ultrason ile toplandıktan ve ilgili dil konturu görüntü içindeki resim karelerinden seçildikten sonra, dil konturu sınırları yarı otomatik bir şekilde MATLAB programı yardımıyla belirlenir. Böylelikle dil konturunu temsil eden 100 adet x-y çifti, x-y eksenlerindeki piksel numaralarından elde edilmiş olur. MATLAB programı bu noktaları en iyi birleştiren eğriyi 7. dereceden bir polinomun katsayıları olarak tespit eder. Polinom fonksiyonu $F(x)$, $a-h$ polinom katsayıları olmak üzere aşağıdaki denklemle ifade edilir.

$$F(x) = ax^7 + bx^6 + cx^5 + dx^4 + ex^3 + fx^2 + gx + h \quad (2.1)$$

Polinom fonksiyonu kullanılarak eğriliğin yarıçapı aşağıdaki denklemle hesaplanır.

$$r = \frac{(1 + F'(x)^2)^{3/2}}{F''(x)} \quad (2.2)$$

Yarıçap fonksiyonu, eğriliğin başlangıç ve bitiş noktaları olan a ve b noktaları boyunca x ekseninde integral alınarak dil konturunun Eİ değeri hesaplanır (Stolar ve Gick, 2013).

$$EI = \int_a^b r dx \quad (2.3)$$

Stolar ve Gick (2013), İngilizce’de yaptıkları çalışmalarının sonucunda /r/ ve daha az ölçüde /l/ sesinin Eİ değerinin İngilizce’deki diğer seslerden ayırt edici olduğunu bulmuşlardır. Sonuç olarak bu indeks daha kompleks dil şekillerini, özellikle akıcı sesleri, ayırt eden bir yöntem sunmaktadır.

2.5.4. Modifiye eğrilik indeksi

Stolar ve Gick (2013)’in Eİ hesaplamasında kullandıkları yöntemin değiştirilmiş versiyonu Modifiye Eğrilik İndeksidir (MEİ). Stolar ve Gick (2013) dil konturunun a-b noktalarını x düzlemi üzerinde başlangıç ve bitiş noktaları olarak kabul eder. Fakat a ve b başlangıç ve bitiş noktalarını birleştiren doğru her zaman x eksenine paralel olmayabilir. Bu durum dil kökü ve dil ucunun düşey ekseninde birbirinden uzaklaştığı durumlarda integral değerinin hesaplanmasını olumsuz yönde etkileyebilir. Bu problemi gidermek adına Dawson vd.’nin (2015) önerdikleri MEİ kullanılmaktadır. Eİ ile arasında çok az fark olan MEİ’nin tek farkı integralin yatay x ekseni boyunca (a ve b) değil, başlangıç ve bitiş noktalarını birleştiren s doğrusu üzerinde (α ve β) alınmasıdır. Böylelikle dil konturunun denklemini temsil eden polinomun karakteristiği daha iyi yansıtılmış olur.

$$MEI = \int_{\alpha}^{\beta} r ds \quad (2.4)$$

Stone’un (2005) belirttiği gibi ultrason analizlerinde ölçüm hatalarının kaynaklarından biri görüntüdeki parazitlerdir. Bunun nedeni probu yerleştirme hataları veya görüntü çözünürlüğü ile ilgili olabilir. Dawson vd. (2015) ise MEİ analiz yöntemi ile bahsedilen görüntü parazitlerinin azaltılabileceğini savunmuşlardır. MEİ değerini veren integral sonuç MATLAB veya Python gibi programlarla hesaplanabilir. Dil konturundaki eğrilik fazlaştıkça elde edilen değer de artması beklenir.

2.5.5. Prokrustes analizi

Prokrustes, iki farklı şekli üst üste koyarak karşılaştıran ve bu iki şekil arasında oluşan farklılıkları metrik olarak hesaplayan bir tür istatistiksel şekil analiz metodudur. N boyutunda sınırlı noktadan oluşan nesnelere ele alınır. Genellikle bu noktalara dönüm noktaları (landmark) denir. Bir nesnenin şekli boyutsal ve rotasyonel ve tek düze ölçekleme birleşenleri çıkarılarak oluşturulan bir denklik sınıfının üyesi olarak düşünülebilir (Gower, 1975). Matematiksel olarak iki boyutta k adet noktayı ele alırsak, dönüm noktalarımızı x ve y'ler, yatayda ve düşeyde piksel değerleri olacak şekilde k adet x ve y değer çifti olarak ifade edebiliriz. Yaptığımız bu tez çalışmasında k değeri standart olarak 100 adet alınmıştır. Böylelikle her dil konturu 100 adet x-y çifti ile temsil edilmiştir. Bu noktaların karşılığı ise ultrason görüntülerindeki x ve y eksenlerindeki piksel numaralarıdır. Prokrustes analizinde öncelikle kişiden kişiye değişebilecek boyutsal farklılıkları ortadan kaldırmak için x-y değer çiftlerinden, x-y değerlerinin ortalamaları çıkarılır. Daha sonra ölçeklendirme katsayısını bulmak adına x-y çiftlerinin ortalama değerleri ile olan mesafe farkına bakılır. Ortalama değeri kendi değerinden çıkartılmış x-y çiftleri bulunan ölçeklendirme katsayısına bölünür. Son aşamada ise dilin dinlenme pozisyonu ve daralma pozisyonunu temsil eden 100 adet ölçeklendirilmiş x-y çifti arasındaki rotasyonel farklılığa bakmak adına, aralarındaki farkın karesini minimum yapacak rotasyon açısını bulmak gerekir. Bu açı bulunduktan sonra, dinlenme pozisyonundaki dil konturu (r) referans alınarak başka bir dil konturuyla (c) olan Prokrustes mesafesi (pd) olarak adlandırılan şekil farklılığı indeksi hesaplanır. Birbiriyle birebir aynı iki dil konturunun Prokrustes metriği sıfırdır. Boyutsal ve rotasyonel farklılıklar arttıkça Prokrustes mesafesinin de artması böylelikle, daha yüksek Prokrustes metriklerine ulaşılması beklenir.

$$pd = \sqrt{(y_{c1} - y_{r1})^2 + (y_{c2} - y_{r2})^2 + \dots + (y_{c100} - y_{r100})^2} \quad (2.5)$$

Kişinin kendi dil konturunun dinleme hakkındaki pozisyonu ile konuşma sırasındaki pozisyon karşılaştırıldığı için kişiler arasındaki anatomik farklılıklar bu metrik sayesinde ortadan kalkmakta, dolayısı ile daha tutarlı bir karşılaştırma elde edilmektedir. Prokrustes fonksiyonu MATLAB ve Python gibi programların standart kütüphanelerinde ekli bir fonksiyon olup iki boyutlu şekilsel karşılaştırmalar yukarıda bahsedilen algoritma kullanılarak Prokrustes metriğini sayısal olarak üretmektedir.

2.6. Dil Anatomi Fizyolojisi ve Konuşma Üretimindeki Rolü

Ağız boşluğu ses yolunun konuşma seslerini belirleyen en önemli parçalarındandır. Dil ağız boşluğunun önemli bir kısmını işgal etmekte ve çeşitli kas sistemlerinden oluşmaktadır. Bu yapılar önde ve yanda ağız tabanı ile devam eder. Bu tabanın kas temelini mandibula bacaklarının ön bölümleri arasında uzanan milohyoid kası oluşturur (Probst vd., 2011). Ağız boşluğunun hacim ve geometrisindeki en büyük değişikliği yapan organ dildir. Dilin hareketliliği ve esnekliği konuşma üretiminin temelini oluşturur.

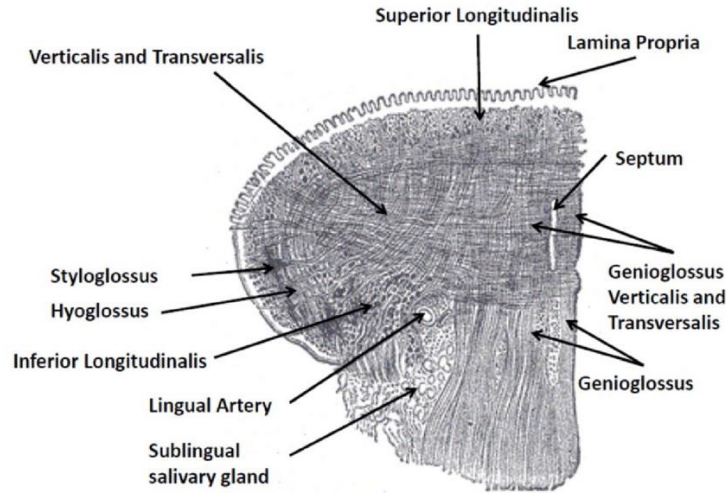
Dilin ekstrensek kasları dilin çeşitli şekillerde pozisyonlanmasını sağlar, bununla birlikte intrensek kaslar ekstrensek kaslar ile beraber çalışarak dilin şeklinin kontrolünü sağlarlar. Dilin ekstrensek kasları palatoglossus, styloglossus, genioglossus ve hyoglossustur. Kasıldığında palatoglossus kası dilin arka kısmının yükselmesine yardımcı olur. Styloglossus kasının kasılması, dili yukarı ve arkaya çekecektir. Genioglossus kasının ön ve arka bölümü bağımsız kontraksiyon yapabilir, bu da bu kasın dilin kontrolünde farklı fonksiyonlarını yerine getirmesine olanak verir. Ön bölüm kasıldığında dil ucunu arka ve aşağıya doğru çekebilir, arka bölüm kasıldığında ise dili öne çekip, dil ucunun öne çıkmasına neden olur. Hyoglossus kası kasıldığında ise dili aşağıya çekebilir, ön kas lifleri genioglossus kasının dil ucunu arkaya çekmesine ve alçalmasına yardım eder (Clark ve Yallop, 1996).

Dilin intrensek kaslarından superior longitudinal kas tam dorsum yüzeyinin altındadır ve dil kökünün ucuna ve yanlarına kadar uzanmaktadır. Inferior longitudinal kas dil kökünden başlayıp genioglossus ve hyoglossus kas lifleri ile birleşir. Kasıldığında dil ucunu alçaltıp dilin kısalmasına yardımcı olabilir. Görsel 2.2'de görüldüğü gibi transverse kas ise dil gövdesinin önemli bir kısmını oluşturur, kasıldığında dili daraltıp uzatır ve dil ucunda oluk oluşmasını sağlar. Vertikal kasın dilin aşağı kısmındaki inferior longitudinal ve transverse kaslarla lifleri karışır, kasıldığında dili genişletip düzleştirir (Clark ve Yallop, 1996).

Perkell (1969) cine x-ray incelemeleri sonucunda artikülasyon sırasındaki dinamik davranışları analiz etmiştir (Perkell (1969)'dan aktaran Clark ve Yallop, 1996). Perkell'e (1969) göre ekstrensek dil kasları özellikle ünlü seslerin üretimi sırasında dilin yavaş pozisyon ayarlamalarından sorumluyken intrensek kasların daha hızlı lokalize hareketleri ve özellikle ünsüz üretimi için gerekli olan hareketleri kontrol ettiğini belirtmektedir (aktaran Clark ve Yallop, 1996).

Dili kaldırma, geri çekme gibi yavaş hareket sağlayan dil pozisyonları styloglossus gibi kasların kullanılması ile gerçekleşir. Daha hızlı ve lokalize hareket ise dil ucunun ses yolunu bloke etmesi ve hızlı bir şekilde blokajı kaldırması şeklinde gerçekleşir. Bu gibi hızlı bir harekette superior ve inferior longitudinal kaslar dil ucunun gerekli olan hızlı hareketlerini gerçekleştirmek için kullanılır.

Abbs (1986)'ın vurguladığı gibi kas aktivitesi ve artikülasyon fonksiyonları arasındaki bağlantı basit bir ilişki değildir. Ses yolundaki kas aktiviteleri ancak tüm artikülasyon hedefleri ve bağlamı içerisinde değerlendirildiğinde bir anlam ifade edecektir (aktaran Clark ve Yallop, 1996).



Görsel 2.2. Dil kasları (Hermant vd., 2017)

2.7. Fonoloji ve Fonetik

Fonetik, araştırma alanı olarak insan anatomi ve fizyolojisi ile üretilmesi mümkün olan somut, gözlenebilen konuşma seslerini çalışmaktadır. Seslerin nasıl üretildiği, seslerin fiziksel özellikleri ve nasıl algılandıkları ile ilgilidir. Başka bir deyişle fonetiğin seslerin fiziksel betimlemesine ulaşmak istediği söylenebilir (Kopkallı-Yavuz, 2012).

Konuşmayı betimlerken dilbilgisinin hem fonetik hem fonolojik bileşenlerinden bahsetmek gerekir, gramerin fonolojik bileşeninde dilin fonolojik kurallarına göre sesler sıralanır, bu nedenle fonolojik temsil daha soyuttur. Fonolojik bileşen, fonetik ile birleşir ve fonetik kuralların uygulanması ile birlikte konuşma gerçekleşir (Kopkallı-Yavuz, 2012).

Artikulator fonetik, konuşma seslerinin nasıl üretildiğini, işitsel fonetik seslerin bireyler tarafından nasıl işitildiğini, akustik fonetik ses dalgaları olarak transfer edilen konuşma seslerinin fiziksel özelliklerini analiz etmektedir. Fonetik dilbilimdeki en önemli rolü, fonemler, sesbirimcikler ve konuşma sesleri gibi soyut kavramları gözlenebilir olan, dil, dudak hareketleri veya seslerin akustik incelenmesi gibi somut olaylarla birleştirebilmesidir (Yorgancı-Şencan, 2000). Dolayısıyla şimdiye kadar akustik fonetik alanında incelenen seslerin artikulator fonetik alanında da incelenmesi seslerin farklı ünlü ve farklı hece pozisyonlarında nasıl üretildiği ile ilgili önemli bilgiler sunacaktır.

2.7.1. Daralmalı seslerin özellikleri

Konuşma seslerinde sesletim yeri, organlardan iki sesleticinin birbirine yaklaşma veya dokunma durumlarını belirtir. En hareketli organlar dil, dudak ve yumuşak damaktır. Sesletim biçimleri ise sesin nasıl çıktığı ile ilgilidir. Örneğin ağız içinde havanın çıkışının engellenerek havanın hapsedilmesi ile durak sesleri, konuşma organlarının dar bir boşluk oluşturması ve havanın buradan sürtünerek çıkması ile sürtünmeli sesler oluşmaktadır. Türkçe’de /v, l, j / sesleri olmak üzere üç daralmalı ses vardır. Orta daralmalı sesler diş-dudak sesi olan /v/ ve damak sesi olan /j/ dir. Diş ardı seslerden olan /l/ sesi ise yan daralmalıdır (Kopkallı-Yavuz, 2010).

Ötümlü yan daralmalı sesler genelde r-benzeri (rhotic) seslerle aynı akıcı sesler grubunda yer almaktadır. Bunun sebebi r-benzeri seslerin ve yan daralmalı seslerin fonetik ve fonolojik benzerliklerinin olması olarak açıklanabilir. Fonetik olarak sonorant ayırıcı özelliğine sahiplerdir, bununla beraber akıcı sesler aynı zamanda ünsüz öbeklerinde bulunma ihtimali en yüksek olan seslerdir (Ladefoged ve Maddieson, 1996).

2.7.1.1. Yan daralmalı sesler /l/

Yan daralmalı sesler, ses yolunun mid-sagittal düzleminde gerçekleşen bir oklüzyon sonucu ortaya çıkan fakat bir veya iki kenardan hava akışının gerçekleştiği sesler olarak adlandırılmaktadır.

Türkçe’de /l/ sesi ise yan daralmalı, diş ardı ve ötümlü bir sestir. Yan daralmalı seslerde hava çıkışı ağzın orta kısmından engellenirken yanlardan çıkmaktadır. /l/ sesinin iki sesbirimciği bulunmaktadır. [l] ön ünlülerle ve ünlüden bağımsız olarak sözcük başı

pozisyonda gerçekleşmektedir. [ɣ] sesbirimciği ise arka ünlüler ile olmaktadır, sözcük başı pozisyondayken [ɣ] sesbirimciği görülmez (Selen, 1979; Kopkallı-Yavuz , 2010).

lütfe → [ɣ]	elin → [ɣ]	bel → [ɣ]
alın → [ɣ]	sağlam → [ɣ]	bal → [ɣ]

Fakat bu kurala istisnalar da mevcuttur. Bazı sözcüklerde arka ünlü ortamında /l/ sesi bulunmasına rağmen özellikle yabancı dilden alıntı sözcüklerde [ɣ] olması gerektiği halde, [l] olarak gerçekleşmektedir.

Gol → [l]	istiklal → [l]
-----------	----------------

Kornfilt (1997) buna ek olarak bazı sözcüklerde aynı hece içinde olmasa dahi sözcük içinde bir ön ünlü varsa [ɣ] değil, [l] şeklinde sesbirimcik olacağını öne sürmektedir (aktaran Kopkallı-Yavuz, 2010).

emlak → [l]

Ladefoged ve Maddieson (1996), yan daralmayı dilin sağ ve sol kenarlarından daha fazla hava akışına izin verecek şekilde kontrakte olması şeklinde ifade eder. Birçok dilde orta bölümde hava kaçıışı olmamasına rağmen, tanımlamada özellikle ortada oklüzyonun olmadığını Ladefoged & Maddieson belirtmemişler ve biraz orta bölümde hava kaçıışı olabileceğini vurgulamışlardır.

Alanyazında yapılan birçok çalışma oklüzyonun küçük azı dişlerine uzanacak şekilde kesici dişlerin ardındaki alveolar ridge de birkaç milimetre ile sınırlı olduğunu göstermektedir. Molar bölgeden geriye gitmez fakat dil gövdesi nispeten aşağıda kalır. /l/ ve /t/ sesleri gibi benzer sesletim yerine sahip sesler karşılaştırıldığında /l/ sesinde çenenin daha açık olduğu da belirtilmektedir (Ladefoged ve Maddieson, 1996). Buna karşın bu belirtilen özelliklerin tamamının bütün dillerde genel geçer kurallar olduğu da söylenemez. Temas noktası bazı dillerde daha geride olabilir ve her zaman dilin orta noktasında tam daralma olmayabilir (Ladefoged ve Maddieson, 1996).

İngilizce’de /l/ sesinin ince ve kalın olmak üzere iki sesbirimciği olduğu bilinmektedir (Turton, 2014). Sesletimin gerçekleşmesini X-ray ile inceleyen bir çalışmaya bakıldığında, ince [l] sesinde koronal hareketlerin dorsal hareketten önce geldiği, kalın [ɣ]’de ise dorsal hareketin, koronaldan önce geldiğini ve kalınlaşmanın aşamalı değiştiğini ve süreye bağlı olduğu belirtilmektedir. Bu çalışmayı yürüten Sproat ve Fujimura (1993)’ya göre dorsal hareket sesin yanındaki ünlü ile, koronal ise ünsüz ses ile bağlantılıdır. Ultrason kullanılarak yapılan bir çalışmada ise yine /l/ sesinin

sesbirimciklerinin kategorik olmadığını aşamalı değişimin sonucu olduğunu öne sürmektedirler (Lee-Kim vd., 2013).

Akustik olarak incelendiğinde ötümlü yan daralmalı seslerin belirgin formant benzeri rezonantları olduğu, ilk formantın nispeten düşük frekansta olduğu, ikinci formantın ise daralmanın olduğu sesletim yerine göre değişiklik gösterebildiği bilinmektedir. Üçüncü formantın ise şiddetinin yüksek olduğu ve yüksek frekansta olduğu söylenebilir (Ladefoged ve Maddieson, 1996). Buna ek olarak üçüncü formantın üzerinde yakın aralıklarla başka formantlar bulunabilir. Yan daralmalı bir sesin yanında ünlü bulunduğu anda ise hem daralma hem de hareketin sonlandığı anda formant yerlerinde ani değişiklikler özellikle sesletim yeri dışındaysa gözlenebilir. Dikmen (2010) daralmalı sesleri incelediği araştırmasında /l/ sesi için F1 frekans değerinin 329 Hz ortalama değerini bulmuştur, bulunan bu frekans değeri hem ince hem kalın /l/ için verilen değer aralığı içindedir. F2 değeri 1429 Hz olarak, F3 değeri ise 2865 Hz olarak bulunmuştur. Bu bulgulara göre Türkçe'deki /l/ sesinin İngilizce ile karşılaştırıldığında ortalama frekans bulgularının daha çok ince /l/ özelliği gösterdiği, bununla birlikte çalışmada incelenen Türkçe /l/ sesinde F2 sabit durum süresi ve geçiş süresinin yine İngilizce ile karşılaştırıldığında %50 daha kısa süreye sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Artikülasyon olarak bakıldığında /l/ ve /r/ seslerinin üretiminde dil hareketlerinin ünlü seslerin üretiminden daha kompleks bir hal kontura sahip olduğu belirtilmektedir (Stolar ve Gick, 2013). Proctor (2011) ise /l/ ve /r/ seslerinin ortak noktalarının artikülasyon göz önüne alındığında ağız boşluğunun arkasında meydana gelen daralma olduğunu ileri sürmektedir. Hem yan daralmalı seslerin hem de /r/ sesinin ana daralma noktalarının yanı sıra başka dorsal jestlerin de sesletim sırasında gerektiğini Proctor (2011) vurgulamaktadır. Fakat net olmayan noktanın daralmanın uvular mı, velar mı yoksa faringeal mı olduğunu belirtmiştir. Proctor'a (2011) göre /r/ sesi için bu ikincil daralma noktası faringeal daralma iken, /l/ sesi için velar veya uvulardır. Proctor (2011) da /l/ ve /r/ seslerinin Stolar ve Gick'in (2013) belirttiği gibi daha komplike sesler olduğunu savunmaktadır. Yan daralmalı seslerde lateral hava akışını sağlamak için yapılan dil hareketi dilin uzamasını sağladığı, bu nedenle dilin volümünü koruyucu özellikleri dilin arka kısmının daha posteriora kalmasına neden olduğu, bu sırada aynı anda dilin kenarlarının lateral hava akışı için modifiye edilmiş olduğu Proctor (2011) tarafından vurgulanmaktadır. Bununla beraber Proctor (2011), /r/ seslerinde görülebilen dilin orta

kısımındaki oluşan boşluğun dilin daha da artlaşmasına neden olabileceğini öne sürmektedir.

2.7.1.2. Diğer daralmalı sesler /j/

Daralmalı seslerde konuşma organlarının birbirine yaklaşarak havanın sürtünmeden çıkması söz konusudur. Daralmalı sesler ünlü benzeri, yarı ünlü sesler olarak da tanımlanmaktadır. Bu sesler kayıcı (glide) olarak da adlandırılmaktadırlar. Kayıcı olarak tanımlanmalarının sebebi yüksek ünlü sestem alçak ünlüye hızlı bir şekilde geçiş olmasıdır (Ladefoged ve Maddieson, 1996). Bu çalışmada incelenecek seslerden /j/ sesi sesletim yeri olarak damak sesi, ötümlü bir ses, biçim olarak ise daralmalı bir sestir. Sesin üretiminde /i/ sesinin çıkarılmasındaki gibi dudaklar az aralıktadır ve ortada soluşun çıkması için dar bir kanal kalmaktadır (Selen, 1979). Bu sesin üretimi sırasında dil kapalı-yarı kapalı ünlü pozisyonunu almakta ve hemen kendisini takip eden sesin pozisyonuna girmektedir, örneğin yuvarlak bir ünlü takip ediyorsa dudaklar yuvarlak hale gelir, diğer durumlarda ise dudaklar nötr ve yaygındır. Bu hızlı geçiş nedeniyle /j/ ‘yarı-ünlü’ olarak da adlandırılmaktadır (Yorgancı-Şencan, 2000). Selen (1979) ise bu sesin çıkışında az bir sürtünme duyulduğu ve çıkış biçimi /i/ ünlüsüne benzediği için yarı ünlü niteliği kazandığını belirtmiştir. Bununla beraber /j/ sesi bir ön ünlüden sonra geldiğinde ve bir sonorant ses veya /i/ sesi ile takip edildiğinde /j/ sesinin silindiği öne sürülmektedir, bunun sonucu olarak ise /j/ sesinden önce gelen ünlü uzamaktadır (Kopkallı-Yavuz, 2010).

Örneğin;

iyi [iji] → [i:]

2.7.2. /r/ sesinin özellikleri

Dünya dillerinde r-seslerinin (rhotic) seslerin çok fazla çeşitlilik göstermesi, bu seslerin fonetik karakterizasyonunu zorlaştırmaktadır. Çeşitli sesletim şekilleri (tek vuruşlu, sürtünmeli vb.) ve yerleri (diş ardı, retrofleks, gırtlak vb.) dünyada çeşitli dillerin fonolojisinde r-seslerinde görülmektedir (Proctor, 2009). Bu heterojen ses grubunun fonolojik üyeleri olarak görülen ünsüzlerin ortak özelliği olarak akustik özellikleri betimlenmeye çalışılmış fakat bu belirsizliğe götürmüştür. r-seslerinin formantlarından üçüncüsünün düşük olmasının bu sesler için genel bir belirleyici özellik olduğu savunulmuştur, fakat Ladefoged ve Maddieson (1996)’ a göre üçüncü formantın düşük

olması bir çok r-sesi için artikülasyon konfigürasyonları ile korelasyon göstermektedir, dişil ve uvular sesler için bu geçerli değildir yani bütün r-benzeri sesler için üçüncü formantın belirleyici olduğu söylenemez.

Fonolojik olarak bakıldığında r-seslerinin farklı dillerde benzer şekilde davrandığı anlaşılmıştır. Ünsüz öbeklerinde /r, l, j/ seslerinin durak ünsüzleri ile bulunma olasılığının daha çok olduğu belirtilmektedir (Ladefoged, 1975). Bununla birlikte r-seslerinin ünsüz öbeklerinde hece köküne daha yakın olduğu bilinmektedir. Dünya dillerinde ‘r’ harfine benzer şekilde yazılan seslerin bu ses grubuna girdiği düşünülür ve dünya dillerinden %75inde r-sesleri mevcuttur (Ladefoged ve Maddieson, 1996).

Önceden de bahsedildiği gibi r-sesleri heterojen bir ses grubu olduğundan sesin biçimi ve sesletim yeri dillere göre değişkenlik göstermektedir. Tek vuruşlu (flap/tap) r-seslerinde sesin sesletim yeri genelde apikaldir (dil ucu). Tek vuruşlu sesletimde artikülatörlerden aktif olan temas noktasına yüzeysel olarak yaklaşp dil ucu dış ardında retrakte olduktan sonra öne gelir bu hareket sırasında dış ardında vurur. Bununla birlikte tek vuruşlu anlamına gelen ‘tap’ ve ‘flap’ terimlerinin alanyazınında tam olarak net bir ayrımı bulunmamaktadır, dolayısıyla hangi dilde ‘tap’ hangi dilde ‘flap’ olarak sınıflandırıldığı kesin değildir (Ladefoged ve Maddieson, 1996; Kopkallı-Yavuz, 2010).

Sürtünmeli ve daralmalı r-seslerinde ise temas yoktur sadece artikülatörlerin yaklaşması söz konusudur. Bazı durumlarda tipik üretimi sürtünme takip eder, diğerlerinde ise daralmalı ses üretilir. Amerikan İngilizcesi ve Fransızcada bu sesin farklı türleri mevcuttur (Ladefoged ve Maddieson, 1996). Örneğin Amerikan İngilizcesinde hem retrofleks olarak artiküle edilen hem de aynı zamanda farenkste konstriksiyonu ve dudaklarda yuvarlama olan r-sesi türü de /ɹ/ mevcuttur. Ötüm özelliği incelendiğinde r-seslerinin ötümsüz sesbirimciklerine özellikle hece sonunda ve ötümsüz durak seslerinden sonra dünya dillerinde çok sık rastlandığı belirtilmektedir (Ladefoged ve Maddieson, 1996). Aynı dil içinde genelde sesletim yeri olarak değil ama sesletim biçimi bakımından farklı r-sesleri de bulunabilmektedir.

Türkçe’de /r/ sesi bazı kaynaklarda daralmalı seslerin de içinde bulunduğu akıcı ünsüzlerden sayılmaktadır (Ladefoged, 1975; Selen, 1979). Selen (1979), Türkçe’de /r/ sesini akıcı ünsüzler kategorisinin içinde ‘vurmalı ünsüz’ olarak tanımlamaktadır. Dil ucunun üst dişetlerine değdirerek, dil ucunun da titreşerek bu sesi oluşturduğunu belirtir. /r/ sesi genel olarak dış ardı, ötümlü ve tek vuruşlu bir ses olarak tanımlanmaktadır. Selen (1979) bu sesin üç sesbirimciği olduğunu, bunlardan sözcük başında bulunanın titreşimli,

ortasında bulunanın tek vuruşlu, sözcük sonunda bulunanın ise sürtünmeli olduğunu savunmuştur. Kopkallı-Yavuz (2010) ise bu sesin yine üç sesbirimciği olduğunu sözcük başında ötümlü, sürtünmeli, tek vuruşlu [r̥], sözcük ortasında ötümlü, tek vuruşlu [r], sonunda ise ötümsüz, sürtünmeli, tek vuruşlu [r̥] olduğunu belirtmiştir.

Yan daralmalı seslerin r-sesleri ile olan bağlantısına baktığımızda; iki grubun da seslerinin ortak daha kapsayıcı bir grup olan akıcı sesler adı altında olduğunu görülmektedir. Genel olarak dünya dillerine bakıldığında akıcı seslerin /l, r / ayırıcı özellikleri ünsüz, sonorant ve nazal olmayan seslerden olmalarıdır. Bazı dillerde yan daralmalı ve r-seslerinin diğer daralmalı seslerde görülmeyen sözcük düzeyinde sınırlılıklara sahiptir. Bazı dillerde r-sesleri ve yan daralmalı sesler sözcük başında bulunamaz, buna karşın sözcük başı kayıcı sesler tolere edilir, bu durum da akıcı seslerin kayıcı seslerden farklı bir statüsü olduğuna işaret etmektedir (Proctor, 2009). Örneğin Türkçe’de akıcı seslerin sözcük başı pozisyonunda olduğu birçok sözcük vardır, fakat bunlar yabancı dillerden ödünç alınmış kelimelerdir ve diğer ünsüzlerle başlayan kelimelerle karşılaştırıldığında sayılarının görece az olduğu anlaşılabilir (Proctor, 2009). Bazı dillerde /r/ ve /l/ sesleri arasında değişimin görülmesinin sebebinin aslında tutarlı bir sesletimin farklı algılanması olduğu ileri sürülmektedir. Nasioi, Barasano, Tucano gibi dünya dillerinde ünlüye göre değişimin olduğu belirtilmektedir, genelde arka ünlülerin yan daralmalı, ön ünlülerin ise r-seslerine yatkın hale getirdiği söylenebilir, Chumburung dilinde ise /l/ sesinin sözcük ortasında daralmış fareksle (dil kökünün retrakte olması) r-sesi varyantına dönüştüğü görülmektedir (Ladefoged & Maddieson, 1996). Sonuç olarak r-sesleriyle yan daralmalı seslerin belli paternlerle aralarında değişim olabildiği bu durumun da iki grup sesin bağlantısını sağladığı söylenebilir. Scobbie vd. (2013) özellikle titreşimli /r/ sesinde, dilin anterior kısmındaki titreşim hareketinde gerekli olan stabilizasyona daha farengeal bir daralmanın destek olabileceği görüşünü savunmaktadırlar.

Sonuç olarak Ladefoged ve Maddieson (1996) dünya dillerinde tek vuruşlu, titreşimli r-seslerinin durak seslerine benzediğini çünkü kapanma olduğunu, sürtünmeli r-seslerinin de diğer sürtünmeli seslere benzediğini vurgulamaktadır. Bu durum göz önüne alındığında aslında r-seslerinin bir grup olarak adlandırılmasının asıl sebebinin tarihsel olarak yazımında ‘r’ harfi kullanılması olduğunu belirtmişlerdir. Boyce vd. (2016) ise farklı dillerde r-seslerini bir araya getiren özelliğin dilin arkasında oluşan ikinci bir daralma olduğunu vurgulamışlardır. Bu nedenle r-seslerinde sık görülen hatalı

artikülasyonların sebebini, bireylerin dilin farklı bölümlerinin frenks daralmasını gerçekleştirecek kadar farkında olmamalarına bağlamışlardır.

Türkçe’de de birçok dilde olduğu gibi /r/ ve /l/ sesleri konuşma sesi bozukluğu olan bireylerde sıklıkla hatalı sesletilmekte veya birbiri yerine kullanılmaktadır. Bu durum için fonksiyonel olarak dilin bağımsız kısımlarını farklı şekilde kullanma yetisinin henüz gelişimsel olarak edinilmemesi olası bir sebep olarak gösterilmektedir. /r/ ve /l/ seslerinin özellikle dilin kompleks hareketini gerektirdiği düşünülmekte ve bu hareketin kompleksliğinin bu seslerin sesletilmesinde sorun yaşanmasının sebebi olduğu düşünülmektedir. Stolar ve Gick’e (2013) göre sesler durağan değildir, sonuç olarak art ve ön seslerin koartikülasyonu sırasında da dilin farklı bölümlerinin bağımsız olarak hareket etmesi beklenir, bu şekilde daha kompleks dil hareketleri ortaya çıkar. Bu nedenlerle dilin kompleks hareketlerinin ölçülmesi ve betimlenmesi tipik konuşma özellikleri gösteren bireylerde akıcı ve kayıcı seslerin üretimi sırasındaki motor kontrolü açıklamak için gerekli görünmektedir.

3. ARAŞTIRMA GEREÇ VE YÖNTEMİ

3.1. Araştırmanın Modeli

Türkçe'deki /r, l, j/ seslerini ultrason ile betimlemeyi amaçlayan bu çalışmada sözcük başı, ortası ve sonu pozisyonundaki /r, l, j/ seslerinin betimlenmesi için belirlenen üç ses, sekiz ünlü ile farklı sözcük ve hece pozisyonlarında incelenmiştir.

3.2. Araştırmanın Katılımcıları

Araştırmada verileri incelenen gönüllü sayısı 12'si kadın 7'si erkek olmak üzere 19 kişidir. Çalışmaya katılan toplam katılımcı sayısı 26'dır. Verileri incelenen katılımcı sayısının 19 olarak belirlenmesinin sebepleri; ultrason görüntü kalitesinin bazı katılımcılarda düşük olması, bireysel anatomik özellikleri nedeniyle bazı katılımcıların dil ucu veya arının görüntülenememesi olarak sayılabilir. Araştırmadaki katılımcılar Türkiye'de yaşayan, ana dili Türkçe olan kişilerden oluşmaktadır. Katılımcılar 20 ile 66 yaş aralığındadır. Katılımcıların yaş ortalaması 36,3'tür. Katılımcıların herhangi bir dil veya konuşma bozukluğuna sahip olup olmadıkları değerlendirilmiş, dil veya konuşma bozukluğu olmayan, ana dili Türkçe olan katılımcılar çalışmaya dahil edilmiştir. Ayrıca katılımcıların vücut kitle indekslerinin (VKİ) 30'un üzerinde olmamasına dikkat edilmiştir. VKİ, obezite ölçüsünü belirleyen bir tür indekstir. 20 kg/m² ve altı zayıf, 20-24,9 kg/m² normal kilolu, 25-29,9 kg/m² fazla kilolu, 30 kg/m² ve üstü ise obez olarak sınıflandırılmaktadır (West, 1994). Fazla yağ dokusu ultrason görüntü kalitesini olumsuz etkileyeceği için sınır 30 kg/m² olarak belirlenmiştir. Katılımcıların yaşları, cinsiyetleri ve vücut kitle indeksleri EK-1'de verilmiştir.

3.3. Uyarıların Belirlenmesi

Uyarı listesi oluşturulurken belirlenen sesleri /r, l, j/, sözcük başı, ortası ve sonu olmak üzere içeren sözcükler Türk Dil Kurumuna ait Türkçe sözlükten seçilmiştir (TDK, 2011). Sözcükler seçilirken ilk hece ile ikinci hecedeki ünlüler aynı olarak belirlenmiştir. Sözcükler belirlenen pozisyonlar dışında /r, l, j/ seslerini içermemektedir. ZÜ-ZÜZ hece yapısına sahip bütün ünlülerin her birinin her iki hecede de kullanıldığı /r, l, j/ seslerini içeren 59 sözcük bulunmuştur. Gerçek sözcüklerin bulunamadığı durumlarda ise anlamsız sözcükler (non-word) kullanılmıştır. Anlamsız sözcükler herhangi bir anlam

ifade etmeyen ancak sesletilebilen sözcüklerdir. Anlamsız sözcüklerle ilgili yapılan Kaçar'ın (2011) çalışmasında bazı kriterler belirlenmiştir, bunlar:

- Sözcüğün ünsüz ile başlayıp bitmesi.
- Kaç heceli olursa olsun son hecenin ZÜZ şeklinde, ondan önceki hecenin ise ZÜ şeklinde olması. Bu şekilde hecelerin belirlenmesinin sebebi Kaçar'ın yaptığı çalışmada en sık kullanılan hece yapılarının incelenmesi ve en yüksek oranlarda ZÜ ve ZÜZ'ün çıkmasıdır.
- Sözcük sonunda /b, c, d, g/ seslerinin olmaması.
- Artlık, önlük uyumuna uyulması. İlk hecede a, ı, o, u sesleri varsa ikinci hecede de olmalıdır. Aynı şekilde ilk hecede e, i, ü, ö sesleri var ise ikinci hecede de olmalıdır.
- Aynı sözcükte birden fazla aynı ünsüz bulunmamalıdır (Kaçar, 2011).

Bununla birlikte Kaçar edinim sırasına göre sesleri ayırmış ve sözcük sonu ve başında kullanılacak sesleri sınıflandırmıştır, fakat şu anki çalışma belirli sesler üzerine olduğu için bunu gerçekleştirmek mümkün değildir.

/r/ sesi için sözcük başı hece başı, sözcük ortası hece başı ve sözcük sonu hece sonu olmak üzere üç farklı pozisyon ZÜ sıralamasıyla, ondan sonra gelecek hecenin ise ZÜZ sıralamasında olmasına dikkat edilmiştir. Bu durumda sözcükler ünsüz ile başlayıp ünsüz ile bitecek ve aynı kelime içerisinde aynı ünsüz kullanılmayacaktır. Bu kurallara uygun olarak gerçek sözcük bulunamayan ünlüler için /r/ sesinde 5 adet anlamsız sözcük bulunmuştur. /r/ sesi için 19 gerçek sözcük, 5 anlamsız sözcük olmak üzere toplam 24 sözcük hazırlanmıştır. Bu sözcükler, sözcüklerin Uluslararası Fonetik Alfabeti'ndeki (IPA) karşılıkları, hedeflenen ses ve konumları Tablo 3.1, 3.2 ve 3.3'te verilmiştir.

Tablo 3.1. /r/ sesi sözcük başı pozisyonu

Uyaran	IPA	Hedef	Çevre
rasat	/rAsAt/	[ř]	#_/ʌ/
resen	/rɛsɛn/	[ř]	#_/ɛ/
rımız (anlamsız)	/rumuz/	[ř]	#_/u/
rimin (anlamsız)	/rimin/	[ř]	#_/i/
rodos	/rodos/	[ř]	#_/o/
römön	/rœmrœn/	[ř]	#_/œ/
rumun	/rumun/	[ř]	#_/u/
rümün	/rymyñ/	[ř]	#_/y/

Tablo 3.2 /r/ sesi sözcük ortası pozisyonu [r]

Uyaran	IPA	Hedef	Çevre
haram	/hΛrΛm/	[r]	/Λ_Λ/
meres	/mεrεs/	[r]	/ε_ε/
fırın	/fırın/	[r]	/u_u/
birim	/birim/	[r]	/i_i/
horoz	/horoz/	[r]	/o_o/
mörön (anlamsız)	/mœrœn/	[r]	/œ_œ/
gurup	/gurup/	[r]	/u_u/
pürüz	/pyryz/	[r]	/y_y/

Tablo 3.3. /r/ sesi sözcük sonu pozisyonu

Uyaran	IPA	Hedef	Çevre
damar	/dΛmr/	[r̥]	/Λ/#
teber	/tεbr/	[r̥]	/ε/#
bıdır	/bıdır/	[r̥]	/u/#
zifir	/zifir/	[r̥]	/i/#
motor	/motor/	[r̥]	/o/#
bömör (anlamsız)	/bœmr/	[r̥]	/œ/#
buzur (anlamsız)	/buzur/	[r̥]	/u/#
müdür	/mydır/	[r̥]	/y/#

/l/ sesi için ilk hecenin ZÜ, ikinci hecenin ise ZÜZ şeklinde olmasına dikkat edilmiştir. /l/ sesi için 9 anlamsız sözcük, 15 gerçek sözcük olmak üzere toplam 24 sözcük belirlenmiştir. Bu sözcükler, sözcüklerin IPA alfabesindeki karşılıkları, hedeflenen ses ve konumları Tablo 3.4, 3.5 ve 3.6’da verilmiştir.

Tablo 3.4. /l/ sesi sözcük başı pozisyonu

Uyaran	IPA	Hedef	Çevre
lasat (anlamsız)	/lAsAt/	[l]	#_Λ/
lesen (anlamsız)	/lεsɛn/	[l]	#_ε/
lımız (anlamsız)	/lımız/	[l]	#_u/
limit	/limit/	[l]	#_i/
lodos	/lodos/	[l]	#_o/
lömön (anlamsız)	/lœmœn/	[l]	#_œ/
lumuz (anlamsız)	/lumuz/	[l]	#_u/
lümün (anlamsız)	/lymyn/	[l]	#_y/

Tablo 3.5. /l/ sesi sözcük ortası pozisyonu

Uyaran	IPA	Hedef	Çevre
palan	/pʌlʌn/	[ɫ]	/ʌ_ʌ/
melez	/mɛlɛz/	[l]	/ɛ_ɛ/
cılız	/dʒɯlɯz/	[ɫ]	/ɯ_ɯ/
bilim	/bilim/	[l]	/i_i/
moloz	/moloz/	[ɫ]	/o_o/
mölön (anlamsız)	/mœlœn/	[l]	/œ_œ/
bulut	/bulut/	[ɫ]	/u_u/
zülüf	/zylyf/	[l]	/y_y/

Tablo 3.6. /l/ sesi sözcük sonu pozisyonu

Uyaran	IPA	Hedef	Çevre
hamal	/hʌmʌl/	[ɫ]	/ʌ/_#
cebel	/dʒɛbɛl/	[l]	/ɛ/_#
bıcıl	/bɯdʒɯl/	[ɫ]	/ɯ/_#
misil	/misil/	[l]	/i/_#
motol (anlamsız)	/motol/	[ɫ]	/o/_#
bömöl (anlamsız)	/bœmœl/	[l]	/œ/_#
buzul	/buzul/	[ɫ]	/u/_#
gümül	/gymyl/	[l]	/y/_#

/j/ sesi için de aynı sözcük ve hece yapıları seçilmiştir. ZÜ ilk hece, ZÜZ ise son hece için belirlenmiştir. Diğer seslerde olduğu gibi aynı sözcük içerisinde aynı ünlülerin olması dikkat edilmiştir. Gerçek sözcük bulunamayan ünlü pozisyonları için anlamsız sözcükler oluşturulmuştur. /j/ sesi için 15 anlamsız sözcük, 9 gerçek olmak üzere toplam 24 sözcük belirlenmiştir. Bu sözcükler, sözcüklerin IPA alfabesindeki karşılıkları, hedeflenen ses ve konumları Tablo 3.7, 3.8 ve 3.9’da verilmiştir.

Toplamda her sestem 24 sözcük olmak üzere, toplam 72 sözcük ve 8 adet de çeldirici sözcük listelere eklenmiştir. Dolayısıyla 43 gerçek sözcük, 29 anlamsız sözcük ve 8 çeldirici olmak üzere toplam 80 sözcük çalışmada kullanılmıştır. Sözcükler rasgele oluşturulmuş 3 liste halinde hazırlanarak katılımcılara okutulmuştur. Böylelikle katılımcıların hangi sestem sınıdıklarına dair bir fikir elde edememeleri sağlanmaya çalışılarak çalışmanın güvenilirliği artırılmıştır.

Tablo 3.7. /j/ sesi sözcük başı pozisyonu

Uyaran	IPA	Hedef	Çevre
yaban	/jʌbʌn/	[j]	#_/_ʌ/
yesen (anlamsız)	/jesɛn/	[j]	#_/_ɛ/
yımız (anlamsız)	/jumuz/	[j]	#_/_u/
yimit (anlamsız)	/jimit/	[j]	#_/_i/
yodos (anlamsız)	/jodos/	[j]	#_/_o/
yömön (anlamsız)	/jœmœn/	[j]	#_/_œ/
yumuş	/jumus/	[j]	#_/_u/
yümün (anlamsız)	/lymyn/	[j]	#_/_y/

Tablo 3.8. /j/ sesi sözcük ortası pozisyonu

Uyaran	IPA	Hedef	Çevre
payan	/pʌjan/	[j]	/ʌ_ _ʌ/
heyet	/hejet/	[j]	/ɛ_ _ɛ/
cıyız (anlamsız)	/dʒujuz/	[j]	/u_ _u/
giyim	/gijim/	[j]	/i_ _i/
boyoz	/bojoz/	[j]	/o_ _o/
möyön (anlamsız)	/mœjœn/	[j]	/œ_ _œ/
duyum	/dujum/	[j]	/u_ _u/
süyüm	/syjum/	[j]	/y_ _y/

Tablo 3.9. /j/ sesi sözcük sonu pozisyonu

Uyaran	IPA	Hedef	Çevre
hamay (anlamsız)	/hʌmʌj/	[j]	/ʌ/_ #
deney	/denɛj/	[j]	/ɛ/_ #
bıcıy (anlamsız)	/budʒuj/	[j]	/u/_ #
misiy (anlamsız)	/misij/	[j]	/i/_ #
motoy (anlamsız)	/motoj/	[j]	/o/_ #
bömöy (anlamsız)	/bœmœj/	[j]	/œ/_ #
buzuy (anlamsız)	/buzuj/	[j]	/u/_ #
gümüy (anlamsız)	/gymyj/	[j]	/y/_ #

3.4. Verilerin Toplanması

/r/ /j/ /l/ /sesleriyle sözcük başı, ortası ve sonu olmak üzere farklı pozisyonlarda ve bütün ünlü sesler kullanılarak belirlenen sözcükler kullanılacaktır. Gerçek sözcükler (43),

anlamsız sözcükler (29) ve çeldirici sözcükler (8) olmak üzere toplam 80 sözcük belirlenmiştir. Sözcüklerin her biri bir slayta denk gelecek şekilde ayarlanmış ve rastgele dizilmiştir. 80 aynı sözcükten oluşan fakat rastgele olarak dizilmiş, sıralamaları farklı üç liste oluşturulmuştur. Aynı sözcüklerden oluşan üç farklı şekilde sıralanmış liste katılımcılar tarafından okunmuştur. Katılımcılar toplam 240 sözcük okumuşlardır.

Katılımcılardan ilk olarak bilgilendirilmiş gönüllü olur formu ve bilgi formunu doldurmaları istenmiştir (EK-2 ve EK-3). Kayıtlar Anadolu Üniversitesi Dil ve Konuşma Bozuklukları Eğitim Uygulama ve Araştırma Merkezinde ses yalıtımlı bir odada gerçekleştirilmiştir. Mikrofon olarak MXL usb 007 Marshall Electronics, görüntüleme için Mindray ultrason cihazı mikrokonveks prob ile kullanılmıştır. Proben frekansı 6,5 MHz yarıçapı 15 milimetredir. Baş ve prob stabilizasyonunu sağlamak için katılımcılara başlık takılmış ve çene altından prob sabitlenmiştir. Ultrason cihazının görüntü alanı 90 derecenin üzerindedir. Derinlik ayarı her katılımcı için sabit tutulmuştur. Görsel 3.1’de görüldüğü üzere, katılımcı önündeki tablete yansıtılan rastgele oluşturulmuş listeden sözcükleri okumakta ve her sözcük için ultrason yardımı ile görüntü kaydı ve mikrofon yardımı ile ses kaydı alınmaktadır.



Görsel 3.1. *Ultrason test düzeneği*

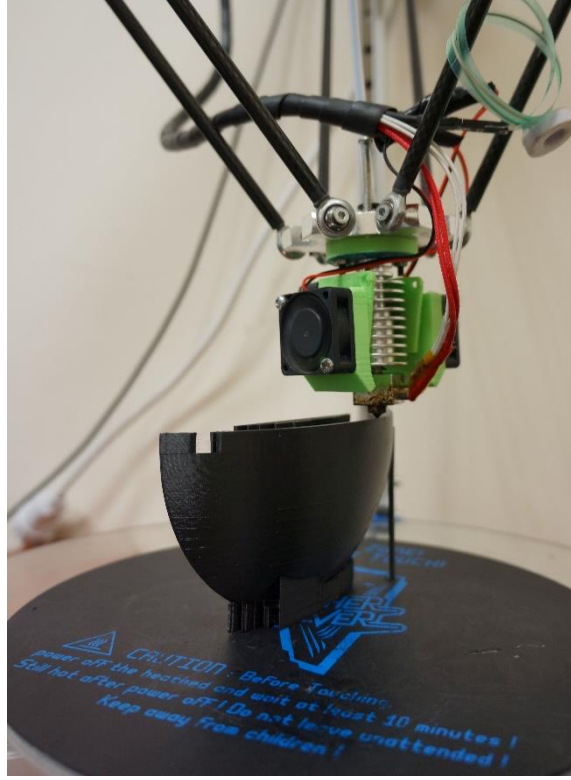
Katılımcılara /r, l, j/ seslerini içeren uyarılar farklı sözcük pozisyonlarında olmak üzere tablet ekranından randomize üç liste olarak okutulmuştur. Listeler arasında, katılımcıların ihtiyacı doğrultusunda kısa aralar verilmiştir. Eş zamanlı olarak ses kaydı ve ultrason ile görüntü kaydı alınmıştır. Katılımcıların ultrason ekranına görüntülere

bakmayacak şekilde oturmaları sağlanmıştır, bunun sebebi kişilerin dikkatinin dağılabilmesi ve geribildirim sırasında konuşmanın doğal olmamasıdır (Stone, 2005).

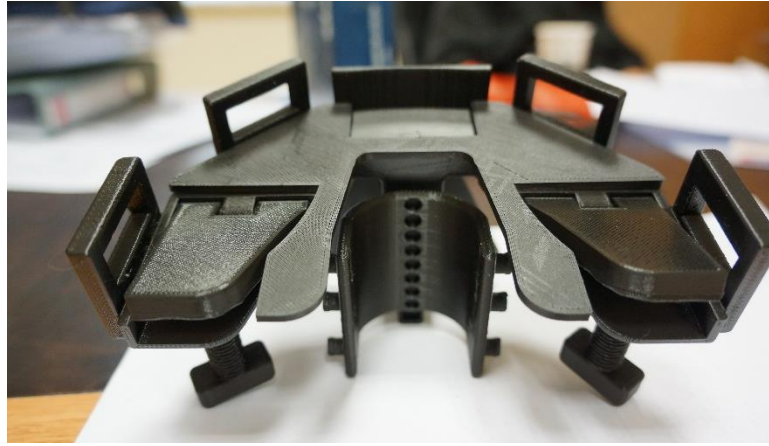
3.4.1. Baş stabilizasyonu

Ultrasonun asıl kullanımı klinik amaçlı olduğu için probun normal şartlarda elle tutulması amaçlanmıştır. Fakat ultrason görüntülenmesinin kullanıldığı araştırmalarda bu teknik kabul edilebilir değildir, çünkü eldeki hafif bir hareket bile probun yerinin değişmesine kaymasına neden olabilir. Bununla birlikte çenenin konuşma sırasındaki doğal hareketi de elle probun sabit bir şekilde tutulmasını engellemektedir (Stone ve Davis, 1995). Her ne kadar elle tutularak çok dikkatli yürütülen çalışmalar olsa da bu çalışmalardan edinilen bulguların doğruluğu ve güvenilirliği tartışmalı olacaktır (Stone ve Davis, 1995). Bu nedenlerle ultrason görüntüleme çalışmalarında probun stabil olması önem taşımaktadır. Submental olarak probun dil ile bağlantılı olarak dönmesini ve hareket etmesini önlemek için stabilizasyon gereklidir. Ultrason probu submental olarak yerleştirildiğinde ve ses dalgaları doku yoğunluklarında farklılıklara isabet ettiğinde ses dalgaları geri yansiyacaktır. Bunun sonucunda nispeten dil yüzeyinin net bir görüntüsü oluşur. Farklı araştırmacılar tarafından dil hareketini belirlemek için farklı yöntemler uygulanmıştır. Bunlardan bazıları dil yüzeyini optik takip (Proctor, 2009), otomatik veya manuel olarak belirleme (Zharkova, 2007), landmark işaretleme (Ménard vd., 2012) ve dil konfigürasyonlarını akustikle bağdaştırma gibi yöntemlerdir (Carignan, 2018).

Derrick vd.'nin (2018) yaptığı bir çalışmada üç boyutlu yazıcı yardımıyla stabilizasyon için kullanılabilecek bir başlık üretilmiştir. Bu başlık ile yapılan çalışma prob rotasyonunun 1,25 derece ve doğrusal hareketinin 2,5 mm ile sınırlandırıldığını ve kabul edilir sınırlar içerisinde olduğunu göstermiştir. Bu sistem ayrıca hafif, tamamen birleştirildiğinde 200-240 gr ağırlığındadır ve katılımcıların raporlarına dayanarak 1,5 saat kadar takılmasını tolere edilebilmektedir ve bununla birlikte metal aksam içermemesi de olumlu bir özellik olarak düşünülebilir (Derrick vd., 2018). Bu çalışmada üç boyutlu yazıcı ile üretilmiş olan bu başlık kullanılmıştır. Başlığın üç boyutlu yazıcıda imalat süreci ve imal edilmiş başlığın ayarlanabilir çene altı parçası sırası ile Görsel 3.2 ve Görsel 3.3'te görülmektedir.



Görsel 3.2. Üç boyutlu yazıcı ile başlık imalatı



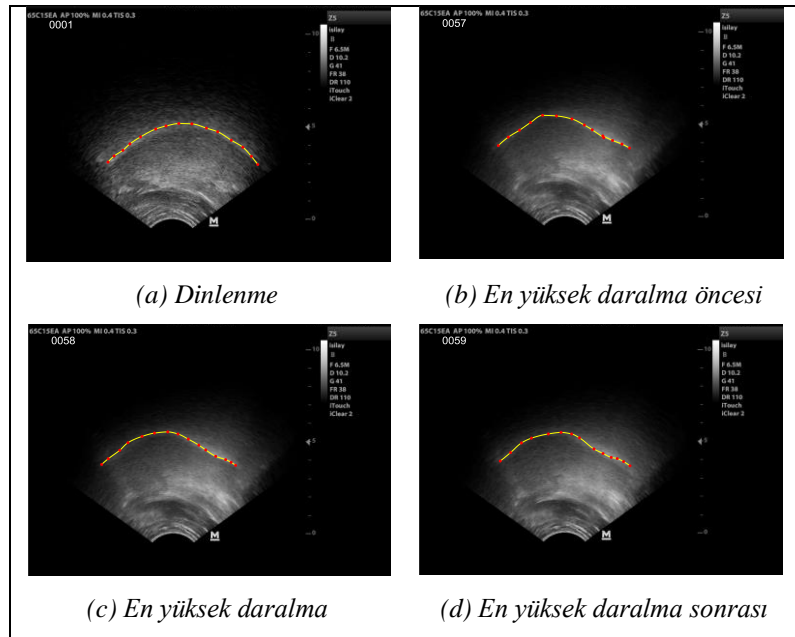
Görsel 3.3. Başlığın ayarlanabilir çene altı parçası

3.4.2. Veri analizi

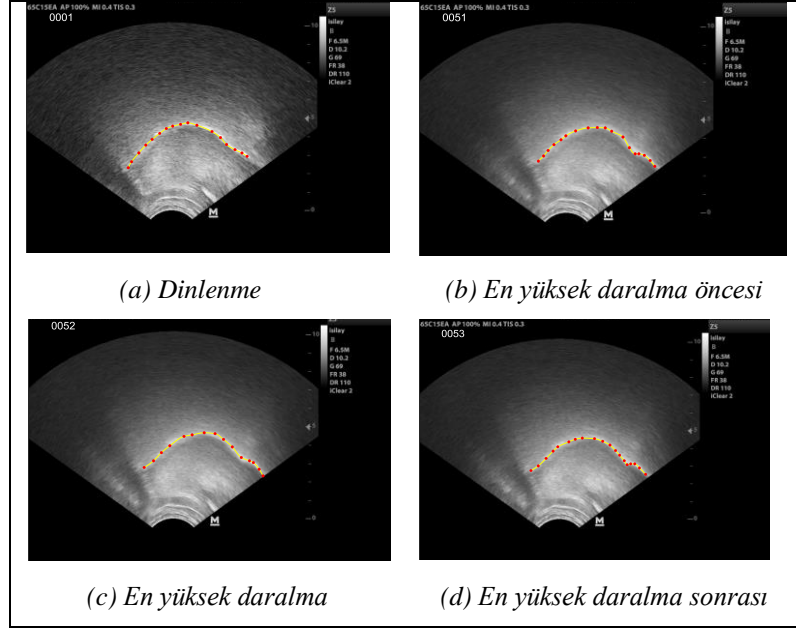
Ultrason cihazının ayarlarının uygun ve doğru bir şekilde yapılması doğru verilerin elde edilmesi için oldukça önemlidir. Veriler 110 derecelik görüş açısına sahip ve 6,5 MHz frekanslı bir prob ile toplanmıştır. Derinlik değeri olarak 10,2 belirlenmiş ve her katılımcı için derinlik ayarı sabit tutulmuştur. Görüntülerin net alınabilmesi için probun ucuna jel sürülmüş ve başlık ile katılımcının başına sabitlenmiştir.

Katılımcılar toplam üç liste okumuşlardır. Katılımcıların okudukları üç listeden sadece bir tanesi seçilmiş ve analiz bu listedeki sözcüklerle gerçekleştirilmiştir. Her bir pozisyondaki ses için, sözcük başı hece başı, sözcük ortası hece başı ve sözcük sonu hece sonu olmak üzere ses ve görüntü kayıtları alınmıştır. Ölçüm için hedef sesin saniyesi video üzerinden belirlenip saniye başına resim kare hızı olan 38 fps ile bu saniye değeri çarpılarak sese karşılık gelen kareler bulunmuştur. Belirlenen sesin maksimum kapanma sırasındaki görüntü ve bu görüntüye en yakın iki kare analiz için seçilmiştir. Dinlenme pozisyonunda ve sesin kapanma sırasındaki görüntüleri sırasındaki dilin konturu manuel olarak işaretlenmiştir. MATLAB programı ile manuel işaretlenen dönüm noktalarının koordinatlarına göre, kare başına 100 adet nokta ile x ve y koordinatı bilgileri hesaplanmaktadır. Bu x ve y koordinatlarının değerleri ultrason ekranındaki dil konturunun konumunu temsil etmektedir.

Seçilen üç karenin dinlenme pozisyonu ile karşılaştırılması için üç karenin ortalaması alınmıştır. Ultrason resim kare hızı, hızlı olan konuşma hareketlerini mükemmel bir şekilde yakalayamayacağı için, temsil edici tek bir kare veya kare tekrarı yerine alınan karelerin ortalamasının hesaplanması önerilmektedir (Stone, 2005). Örnek olarak 19 ve 14 nolu katılımcıların /r/ ve /l/ seslerinin sözcük başı ve sözcük ortası dinlenme ve en daralma noktasına sahip ardışık üç karenin manuel işaretlenmiş dönüm noktaları Görsel 3.4 ve Görsel 3.5'te sırası ile verilmiştir.



Görsel 3.4. 19 nolu katılımcının /r/ sesi sözcük başı manuel işaretlenmiş ultrason kareleri



Görsel 3.5. 14 nolu katılımcının /l/ sesi sözcük ortası manuel işaretlenmiş ultrason kareleri

İncelenen her sesin maksimum kapanması pozisyonu için toplam üç kare ve sözcüğün sesletiminden önceki dilin dinlenme pozisyonunun bulunduğu kare olmak üzere 4 kare analiz için seçilmiştir. Dolayısıyla her bir sesin 8 farklı ünlü ile, 3 farklı pozisyonda 4 karesi analiz için seçilmiştir. Bütün katılımcılar için seçilen toplamda 5.472 kare görüntü analizinde kullanılmıştır. Belirlenen karelerden Python programı kullanılarak MEİ ve Prokrustes değerleri elde edilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Bulgular

Bu bölümde hedef seslerin Prokrustes ve MEİ bulgularına yer verilmiştir.

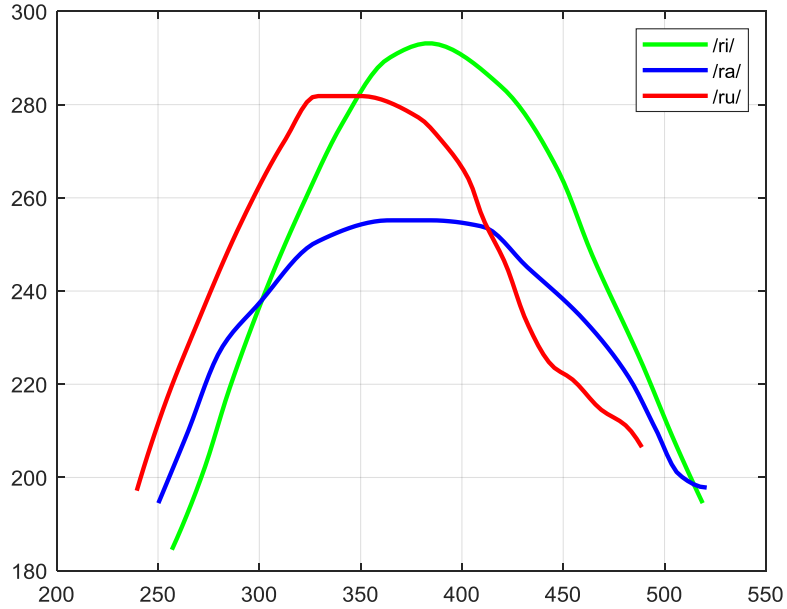
4.1.1. /r/ sesi bulguları

Tüm katılımcıların /r/ sesinin sözcük başı konumunun MEİ ve Prokrustes değerleri ortalaması /r/ sesinin sözcük başı /Λ/ ünlüsü ile incelendiğinde ortalama MEİ değeri 2,879, ortalama Prokrustes değeri ise 0,972 olarak bulunmuştur. /ε / ünlüsünden önce incelendiğinde ortalama MEİ değerinin 2,971 olduğu, ortalama Prokrustes değerinin ise 1,176 olduğu görülmektedir. /u/ ünlüsünün önünde /r/ sesi incelendiğinde ortalama MEİ 2,810, ortalama Prokrustes değeri 0,893 olarak bulunmuştur. /r/ sesi /i/ ünlüsünden önce incelendiğinde ortalama MEİ ve Prokrustes değeri sırasıyla 2,646 ve 0,822 bulunmuştur. /r/ sesi /o/ ünlüsü ile incelendiğinde ortalama MEİ değeri 3,062, ortalama Prokrustes değeri 0,974 olarak bulunmuştur. /œ/ ünlüsü ile /r/ sesi sözcük başı pozisyonunda incelendiğinde ortalama MEİ değeri 2,698, ortalama Prokrustes değeri 0,791 olarak bulunmuştur. /r/ sesi /u/ ünlüsünden önce incelendiğinde ortalama MEİ değeri 3,113, ortalama Prokrustes ise 0,962 olarak bulunmuştur. /r/ sesi /y/ ünlüsünden önce incelendiğinde ortalama MEİ değeri 2,785, ortalama Prokrustes değeri 0,691 olarak bulunmuştur. Ortalama, medyan ve standart sapma (SS) değerleri Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Türkçe /r/ sesinin sözcük başı farklı ünlü ortamlarında MEİ ve Prokrustes değerleri

Uyaran	MEİ			Prokrustes		
	Ortalama	Medyan	SS	Ortalama	Medyan	SS
ra	2,879	2,785	0,934	0,972	0,650	0,708
re	2,971	2,881	0,908	1,176	0,680	1,475
rı	2,810	2,810	0,829	0,893	0,792	0,528
ri	2,646	2,468	0,724	0,822	0,642	0,541
ro	3,062	2,843	1,104	0,974	0,978	0,415
rö	2,698	2,655	0,459	0,791	0,843	0,281
ru	3,113	3,251	0,866	0,962	0,889	0,437
rü	2,785	2,750	0,900	0,691	0,661	0,216

Ayrıca 5 nolu katılımcının sözcük başı /r/ sesi için dil konturları komşuluğundaki 3 ünlü ile çizilmiştir. Bu dil konturları Şekil 4.1’de görülmektedir. Dil konturlarını gösteren tüm şekillerde x ve y eksenindeki değerler ultrason görüntüsünün o eksenindeki piksel değerlerine karşılık gelmektedir.



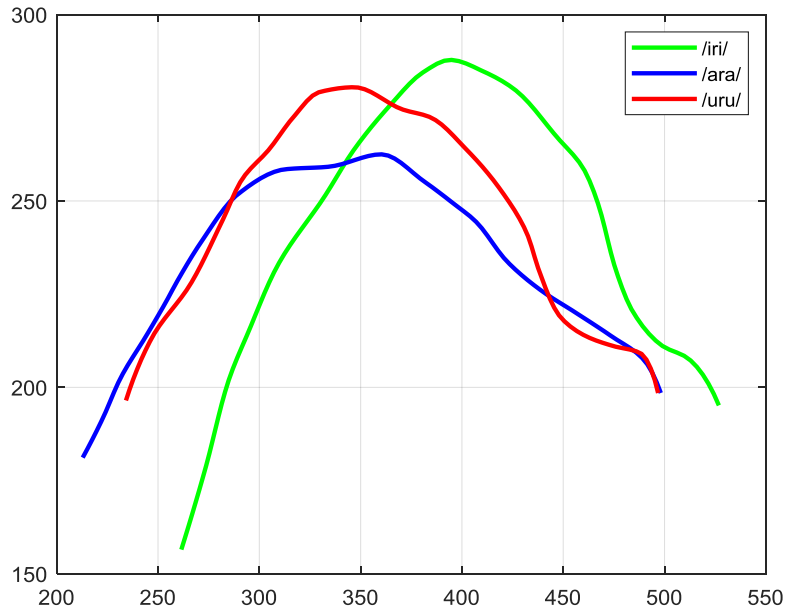
Şekil 4.1. 5 nolu katılımcının sözcük başı /r/ sesi için dil konturları

/r/ sesinin sözcük ortası hece başı pozisyonunda /Λ/ ünlüleri arasında ortalama MEİ değerleri incelendiğinde 2,453, ortalama Prokrustes değeri ise 0,857 olarak bulunmuştur. /r/ sesi /ε/ ünlüleri arasında incelendiğinde ortalama MEİ değeri 2,477, ortalama Prokrustes değeri 0,796 olarak bulunmuştur. /r/ sesi /u/ ünlüleri arasında incelendiğinde ortalama MEİ değeri 2,533, ortalama Prokrustes değeri 0,920 olarak bulunmuştur. /r/ sesinin /i/ ünlüleri arasındaki ortalama MEİ değeri 2,614, ortalama Prokrustes değeri 1,070 bulunmuştur. /o/ ünlüleri arasındaki ortalama MEİ değeri 2,481, ortalama Prokrustes değeri 0,943 bulunmuştur. /œ/ ünlüleri arasındaki değeri ortalama MEİ değeri 2,386, ortalama Prokrustes değeri ise 0,886 olarak bulunmuştur. /u/ ünlüleri arasında incelendiğinde /r/ sesinin ortalama MEİ değeri 2,617, ortalama Prokrustes değeri 0,951 olarak bulunmuştur. /y/ ünlüleri arasında incelendiğinde ise ortalama MEİ değeri 2,593, ortalama Prokrustes değeri 0,806 olarak bulunmuştur. Ortalama, medyan ve standart sapma değerleri Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2. Türkçe /r/ sesinin sözcük ortası farklı ünlü ortamlarında MEİ ve Prokrustes değerleri

Uyaran	MEİ			Prokrustes		
	Ortalama	Medyan	SS	Ortalama	Medyan	SS
ara	2,453	2,371	0,686	0,857	0,866	0,384
ere	2,477	2,397	0,634	0,796	0,721	0,392
ırı	2,533	2,508	0,671	0,920	0,921	0,433
iri	2,614	2,614	0,652	1,070	0,923	0,463
oro	2,481	2,413	0,720	0,943	0,975	0,431
örö	2,386	2,407	0,708	0,886	0,821	0,355
uru	2,617	2,331	0,881	0,951	1,017	0,345
ürü	2,593	2,382	0,705	0,806	0,910	0,385

Ayrıca, örnek olarak 5 nolu katılımcının sözcük ortası /r/ sesi için dil konturları çizdirilmiş ve Şekil 4.2’de gösterilmiştir.



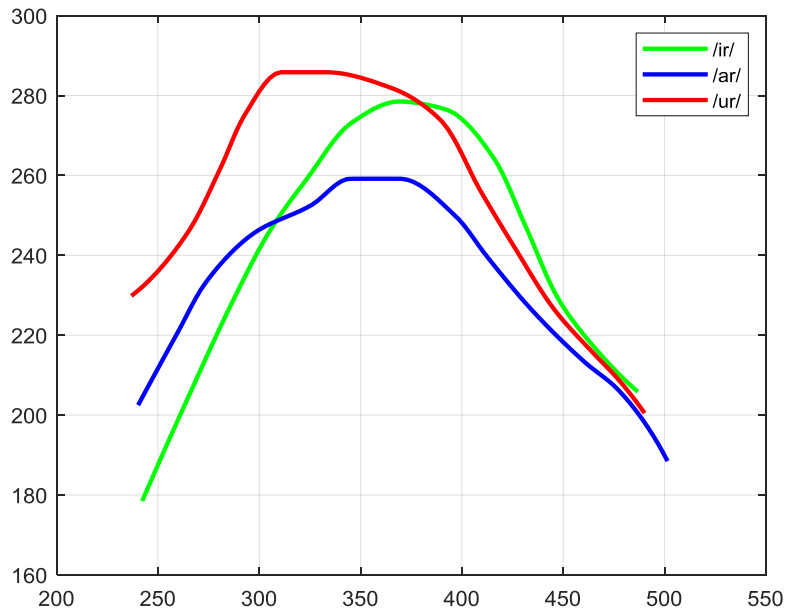
Şekil 4.2. 5 nolu katılımcının sözcük ortası /r/ sesi için dil konturları

/r/ sesinin sözcük sonu hece sonu pozisyonunda incelendiği Tablo 4.3’e bakarsak, /Λ/ ünlüsünden sonra geldiğinde /r/ sesinin ortalama MEİ değerinin 2,355, Prokrustes değerinin ise 0,850 olduğu görülmektedir. /ε/ sesinden sonra geldiğinde ise sesin ortalama MEİ değeri 2,172, Prokrustes değeri ise 0,851 bulunmuştur. /u/ sesinden sonra gelen /r/ sesi için ortalama MEİ değeri 2,741, Prokrustes değeri ise 0,697 olarak bulunmuştur. /i/ sesinden sonra gelen /r/ sesi için ortalama MEİ değerinin 2,292, Prokrustes değerinin

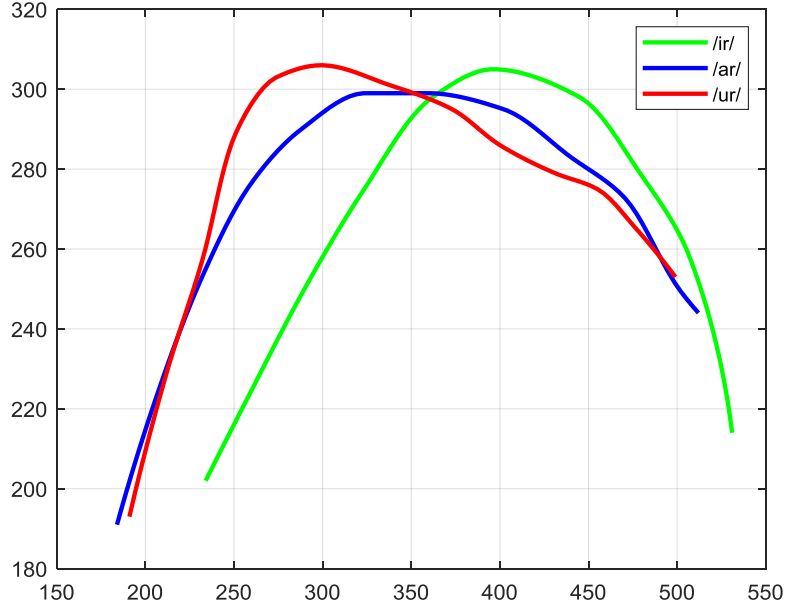
0,994 olduğu görülmektedir. /o/ sesinde ise /r/ ortalama MEİ değeri 2,166, Prokrustes değeri 0,837 olarak bulunmuştur. /œ/ ünlüsünden sonra geldiğinde /r/ sesinin ortalama MEİ değeri 2,258, Prokrustes değeri ise 0,935 olarak bulunmuştur. /u/ sesinden sonra /r/ sesi incelendiğinde ortalama MEİ değeri 2,630, Prokrustes değeri 0,925 bulunmuştur. /y/ ünlüsünden sonra /r/ sesi incelendiğinde ortalama MEİ değeri 2,230, Prokrustes değeri 0,804 olarak bulunmuştur. Ortalama, medyan ve standart sapma değerleri Tablo 4.3'te verilmiştir. Ayrıca, örnek olarak 5 ve 14 nolu katılımcıların sözcük sonu /r/ sesi için dil konturları sırasıyla Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'te gösterilmiştir.

Tablo 4.3. Türkçe /r/ sesinin sözcük sonu farklı ünlü ortamlarında MEİ ve Prokrustes değerleri

Uyaran	MEİ			Prokrustes		
	Ortalama	Medyan	SS	Ortalama	Medyan	SS
ar	2,355	2,298	0,671	0,850	0,570	0,818
er	2,172	2,077	0,609	0,851	0,749	0,420
ır	2,741	2,309	1,292	0,697	0,580	0,340
ir	2,292	2,189	0,681	0,994	0,789	0,799
or	2,166	2,065	0,557	0,837	0,734	0,382
ör	2,258	1,958	0,767	0,935	0,739	0,708
ur	2,630	2,678	0,870	0,925	0,884	0,405
ür	2,230	2,069	0,602	0,804	0,848	0,413



Şekil 4.3. 5 nolu katılımcının sözcük sonu /r/ sesi için dil konturları



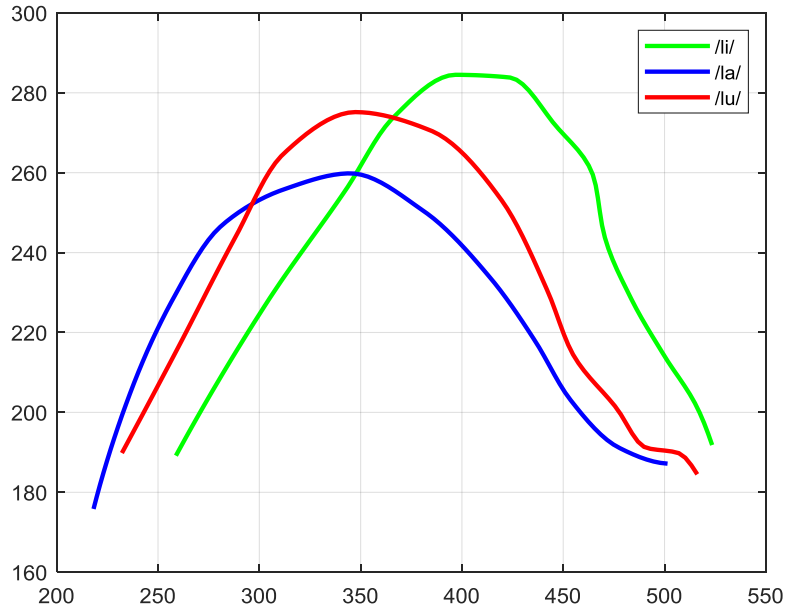
Şekil 4.4. 14 nolu katılımcının sözcük sonu /r/ sesi için dil konturları

4.1.2. /l/ sesi bulguları

/l/ sesinin sözcük başı hece başı olarak incelenmesi sonucunda çıkarılan sonuçlara baktığımızda ortalama MEİ değerinin /ʌ/ ünlüsünden önce geldiğinde 2,667, ortalama Prokrustes değerinin 1,353 olduğu görülmektedir. /ɛ/ ünlüsünden önce /l/ sesi incelendiğinde ortalama MEİ değeri 2,455, ortalama Prokrustes değeri ise 0,765 olarak bulunmuştur. /ʊ/ sesinden önce geldiğinde /l/ sesinin ortalama MEİ değeri 3,280, ortalama Prokrustes değeri ise 1,018 olarak bulunmuştur. /i/ ünlüsünden önce geldiğinde /l/ sesi için ortalama MEİ değeri 2,822, ortalama Prokrustes değeri ise 1,013 olarak bulunmuştur. /o/ sesinden önce /l/ sesi geldiğinde ortalama MEİ değeri 2,773, ortalama Prokrustes değeri ise 1,058 olarak bulunmuştur. /œ/ sesinden önce geldiğinde /l/ sesi için ortalama MEİ değeri 2,450, ortalama Prokrustes değeri ise 1,187 bulunmuştur. /u/ ünlüsünden önce geldiğinde /l/ sesi için ortalama Prokrustes değeri 1,381, ortalama MEİ değeri 3,016 bulunmuştur. /y/ ünlüsünden önce geldiğinde /l/ sesi için ortalama MEİ değeri 2,324, ortalama Prokrustes değeri 0,884 bulunmuştur. Ortalama, medyan ve standart sapma değerleri Tablo 4.4'te verilmiştir. Ayrıca örnek olarak 5 nolu katılımcının sözcük başı /l/ sesi için dil konturları çizdirilmiştir ve Şekil 4.5'te gösterilmiştir.

Tablo 4.4. Türkçe /l/ sesinin sözcük başı farklı ünlü ortamlarında MEİ ve Prokrustes değerleri

Uyaran	MEİ			Prokrustes		
	Ortalama	Medyan	SS	Ortalama	Medyan	SS
la	2,667	2,502	1,010	1,353	1,135	0,552
le	2,455	2,563	0,464	0,765	0,771	0,263
lı	3,280	3,442	1,198	1,018	1,032	0,502
li	2,822	2,770	0,764	1,013	1,016	0,416
lo	2,773	2,754	0,969	1,058	0,951	0,606
lö	2,450	2,205	0,567	1,187	0,916	1,073
lu	3,016	3,310	0,902	1,381	1,280	0,666
lü	2,324	2,231	0,483	0,884	0,878	0,313



Şekil 4.5. 5 nolu katılımcının sözcük başı /l/ sesi için dil konturları

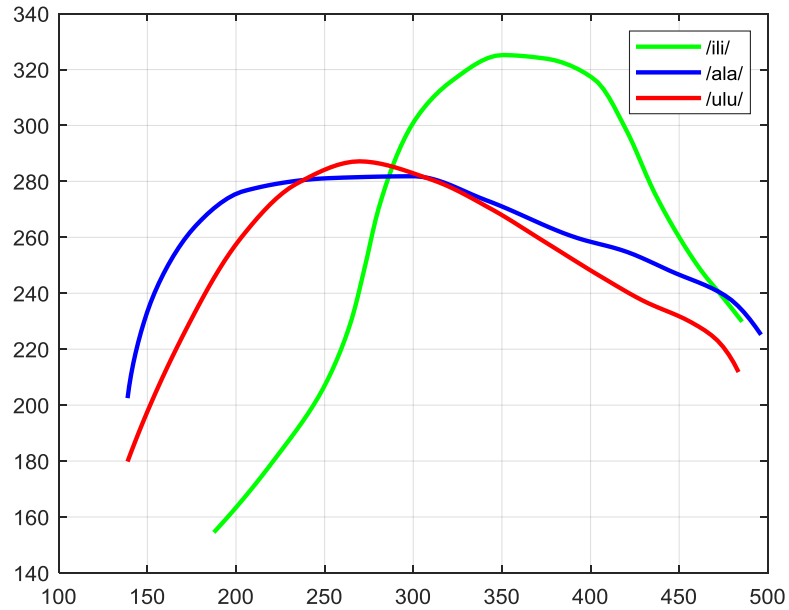
/l/ sesi iki ünlü arasında incelendiğinde /ʌ/ ünlüleri arasında ortalama MEİ değerinin 2,481, ortalama Prokrustes değerinin ise 1,406 olduğu bulunmuştur. /ɛ/ ünlüleri arasında /l/ sesi incelendiğinde ortalama MEİ değeri 2,450, ortalama Prokrustes değeri 1,077 bulunmuştur. /ʊ/ ünlüleri arasında incelendiğinde 2,495 ortalama MEİ değeri, 0,980 ortalama Prokrustes değeri bulunmuştur. /i/ ünlüleri arasında ortalama MEİ değeri 2,974, ortalama Prokrustes değeri 1,353 bulunmuştur. /o/ ünlüleri arasında incelendiğinde ortalama MEİ değeri 2,970, ortalama Prokrustes değeri 1,583 olarak bulunmuştur. /œ/ ünlüleri arasında ise /l/ sesinin ortalama MEİ değeri 2,064, ortalama Prokrustes değeri

0,670 bulunmuştur. /u/ ünlüleri arasında ortalama MEİ değeri 3,038, ortalama Prokrustes 1,489 olarak bulunmuştur. /y/ ünlüleri arasında /l/ sesinin ortalama MEİ değeri 2,343, Prokrustes değeri 0,781 olarak bulunmuştur. Ortalama, medyan ve standart sapma değerleri Tablo 4.5’te verilmiştir.

Tablo 4.5. Türkçe /l/ sesinin sözcük ortası farklı ünlü ortamlarında MEİ ve Prokrustes değerleri

Uyaran	MEİ			Prokrustes		
	Ortalama	Medyan	SS	Ortalama	Medyan	SS
ala	2,481	2,354	0,697	1,406	1,022	0,681
ele	2,450	2,407	0,499	1,077	1,059	0,488
ılı	2,495	2,502	0,625	0,980	0,921	0,351
ili	2,974	2,923	0,724	1,353	1,267	0,511
olo	2,970	2,630	0,930	1,583	1,340	0,989
ölö	2,064	1,801	0,579	0,670	0,663	0,235
ulu	3,038	2,901	0,960	1,489	1,583	0,515
ülü	2,343	2,112	0,516	0,781	0,727	0,361

Ayrıca örnek olarak 19 nolu katılımcının sözcük ortası /l/ sesi için dil konturları ve dilin dinlenme pozisyonundaki dil konturu çizdirilmiştir ve Şekil 4.6’da gösterilmiştir.

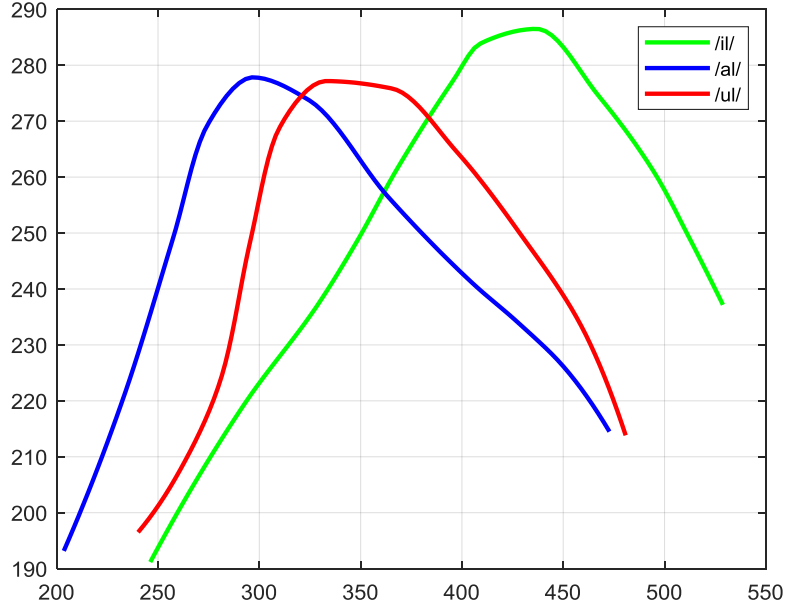


Şekil 4.6. 19 nolu katılımcının sözcük ortası /l/ sesi için dil konturları

/l/ sesi sözcük sonu hece sonu pozisyonunda incelenmiştir. /ʌ/ ünlüsünden sonra incelendiğinde ortalama MEİ değeri 2,823, Prokrustes değeri 1,295 çıkmıştır. /ɛ/ ünlüsünden sonra ortalama MEİ değeri 2,081, Prokrustes değeri 0,998 bulunmuştur. /u/ ünlüleri arasında ortalama MEİ değeri 3,046, Prokrustes değeri 1,023 bulunmuştur. /i/ ünlüsünden sonra incelendiğinde /l/ sesinin ortalama MEİ değeri 2,520, Prokrustes değeri ise 1,013 bulunmuştur. /o/ ünlüsünden sonra incelendiğinde ortalama MEİ değeri 2,992, Prokrustes ise 1,281 olarak bulunmuştur. /œ/ ünlüsünden sonra /l/ sesi incelendiğinde 2,523 ortalama MEİ değeri olarak, 1,210 Prokrustes değeri olarak bulunmuştur. /u/ ünlüsünden sonra incelendiğinde ortalama MEİ değeri 2,801, Prokrustes değeri 1,303 olarak bulunmuştur. /y/ ünlüsü için ortalama MEİ 2,202, Prokrustes 0,871 bulunmuştur. Ortalama, medyan ve standart sapma değerleri Tablo 4.6’da verilmiştir. Ayrıca 15 nolu katılımcının sözcük sonu /l/ sesi için dil konturları Şekil 4.7’de verilmiştir.

Tablo 4.6. *Türkçe /l/ sesinin sözcük sonu farklı ünlü ortamlarında MEİ ve Prokrustes değerleri*

Uyaran	MEİ			Prokrustes		
	Ortalama	Medyan	SS	Ortalama	Medyan	SS
al	2,823	2,772	0,934	1,295	1,229	0,609
el	2,081	1,902	0,450	0,998	0,994	0,357
ıl	3,046	2,826	1,174	1,023	0,973	0,439
il	2,520	2,199	0,743	1,013	0,913	0,449
ol	2,992	2,659	1,095	1,281	1,131	0,748
öl	2,523	2,382	0,696	1,210	0,947	1,203
ul	2,801	2,629	0,769	1,303	1,330	0,319
ül	2,202	2,010	0,457	0,871	0,828	0,421



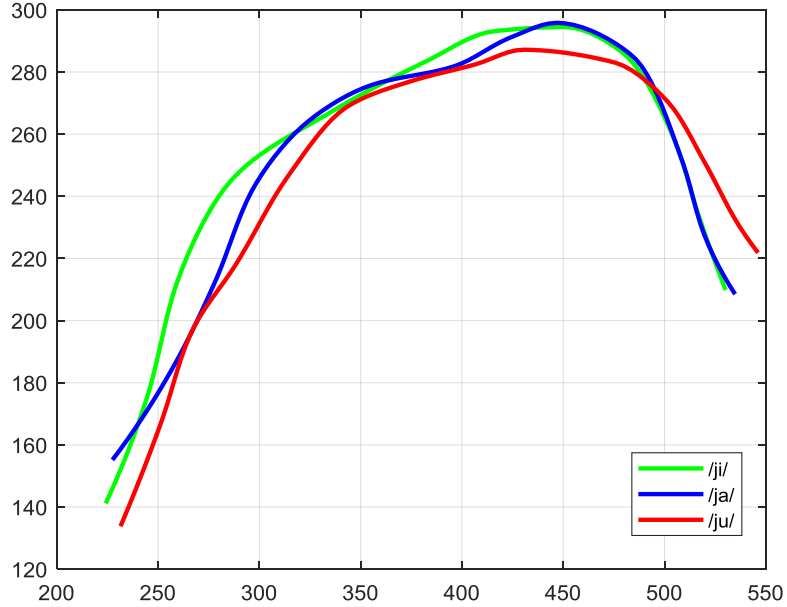
Şekil 4.7. 15 nolu katılımcının sözcük sonu /l/ sesi için dil konturları

4.1.3. /j/ sesi bulguları

/j/ sesi sözcük başı ve hece başı pozisyonunda /ʌ/ ünlüsü ile 2,641 ortalama MEİ değeri, 1,271 ortalama Prokrustes değeri elde edilmiştir. /ɛ/ ünlüsü ile ortalama MEİ değeri 2,578, ortalama Prokrustes ise 1,281 olarak bulunmuştur. /u/ ünlüsünden önce geldiğinde /j/ sesinin ortalama MEİ değeri 2,555, ortalama Prokrustes değeri ise 0,988 bulunmuştur. /i/ ünlüsünden önce geldiğinde /j/ sesinin 2,696 ortalama MEİ değeri, 1,433 ortalama Prokrustes değeri elde edilmiştir. /o/ ünlüsünden önce gelen /j/ sesi için 2,561 ortalama MEİ değeri, 1,258 ortalama Prokrustes değeri elde edilmiştir. /œ/ ünlüsü için /j/ sesinde 2,477 ortalama MEİ değeri, 1,549 ortalama Prokrustes değeri bulunmuştur. /u/ ünlüsünden sonra gelen /j/ sesi için ortalama MEİ değeri 2,593, ortalama Prokrustes değeri 1,138 olarak bulunmuştur. /y/ ünlüsünden önce gelen /j/ sesi için 2,649 ortalama MEİ değeri, 1,155 ortalama Prokrustes değeri elde edilmiştir. Ortalama, medyan ve standart sapma değerleri Tablo 4.7’de verilmiştir. Ayrıca 16 nolu katılımcının sözcük başı /j/ sesi için dil konturları çizdirilmiş ve Şekil 4.8’de verilmiştir.

Tablo 4.7. Türkçe /j/ sesinin sözcük başı farklı ünlü ortamlarında MEİ ve Prokrustes değerleri

Uyaran	MEİ			Prokrustes		
	Ortalama	Medyan	SS	Ortalama	Medyan	SS
ya	2,641	2,523	0,666	1,271	1,061	0,718
ye	2,578	2,506	0,680	1,281	1,126	0,642
yı	2,555	2,358	0,889	0,988	0,814	0,599
yi	2,696	2,548	0,716	1,433	0,993	1,404
yo	2,561	2,455	0,763	1,258	1,167	0,620
yö	2,477	2,307	0,625	1,549	1,109	1,617
yu	2,593	2,656	0,478	1,138	1,021	0,606
yü	2,649	2,667	0,708	1,155	0,879	0,665



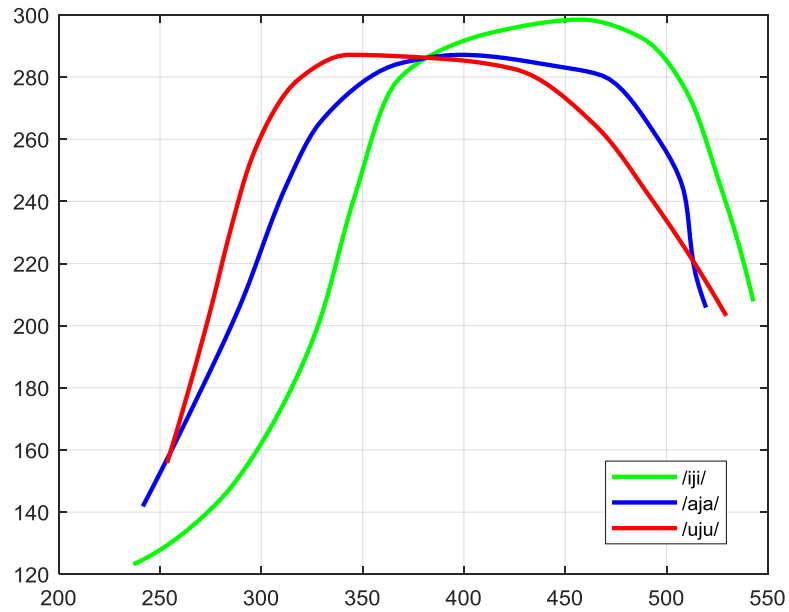
Şekil 4.8. 16 nolu katılımcının sözcük başı /j/ sesi için dil konturları

/j/ sesi iki ünlü arasında, hece başı pozisyonunda incelendiğinde, /Λ/ ünlüleri arasında ortalama MEİ değeri 2,549, ortalama Prokrustes değeri 1,101 olarak bulunmuştur. /ε/ ünlüleri arasında olduğunda ortalama MEİ değeri 2,478, ortalama Prokrustes değeri ise 1,390 bulunmuştur. /u/ ünlüleri arasında olduğunda /j/ sesinin ortalama MEİ değeri 2,663, ortalama Prokrustes değeri 1,202 bulunmuştur. /i/ ünlüleri arasında /j/ sesinin ortalama MEİ değeri 2,776, ortalama Prokrustes değeri 1,581 bulunmuştur. /o/ ünlüleri arasında /j/ sesinin ortalama MEİ değeri 2,372, ortalama Prokrustes değeri 1,054 olmuştur. /œ/ ünlüleri arasında ortalama MEİ değeri 2,559, ortalama Prokrustes değeri 1,264 bulunmuştur. /u/ ünlüleri arasında /j/ sesinin ortalama MEİ değeri 2,722, ortalama

Prokrustes değeri 1,288 olarak bulunmuştur. /j/ sesinin /y/ ünlüleri arasında ortalama MEİ değeri 2,442, ortalama Prokrustes ise 1,321 olarak bulunmuştur. Ortalama, medyan ve standart sapma değerleri Tablo 4.8 de verilmiştir. Ayrıca 16 nolu katılımcının sözcük ortası /j/ sesi için dil konturları çizdirilmiş ve Şekil 4.9’da verilmiştir.

Tablo 4.8. Türkçe /j/ sesinin sözcük ortası farklı ünlü ortamlarında MEİ ve Prokrustes değerleri

Uyaran	MEİ			Prokrustes		
	Ortalama	Medyan	SS	Ortalama	Medyan	SS
aya	2,549	2,557	0,506	1,101	0,926	0,522
eye	2,478	2,349	0,524	1,390	1,407	0,633
ıyı	2,663	2,411	0,863	1,202	1,021	0,639
iyi	2,776	2,569	0,834	1,581	1,489	1,149
oyo	2,372	2,186	0,511	1,054	0,905	0,549
öyö	2,559	2,494	0,527	1,264	1,270	0,691
uyu	2,722	2,587	0,590	1,288	1,091	0,583
üyü	2,442	2,292	0,669	1,321	1,142	0,977



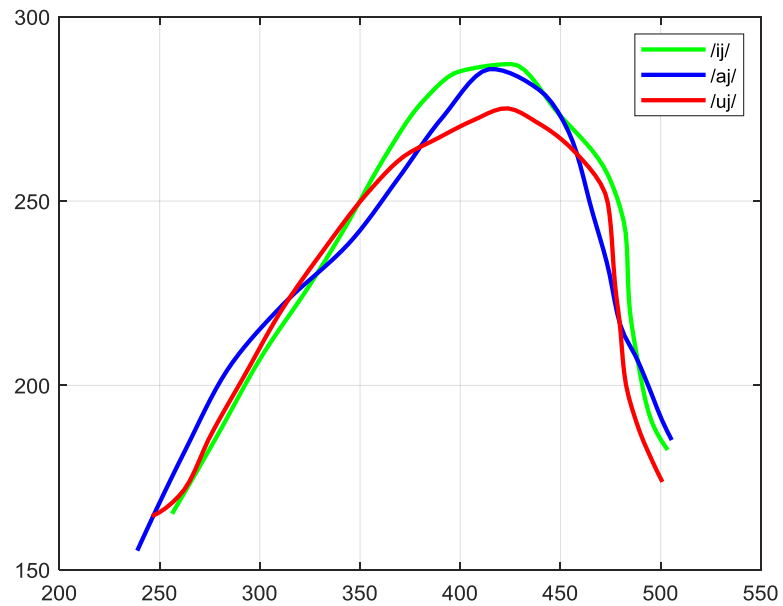
Şekil 4.9. 16 nolu katılımcının sözcük ortası /j/ sesi için dil konturları

Sözcük sonu pozisyonunda /j/ sesi /ʌ/ ünlüsünden sonra geldiğinde ortalama MEİ değeri 2,529, ortalama Prokrustes değeri 1,237 bulunmuştur. /ε/ ünlüsünden sonra geldiğinde ortalama MEİ değeri 2,379, ortalama Prokrustes değeri 1,382 bulunmuştur. /u/ ünlüsünden sonra geldiğinde ise ortalama MEİ değeri 2,613, ortalama Prokrustes

değeri 1,242 bulunmuştur. /i/ ünlüsünden sonra geldiğinde /j/ ünlüsünün ortalama MEİ değeri 2,665, ortalama Prokrustes değeri 1,293 bulunmuştur. /o/ ünlüsünden sonra geldiğinde /j/ sesinin ortalama MEİ değeri 2,535, ortalama Prokrustes değeri 1,376 bulunmuştur. /œ/ ünlüsünden sonra geldiğinde ortalama MEİ değeri 2,697, ortalama Prokrustes 1,357 bulunmuştur. /u/ ünlüsünden sonra geldiğinde /j/ sesinin ortalama MEİ değeri 2,684, ortalama Prokrustes değeri ise 1,209 bulunmuştur. /y/ ünlüsünden sonra geldiğinde 2,631 ortalama MEİ değeri, 1,449 ortalama Prokrustes değeri bulunmuştur. Ortalama, medyan ve standart sapma değerleri Tablo 4.9 da verilmiştir. Ayrıca 5 nolu katılımcının sözcük sonu /j/ sesi için dil konturları çizdirilmiş ve Şekil 4.10'da verilmiştir.

Tablo 4.9. Türkçe /j/ sesinin sözcük sonu farklı ünlü ortamlarında MEİ ve Prokrustes değerleri

Uyaran	MEİ			Prokrustes		
	Ortalama	Medyan	SS	Ortalama	Medyan	SS
ay	2,529	2,585	0,579	1,237	1,062	0,640
ey	2,379	2,180	0,741	1,382	1,353	0,785
ıy	2,613	2,300	0,705	1,242	0,960	0,607
iy	2,665	2,379	0,933	1,293	1,243	0,680
oy	2,535	2,575	0,623	1,376	1,418	0,618
öy	2,697	2,738	0,617	1,357	1,128	0,697
uy	2,684	2,306	0,688	1,209	1,066	0,653
üy	2,631	2,623	0,691	1,449	1,446	0,557



Şekil 4.10. 5 nolu katılımcının sözcük sonu /j/ sesi için dil konturları

4.2. Bulguların İstatistiksel Analizi

Verilerin analizi %95 güven kriterine göre yapılmıştır. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediği Kolmogorov-Smirnov Testi ile değerlendirilmiştir ve verilerin normal dağılmadığı görülmüştür. Normal dağılım görülmediği için analizler Kruskal-Wallis Testi ile yapılmıştır. Sesler arası anlamlı bir fark çıkması durumunda Wilcoxon Rank Sum Testi ve Dunn-Sidak Testi uygulanarak hangi sesler arasında fark olduğu bulunmuştur. İstatistiksel analiz, MATLAB programı ile gerçekleştirilmiştir.

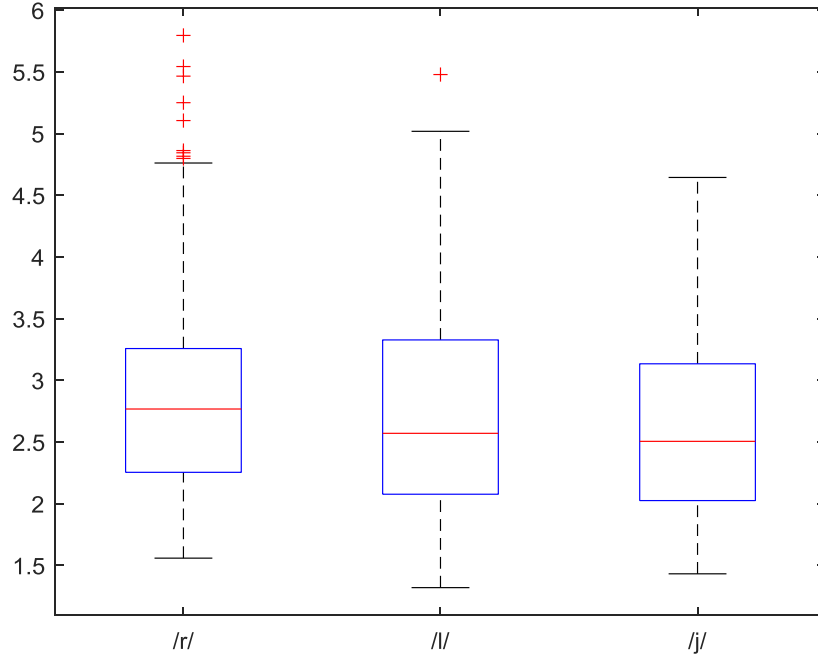
4.2.1. Tek resim karesi ile oluşturulmuş dil konturlarının MEİ değerleri analizi

/r, l, j/ seslerinin maksimum daralma noktalarının Modifiye Eğrilik İndeksi değerlerinin sözcük başı pozisyonda ayırt ediciliğinin incelenmesinde, MEİ değerlerinin sözcük başı pozisyonda /r, l, j/ sesleri için ayırt ediciliğinin belirlenmesi amacıyla Kruskal-Wallis testi uygulanmış, serbestlik derecesi (sd), kareler toplamı, ki-kare değeri (χ^2), kareler ortalaması ve p değeri Tablo 4.10'da gösterilmiştir. Ayrıca her üç ses için MEİ değerlerinin %25, %50 ve %75 yüzdelerlik dilimleri sınırları Şekil 4.11'de gösterilmiştir.

Tablo 4.10. MEİ sözcük başı Kruskal-Wallis sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	χ^2	p
Gruplar arası	119918	2	59959	6,91	0,0317
Gruplar içi	7781585	453	17177,9		
Toplam	7901503	455			

Serbestlik değeri 2 olduğu için Ki-kare tablosunda kritik değer 5,99 olarak bulunmuştur. Ki-kare değerinin 6,91 olduğu, p <0,05 olduğu görülmektedir. Kritik değer 5,99 olduğu ve Ki-kare değeri 5,99'dan büyük olduğu için gruplar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir. Bu farklılığın hangi gruplarla bağlantılı olduğunu bulmak için Post-hoc testi olarak Dunn-Sidak uygulanmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.11'de verilmiştir.



Şekil 4.11. MEİ sözcük başı yüzdelik dilimler grafiği

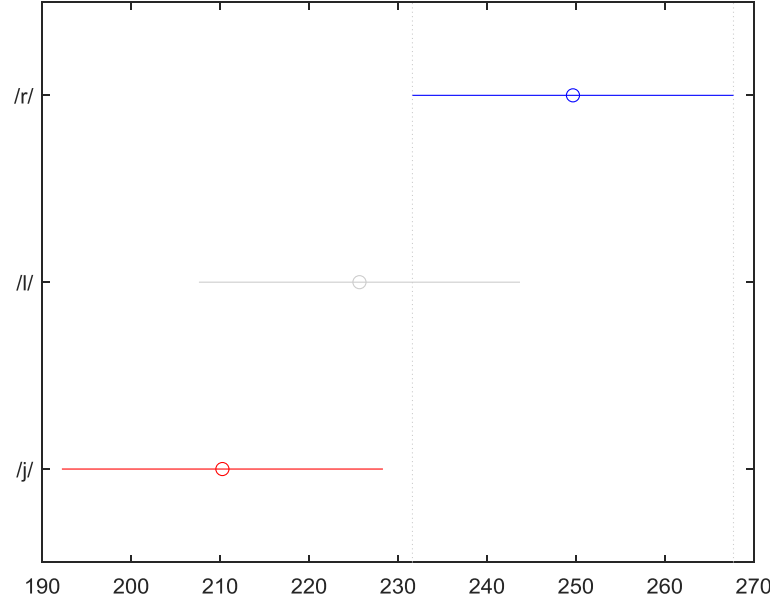
Tablo 4.11. MEİ sözcük başı çoklu karşılaştırma sonuçları

		%95 alt limit	Ortalama Farkı	%95 üst limit	p
/r/	/l/	-12,0902	24,00329	60,09679	0,300493
/r/	/j/	3,317683	39,41118	75,50469	0,027135
/l/	/j/	-20,6856	15,40789	51,5014	0,668715

Tablo 4.11’de görüldüğü gibi /r/ ve /j/ sesleri arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. /l/ sesine bakıldığında diğer seslerle arasında sözcük başı pozisyonunda MEİ için anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir. Dolayısıyla Modifiye Eğrilik İndeksi değerinin sözcük başı /l/ sesi için yeterince ayırt edici olmadığı söylenebilir. Üç ses için MEİ değeri sözcük başı sıralar ortalaması (SO) değerleri Tablo 4.12’de verilmiştir ve Şekil 4.12’de çizdirilmiştir.

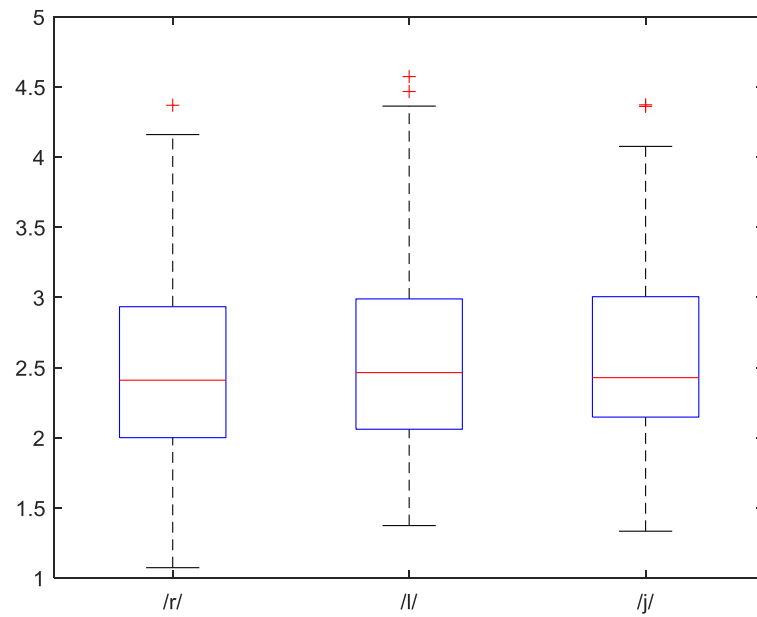
Tablo 4.12. MEİ sözcük başı sıralar ortalaması

	MEİ Sözcük Başı SO
/r/	249,6382
/l/	225,6349
/j/	210,2270



Şekil 4.12. MEİ sözcük başı sıralar ortalaması grafiği

/r, l, j/ seslerinin maksimum daralma noktalarının Modifiye Eğrilik İndeksi değerlerinin sözcük ortası hece başı pozisyonunda ayırt ediciliğinin incelenmesinde, sözcük ortası hece başı pozisyonunda hedef sesleri karşılaştırmak için Kruskal-Wallis testi uygulanmıştır. Kareler toplamı, serbestlik derecesi, kareler ortalaması, ki-kare ve p değerleri Tablo 4.13'te gösterilmiştir. Ayrıca her üç ses için MEİ değerlerinin %25, %50 ve %75 yüzdilik dilimleri sınırları Şekil 4.13'te gösterilmiştir.



Şekil 4.13. MEİ sözcük ortası yüzdilik dilimler grafiği

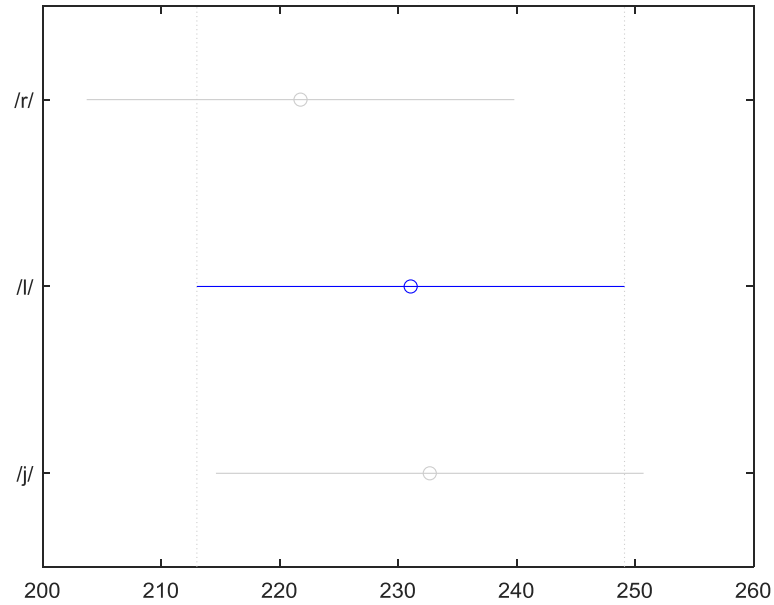
Tablo 4.13. *MEİ sözcük ortası Kruskal-Wallis sonuçları*

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	χ^2	p
Gruplar arası	10545,2	2	5272,6	0,61	0,7381
Gruplar içi	7890959,3	453	17419,3		
Toplam	7901504,5	455			

Serbestlik derecesi 2 olan verilerde ki-kare tablosuna göre kritik değer 5,99'dur. Analiz tablosunda görülen ki-kare değeri kritik değerden az olduğu için gruplar arası önemli bir fark görülmemiştir. Buna göre Modifiye Eğrilik İndeksinin sözcük ortası hece başı pozisyonunda /r, l, j/ sesleri için ayırt edici olmadığı söylenebilir. Üç ses için MEİ değeri sözcük ortası sıralar ortalaması değerleri Tablo 4.14'te verilmiştir ve Şekil 4.14'te çizdirilmiştir.

Tablo 4.14. *MEİ sözcük ortası sıralar ortalaması*

	MEİ Sözcük Ortası SO
/r/	221,7632
/l/	231,0625
/j/	232,6743

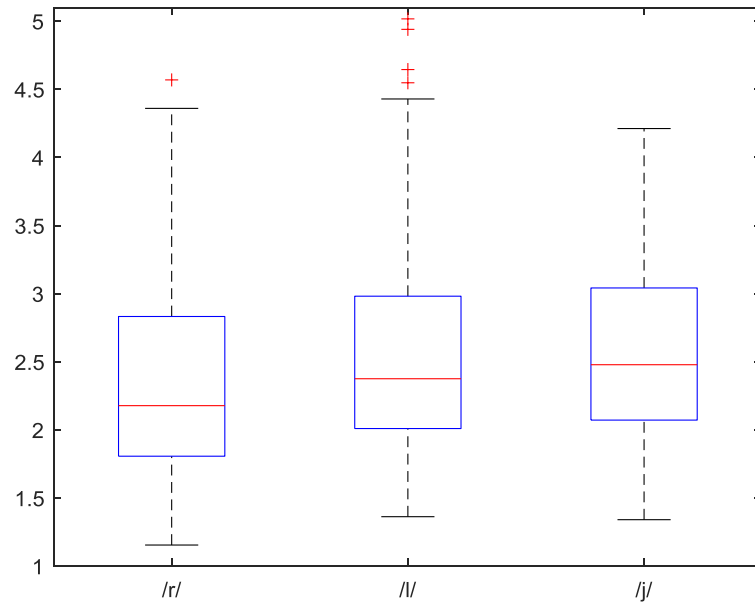


Şekil 4.14. *MEİ sözcük ortası sıralar ortalaması grafiği*

/r, l, j/ seslerinin maksimum daralma noktalarının Modifiye Eğrilik İndeksi değerlerinin sözcük sonu pozisyonda ayırt ediciliğinin incelenmesinde, sözcük sonu pozisyonunda hedef sesleri karşılaştırmak amacıyla Kruskal-Wallis testi uygulanmıştır. Kareler toplamı, serbestlik derecesi, kareler ortalaması, ki-kare ve p değerleri Tablo 4.15'te gösterilmiştir. Ayrıca her üç ses için MEİ değerlerinin %25, %50 ve %75 yüzdelerik dilimleri sınırlarını Şekil 4.15'de gösterilmiştir.

Tablo 4.15. MEİ sözcük sonu Kruskal-Wallis sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	χ^2	p
Gruplar arası	228257,3	2	114128,7	13,14	0,0014
Gruplar içi	7673248,7	453	16938,7		
Toplam	7901506	455			



Şekil 4.15. MEİ sözcük sonu yüzdelerik dilimler grafiği

Bu analize göre sözcük sonu /r, l, j/ sesleri için ki-kare değeri 13,14, serbestlik derecesi 2 olarak ki-kare tablosundan bakıldığında kritik değer 5,99'dur. Bulunan ki-kare değeri kritik değerden fazla bulunduğu için gruplar arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir. Hangi gruplar arasında fark olduğunu bulmak için çoklu karşılaştırma yapılmıştır. Sonuçlar Tablo 4.16'da gösterilmiştir.

Tablo 4.16. MEİ sözcük sonu çoklu karşılaştırma sonuçları

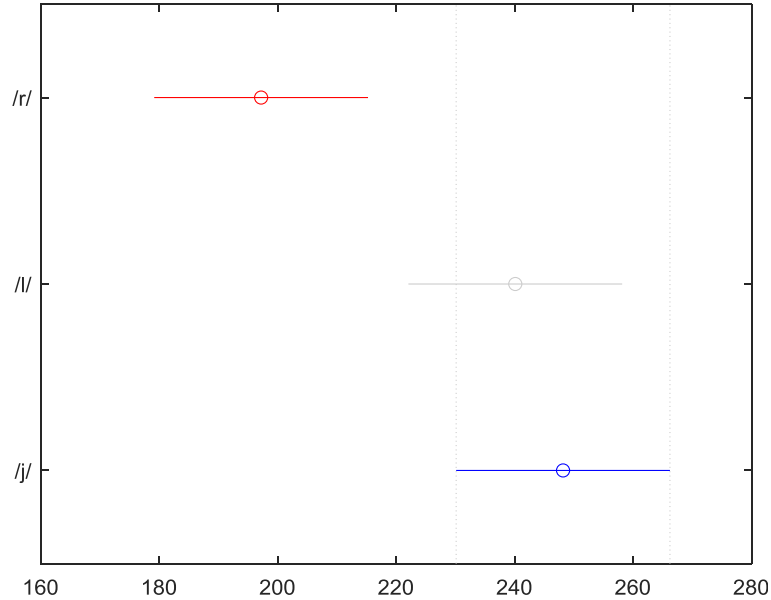
		%95 alt limit	Ortalama Farkı	%95 üst limit	p
/r/	/l/	-79,0047	-42,9112	-6,81768	0,013525
/r/	/j/	-87,0705	-50,977	-14,8835	0,002234
/l/	/j/	-44,1593	-8,06579	28,02772	0,932892

Çoklu karşılaştırmanın sonuçlarına bakıldığında, /r/ ve /j/ sesleri arasında $p < 0,05$ olması nedeniyle anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. /r/ ve /l/ sesleri için $p < 0,05$ olduğu için anlamlı bir fark olduğunu görmekteyiz. Üç ses için MEİ değeri sözcük sonu sıralar ortalaması değerleri Tablo 4.17’de verilmiştir ve Şekil 4.16’da çizdirilmiştir.

Bu sonuçlar incelendiğinde Modifiye Eğrilik İndeksinin sözcük sonu /r, l, j/ sesleri için ayırt edici özellikte olduğunu görüyoruz.

Tablo 4.17. MEİ sözcük sonu sıralar ortalaması

MEİ Sözcük Sonu SO	
/r/	197,2039
/l/	240,1151
/j/	248,1809



Şekil 4.16. MEİ sözcük sonu sıralar ortalaması grafiği

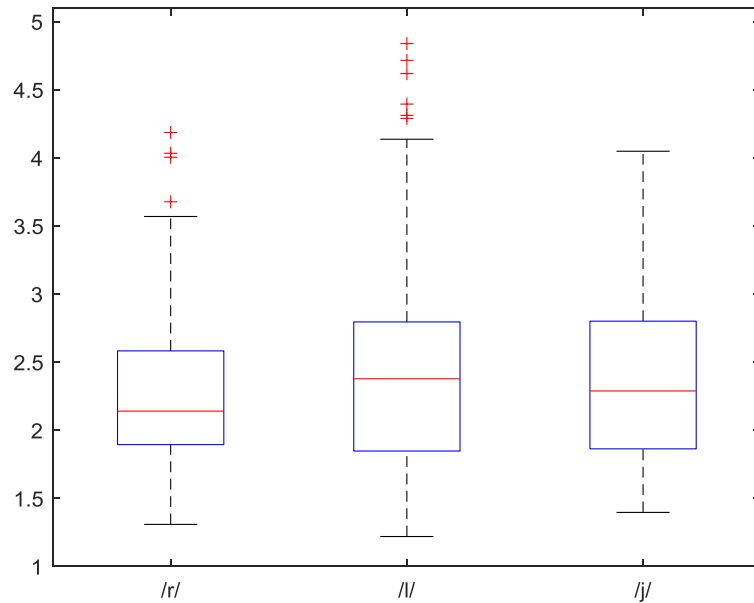
4.2.2. Üç resim karesi ortalaması ile oluşturulmuş dil konturlarının MEİ değerleri analizi

Daralma noktasının en yüksek olduğu resim karesi ile analizler yapıldıktan sonra bir de daralmanın en yüksek olduğu resim karesinden bir önce ve bir sonra gelen resim karelerinin de hesaba katıldığı ikinci bir analiz daha yapılmıştır. Üç resim karesinin dil konturlarını oluşturan piksel değerlerinin ortalaması yeni analizde kullanılmıştır. Böylelikle maksimum daralma noktasının seçimindeki farklılıkların etkisi minimize edilmeye çalışılmıştır.

/r, l, j/ seslerinin daralma noktalarının ortalamasının Modifiye Eğrilik İndeksi değerlerinin sözcük başı pozisyonda ayırt ediciliğinin incelenmesinde MEİ değerlerinin sözcük başı pozisyonda /r, l, j/ sesleri için ayırt ediciliğinin belirlenmesi amacıyla Kruskal-Wallis testi uygulanmış, serbestlik derecesi, kareler toplamı, ki-kare değeri, kareler ortalaması ve p değeri Tablo 4.18’de gösterilmiştir. Ayrıca her üç ses için MEİ değerlerinin %25, %50 ve %75 yüzdelik dilimleri sınırları Şekil 4.17’de gösterilmiştir.

Tablo 4.18. Ortalama MEİ sözcük başı Kruskal-Wallis sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	χ^2	p
Gruplar arası	35672,2	2	17836,1	2,05	0,3581
Gruplar içi	7865824,8	453	17363,9		
Toplam	7901497	455			

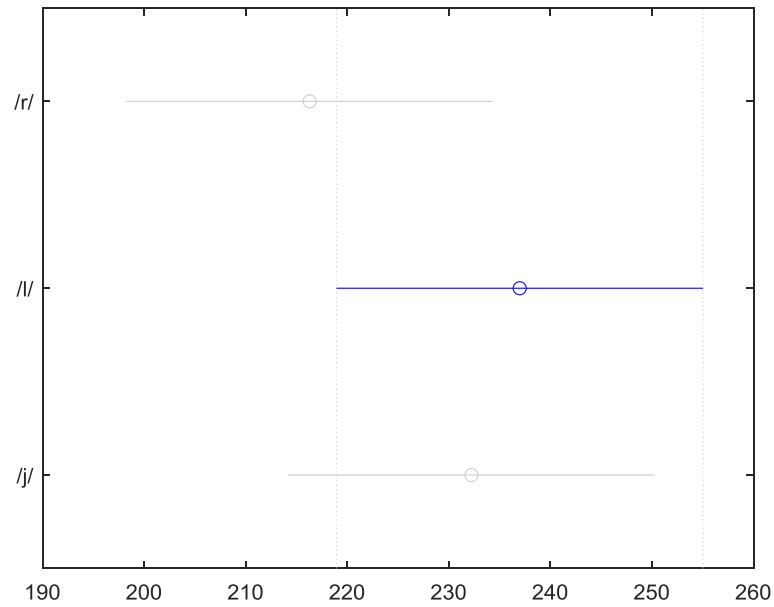


Şekil 4.17. Ortalama MEİ sözcük başı yüzdelik dilimler grafiği

Tablo 4.18’de ki-kare değeri olan 2,05’in kritik değeri olarak belirlenen 5,99’dan küçük olduğu görülmektedir. Buna göre sesler arası anlamlı bir fark yoktur. Üç ses için ortalama MEİ değeri sözcük başı sıralar ortalaması değerleri Tablo 4.19’da verilmiştir ve Şekil 4.18’de çizdirilmiştir.

Tablo 4.19. Ortalama MEİ sözcük başı sıralar ortalaması

Ortalama MEİ Sözcük Başı SO	
/r/	216,2961
/l/	236,9770
/j/	232,2270

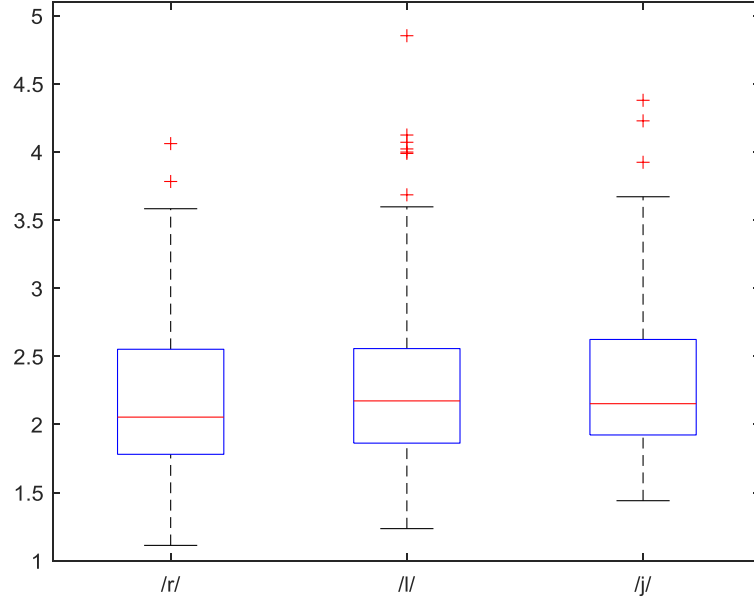


Şekil 4.18. Ortalama MEİ sözcük başı sıralar ortalaması grafiği

/r, l, j/ seslerinin daralma noktalarının ortalamasının Modifiye Eğrilik İndeksi değerlerinin sözcük ortası pozisyonda ayırt ediciliğinin incelenmesinde /r, l, j/ sesleri için Kruskal-Wallis testi uygulanmıştır. Test sonuçları aşağıdaki Tablo 4.20’de belirtilmiştir. Ayrıca her üç ses için ortalama MEİ değerlerinin %25, %50 ve %75 yüzdelerlik dilimleri sınırları Şekil 4.19’da gösterilmiştir.

Tablo 4.20. Ortalama MEİ sözcük ortası Kruskal-Wallis sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	χ^2	p
Gruplar arası	87319,4	2	43656,7	5,03	0,0809
Gruplar içi	7814179,6	453	17249,8		
Toplam	7901499	455			

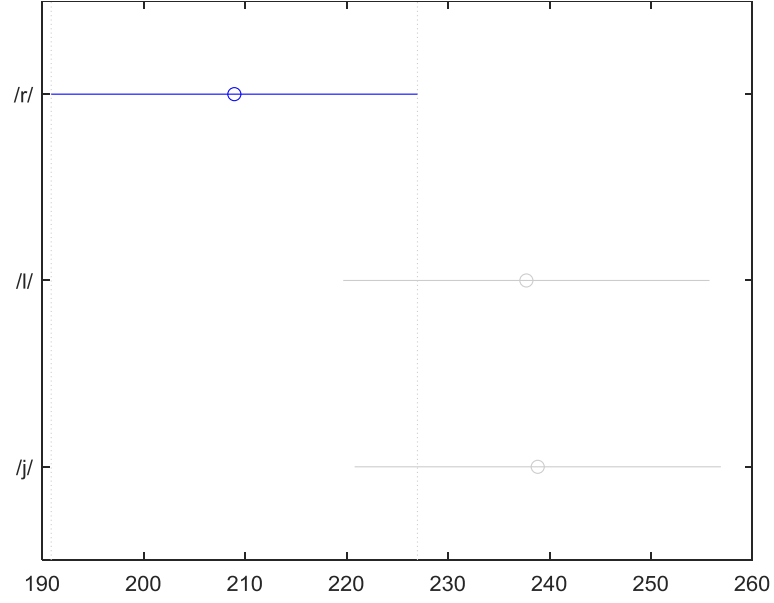


Şekil 4.19. Ortalama MEİ sözcük ortası yüzdeler dilimler grafiği

Tabloda 4.20'deki ki-kare değeri olan 5,03'ün kritik değer olarak belirlenen 5,99'dan küçük olduğu görülmektedir. Buna göre sesler arası anlamlı bir fark yoktur. Üç ses için ortalama MEİ değeri sözcük ortası sıralar ortalaması değerleri Tablo 4.21'de verilmiştir ve Şekil 4.20'de çizdirilmiştir.

Tablo 4.21. Ortalama MEİ sözcük ortası sıralar ortalaması

MEİ Sözcük Ortası SO	
/r/	208,9408
/l/	237,7204
/j/	238,8388



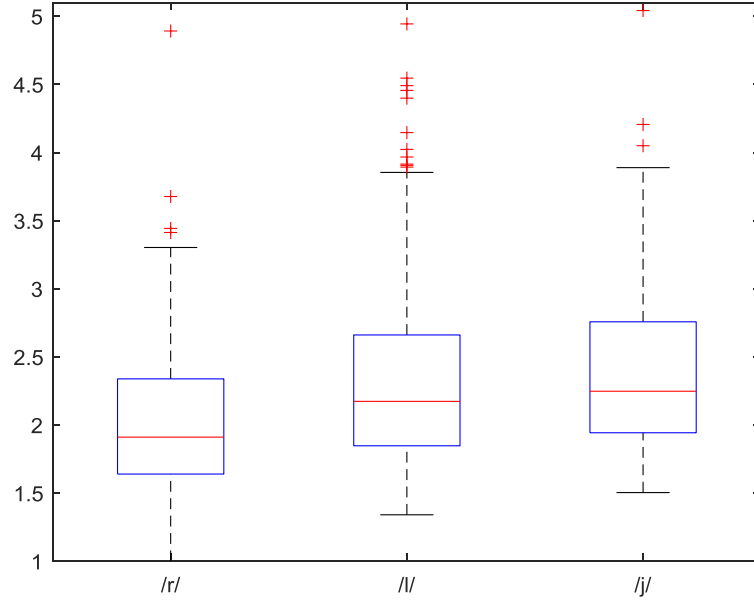
Şekil 4.20. Ortalama MEİ sözcük ortası sıralar ortalaması grafiği

/r, l, j/ seslerinin daralma noktalarının ortalamasının Modifiye Eğrilik İndeksi değerlerinin sözcük sonu pozisyonunda ayırt ediciliğinin incelenmesinde hedef seslerin daralma noktalarının ortalaması karşılaştırılmış ve analiz sonuçları Tablo 4.22'de belirtilmiştir. Ayrıca her üç ses için ortalama MEİ değerlerinin %25, %50 ve %75 yüzdelerik dilimleri sınırlarını Şekil 4.21'de gösterilmiştir.

Tablo 4.22. Ortalama MEİ sözcük sonu Kruskal-Wallis sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	χ^2	p
Gruplar arası	554154,4	2	277077,2	31,91	1,1769e-07
Gruplar içi	7347345,1	453	16219,3		
Toplam	7901499,5	455			

Sözcük sonu pozisyonunda MEİ değerlerine bakıldığında ki-kare değeri 31,91 olduğundan, bunun da kritik değer olan 5,99'dan yüksek olması nedeniyle sesler arasında anlamlı bir fark olduğunu söyleyebiliriz.



Şekil 4.21. Ortalama MEİ sözcük sonu yüzdeler dilimler grafiği

Hangi sesler arasında fark olduğunu ortaya çıkarmak için çoklu karşılaştırma uygulanmıştır ve sonuçlar Tablo 4.23'te gösterilmiştir. Çoklu karşılaştırma sonuçlarına baktığımızda /r/ ve /l/ arasında anlamlı bir fark olduğu, benzer şekilde /r/ ve /j/ sesleri arasında da anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. /l/ ve /j/ sesleri arasında anlamlı bir fark çıkmamıştır.

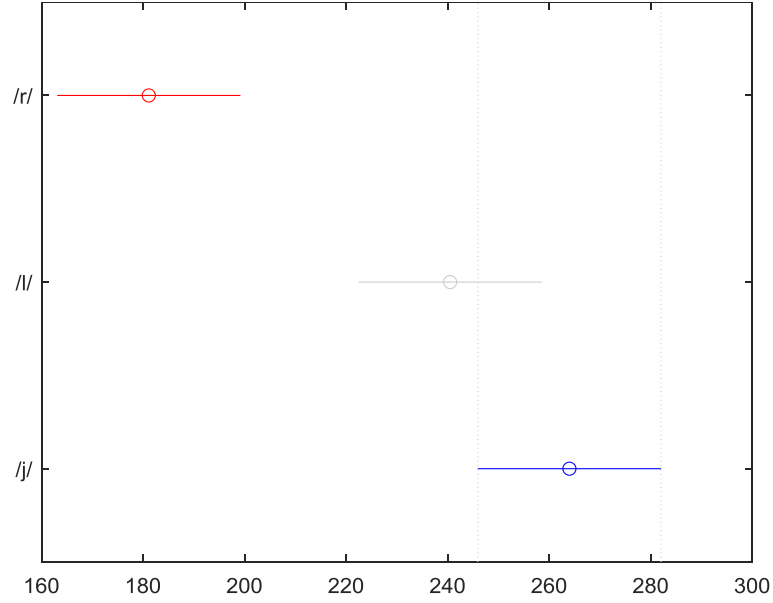
Üç ses için ortalama MEİ değeri sözcük sonu sıralar ortalaması değerleri Tablo 4.24'te verilmiştir ve Şekil 4.22'de çizdirilmiştir.

Tablo 4.23. MEİ ortalaması sözcük sonu çoklu karşılaştırma sonuçları

		%95 alt limit	Ortalama Farkı	%95 üst limit	p
/r/	/l/	-95.4455	-59.352	-23.2585	0.000259
/r/	/j/	-118.936	-82.8421	-46.7486	1.27E-07
/l/	/j/	-59.5836	-23.4901	12.60336	0.318972

Tablo 4.24. Ortalama MEİ sözcük sonu sıralar ortalaması

MEİ Sözcük Sonu SO	
/r/	181,1020
/l/	240,4539
/j/	232,2270



Şekil 4.22. Ortalama MEİ sözcük sonu sıralar ortalaması grafiği

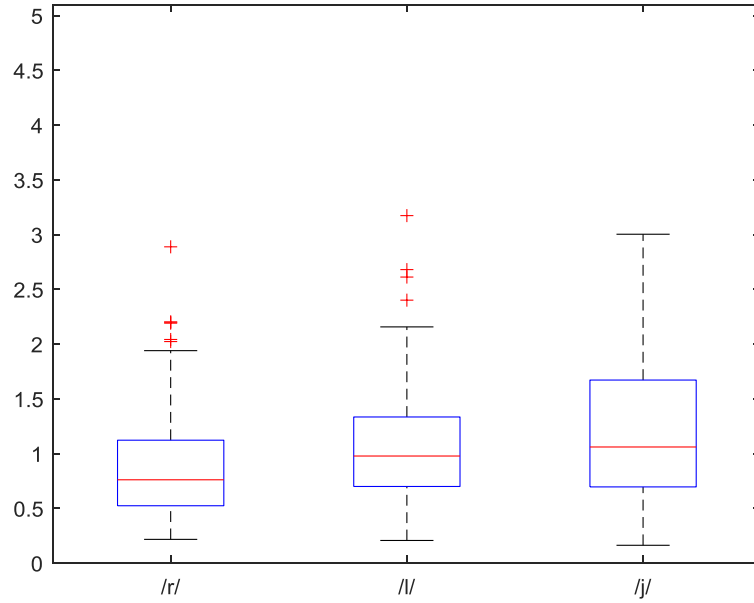
Şekil 4.22 incelendiğinde de /r/ ve /j/ sesi sıralar ortalamaları arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. /r/ ve /l/ sesleri arasında da anlamlı bir fark vardır. /r/ sesinin ortalama MEİ değerinin /l/ sesinin MEİ değerinden daha azdır. Benzer şekilde /j/ sesinin ortalama MEİ değerinin /r/ sesinin değerlerinden yüksek olduğu görülmektedir.

4.2.3. Tek resim karesi ile oluşturulmuş dil konturlarının Prokrustes değerleri analizi

/r, l, j/ seslerinin daralma noktalarının Prokrustes değerlerinin sözcük başı pozisyonda ayırt ediciliğinin incelenmesinde hedef seslerin Prokrustes değerlerini karşılaştırmak için Kruskal-Wallis testi uygulanmıştır. Sonuçlar Tablo 4.25'te belirtilmiştir. Ayrıca her üç ses için Prokrustes değerlerinin %25, %50 ve %75 yüzdelerik dilimleri sınırları Şekil 4.23'te gösterilmiştir.

Tablo 4.25. Prokrustes değerleri sözcük başı Kruskal-Wallis sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	χ^2	p
Gruplar arası	394279,6	2	197139,8	22,7	1,17448e-05
Gruplar içi	7507220,4	453	16572,2		
Toplam	7901500	455			



Şekil 4.23. Prokrustes değeri sözcük başı yüzdelik dilimler grafiği

/r, l, j/ seslerinin sözcük başında Prokrustes değerleri analiz edildiğinde $p < 0,05$ olduğu görülmektedir. Bununla birlikte ki-kare değeri 22,7 olarak bulunmuştur. 5,99 olan kritik değerden yüksek bir değer olduğu için en az iki ses arasında anlamlı bir fark olduğunu söyleyebiliriz. Hangi gruplar arasında fark olduğunu belirlemek için çoklu karşılaştırma yapılmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.26’da gösterilmiştir.

Tablo 4.26. Prokrustes değeri sözcük başı çoklu karşılaştırma sonuçları

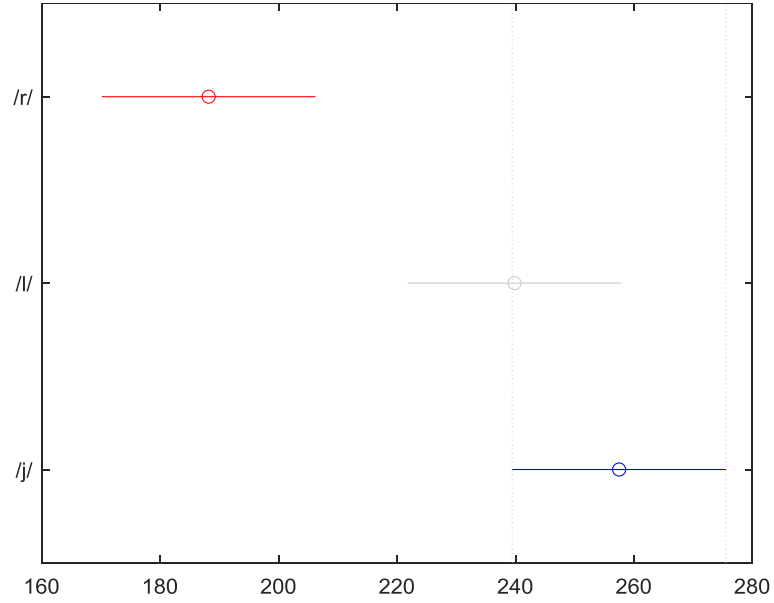
		%95 alt limit	Ortalama Farkı	%95 üst limit	p
/r/	/l/	-87,7382	-51,6447	-15,5512	0,001902
/r/	/j/	-105,396	-69,3026	-33,2091	1,36e-05
/l/	/j/	-53,7514	-17,6579	18,4356	0,565769

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına bakıldığında /r/ ve /j/ sesleri arasında anlamlı bir fark olduğu ortaya çıkmaktadır. /l/ ve /j/ sesleri arasında ise anlamlı bir fark gözlenmemiştir. /r/ ve /l/ sesleri için de $p < 0,005$ olduğu görülmektedir, bu sesler için anlamlı bir fark olduğunu söyleyebiliriz.

Üç ses için Prokrustes değeri sözcük başı sıralar ortalaması değerleri Tablo 4.27’de verilmiştir ve Şekil 4.24’te çizdirilmiştir. Şekil 4.24’te /r/ sesinin diğer seslerin sıralar ortalamasında anlamlı bir farkının olduğu görülmektedir.

Tablo 4.27 Prokrustes sözcük başı sıralar ortalaması

Prokrustes Sözcük Başı SO	
/r/	188,1842
/l/	239,8289
/j/	257,4868

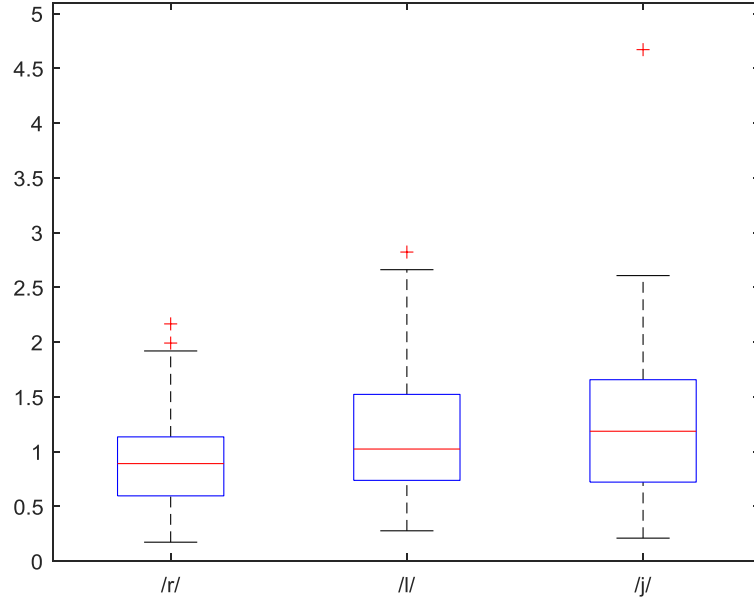


Şekil 4.24. Prokrustes sözcük başı sıralar ortalaması grafiği

/r, l, j/ seslerinin maksimum daralma noktalarının Prokrustes değerlerinin sözcük ortası pozisyonunda ayırt ediciliğinin incelenmesi için hedef seslerin Prokrustes değerlerini karşılaştırmak amacıyla Kruskal-Wallis testi uygulanmıştır. Sonuçlar Tablo 4.28’de belirtilmiştir. Ayrıca her üç ses için Prokrustes değerlerinin %25, %50 ve %75 yüzdelerik dilimleri sınırları Şekil 4.25’te gösterilmiştir.

Tablo 4.28. Prokrustes değeri sözcük ortası Kruskal-Wallis sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	χ^2	p
Gruplar arası	4116643,1	2	208321,5	23,99	6,16902e-06
Gruplar içi	7484868,4	453	16522,9		
Toplam	7901511,5	455			



Şekil 4.25. Prokrustes değeri sözcük ortası yüzdeler dilimler grafiği

Ki-kare değerinin Tablo 4.28’de 23,99 olduğu görülmektedir. Kritik değer olarak bulunan 5,99 değerinden büyük bir değer olduğu için en az iki ses arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir. Hangi sesler arasında fark olduğunu anlamak için çoklu karşılaştırma uygulanmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.29’da gösterilmiştir.

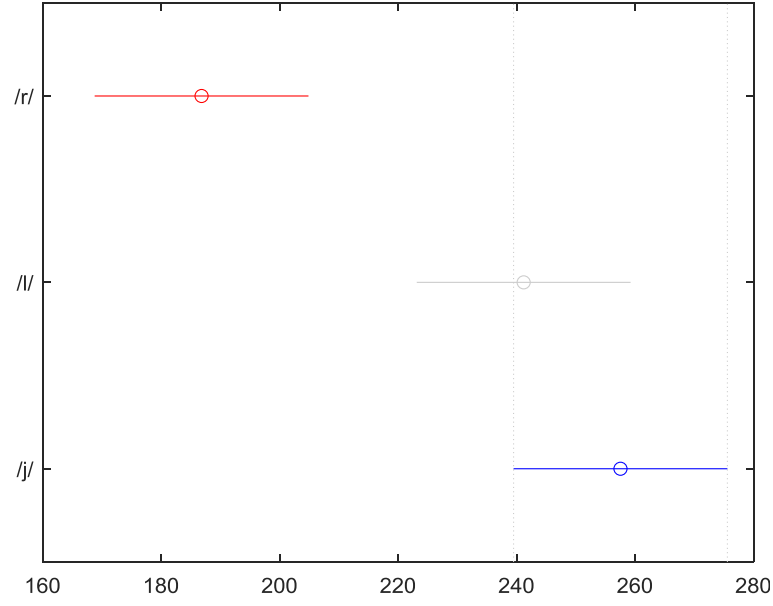
Tablo 4.29. Prokrustes değeri sözcük ortası çoklu karşılaştırma sonuçları

		%95 alt limit	Ortalama Farkı	%95 üst limit	p
/r/	/l/	-90,4652	-54,3717	-18,2782	0,000966
/r/	/j/	-106,804	-70,7105	-34,617	8,70e-06
/l/	/j/	-52,4323	-16,3388	19,7547	0,626363

Tablo 4.29’a göre /r/ sesinin /l/ ve /j/ sesleri ile karşılaştırıldığında aralarında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. Üç ses için Prokrustes değeri sözcük ortası sıralar ortalaması değerleri Tablo 4.30’da verilmiştir ve Şekil 4.26’da çizdirilmiştir.

Tablo 4.30. Prokrustes sözcük ortası sıralar ortalaması

	Prokrustes Sözcük Ortası SO
/r/	186,8059
/l/	241,1776
/j/	257,5164



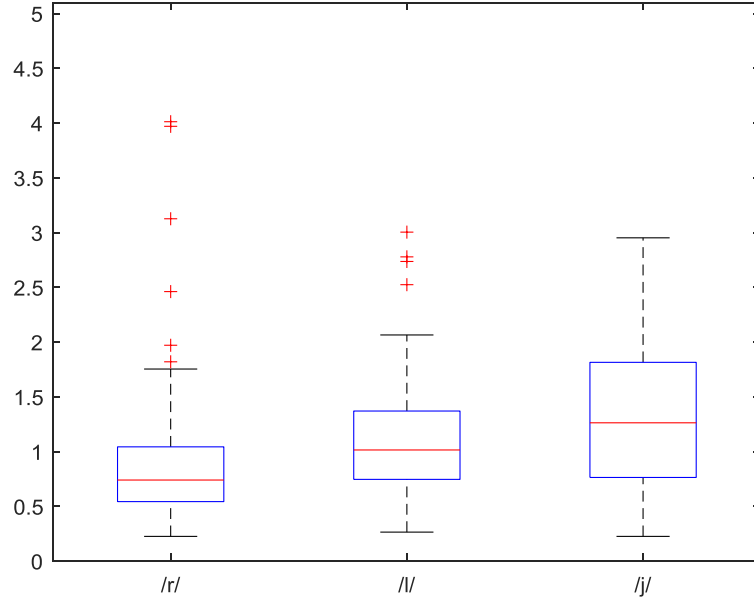
Şekil 4.26. Prokrustes sözcük ortası sıralar ortalaması grafiği

/r, l, j/ seslerinin maksimum daralma noktalarının Prokrustes değerlerinin sözcük sonu pozisyonunda ayırt ediciliğinin incelenmesi için hedef seslerin Prokrustes değerlerini karşılaştırmak amacıyla Kruskal-Wallis testi uygulanmıştır. Sonuçlar Tablo 4.31’de belirtilmiştir. Ayrıca her üç ses için Prokrustes değerlerinin %25, %50 ve %75 yüzdelik dilimleri sınırları Şekil 4.27’de gösterilmiştir.

Tablo 4.31. Prokrustes değeri sözcük sonu Kruskal-Wallis sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	χ^2	p
Gruplar arası	904774,1	2	452387,1	52,1	4,85854e-12
Gruplar içi	6996718,4	453	15445,3		
Toplam	7901492,5	455			

Tablo 4.31’de bulunan 52,1 ki-kare değerinin, kritik değer olan 5,99’dan büyük olduğu görülmektedir. Buna göre üç sestten en az ikisi arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir. Hangi sesler arasında fark olduğunu ortaya çıkarmak için çoklu karşılaştırma yapılmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.32’de gösterilmiştir.



Şekil 4.27. Prokrustes değeri sözcük sonu yüzdelik dilimler grafiği

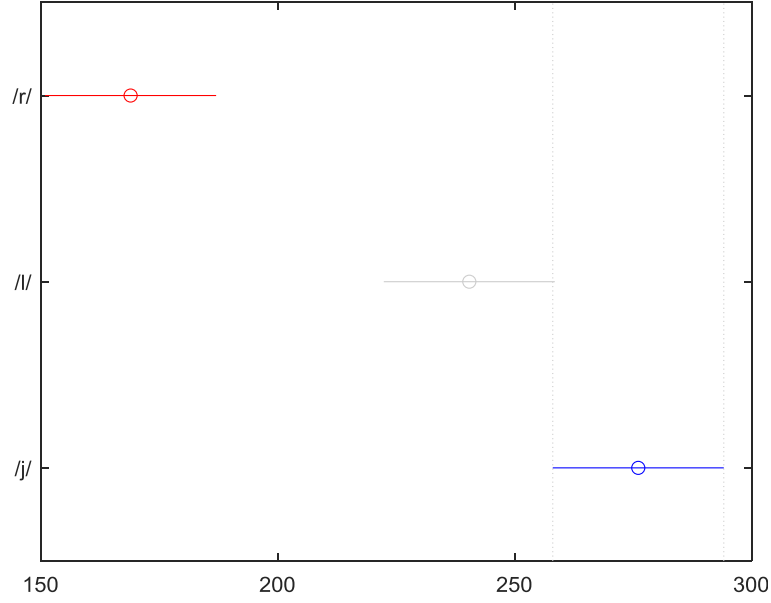
Tablo 4.32. Prokrustes değeri sözcük sonu çoklu karşılaştırma sonuçları

		%95 alt limit	Ortalama Farkı	%95 üst limit	p
/r/	/l/	-107,57	-71,477	-35,3835	6,79e-06
/r/	/j/	-143,225	-107,132	-71,0381	4,11e-12
/l/	/j/	-71,7481	-35,6546	0,438872	0,054014

Tablo 4.32'ye göre /r/ ve /l/ sesleri için $p < 0,05$ olduğu görülmektedir. İki ses için Prokrustes değerlerinin ayırt edici olduğunu söyleyebiliriz. /r/ ve /j/ sesleri için $p < 0,05$ 'tir. /r, l, j/ seslerinin sözcük sonu için Prokrustes değerleri sıralar ortalamaları Tablo 4.33'te verilmiş ve Şekil 4.28'de gösterilmiştir. Şekil 4.28'de de görüleceği gibi /r/ sesinin ortalamaları /l/ ve /j/ sesinden farklılık göstermektedir.

Tablo 4.33. Prokrustes sözcük sonu sıralar ortalaması

	Prokrustes Sözcük Sözcük Sonu SO
/r/	168,9638
/l/	240,4408
/j/	276,0954



Şekil 4.28. Prokrustes sözcük sonu sıralar ortalaması grafiği

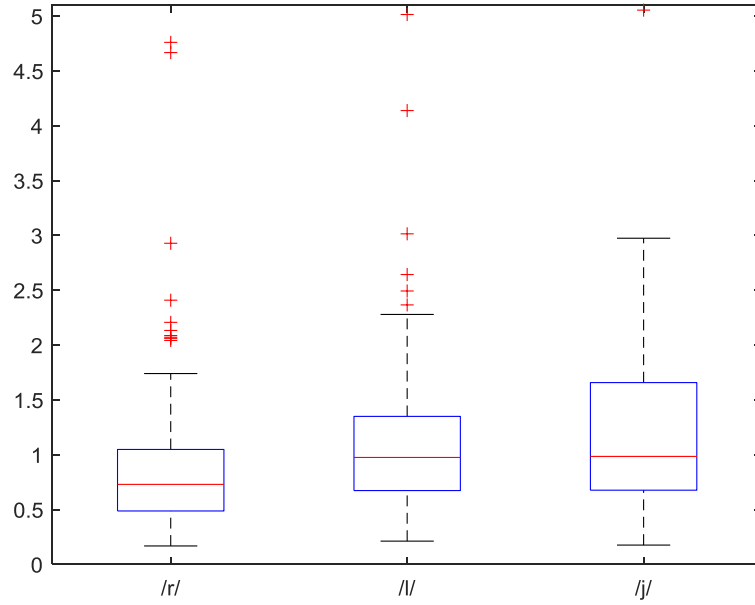
4.2.4. Üç resim karesi ortalaması ile oluşturulmuş dil konturlarının Prokrustes değerleri analizi

Modifiye Eğrilik İndeksinde olduğu gibi Prokrustes değerleri ile de daralma noktasının en yüksek olduğu resim karesi ile analizler yapıldıktan sonra bir de daralmanın en yüksek olduğu resim karesinden bir önce ve bir sonra gelen resim karelerinin de hesaba katıldığı ikinci bir analiz daha yapılmıştır. Üç resim karesinin dil konturlarını oluşturan piksel değerlerinin ortalaması ve dinlenme durumundaki piksel değerleri yeni analizde kullanılmıştır. Böylelikle maksimum daralma noktasının seçimindeki farklılıkların etkisi minimize edilmeye çalışılmıştır.

/r, l, j/ seslerinin sözcük başı pozisyonunda ortalama Prokrustes değerlerinin incelenmesi için Kruskal-Wallis testi uygulanmıştır. Bulgular Tablo 4.34'te belirtilmiştir. Ayrıca her üç ses için ortalama Prokrustes değerlerinin %25, %50 ve %75 yüzdelerlik dilimleri sınırları Şekil 4.29'da gösterilmiştir.

Tablo 4.34. Ortalama Prokrustes değeri sözcük başı Kruskal-Wallis sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	χ^2	p
Gruplar arası	427187,7	2	213593,9	24,6	4,55359e-06
Gruplar içi	7474309,8	453	16499,6		
Toplam	7901497,5	455			



Şekil 4.29. Ortalama Prokrustes değeri sözcük başı yüzdeler dilimler grafiği

Sözcük başı ortalama Prokrustes değerleri incelendiğinde ki-kare değerinin 24,6 olduğu görülmektedir. Bu değer de kritik değer olan 5,99'dan büyüktür. Bu nedenle sesler arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir. Hangi sesler arasında fark olduğunu bulmak için çoklu karşılaştırma analizi yapılmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.35'te gösterilmiştir.

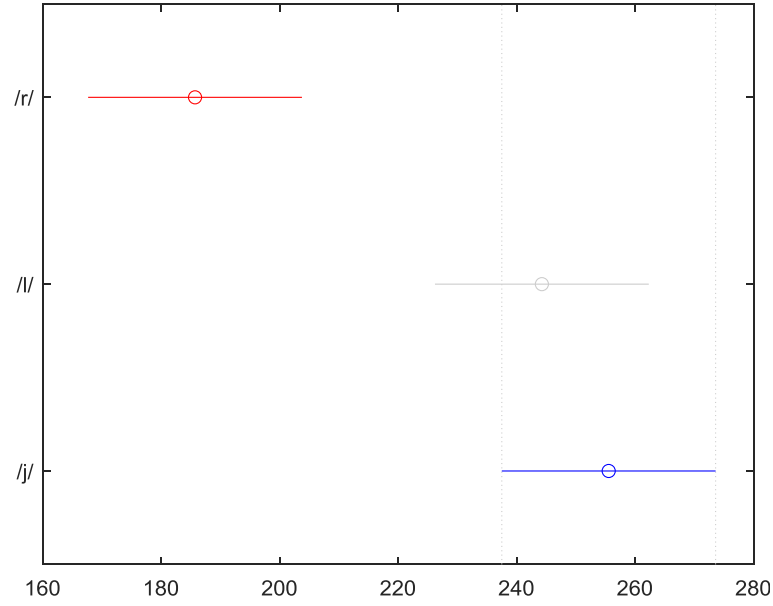
Tablo 4.35. Ortalama Prokrustes değeri sözcük başı çoklu karşılaştırma sonuçları

		%95 alt limit	Ortalama Farkı	%95 üst limit	p
/r/	/l/	-94,6428	-58,5493	-22,4559	0,000322
/r/	/j/	-105,922	-69,8289	-33,7355	1,15e-05
/l/	/j/	-47,3731	-11,2796	24,81388	0,838611

Çoklu karşılaştırma sonuçları incelendiğinde sözcük başı hedef sesler için ortalama Prokrustes değerlerinin /r/ ve /l/ sesleri arasında $p < 0,05$, /r/ ve /j/ sesleri arasındaki değerlerin $p < 0,05$ olduğu dolayısıyla anlamlı bir fark olduğu söylenebilir. Ortalama Prokrustes değerleri sıralar ortalamaları Tablo 4.36'da verilmiş ve Şekil 4.30'da gösterilmiştir. Şekil 4.30'da hedef seslerin sıralar ortalamasında da anlamlı bir fark olduğu gösterilmiştir.

Tablo 4.36. Ortalama Prokrustes sözcük başı sıralar ortalaması

Prokrustes Sözcük Başı SO	
/r/	185,7072
/l/	244,2566
/j/	255,5362

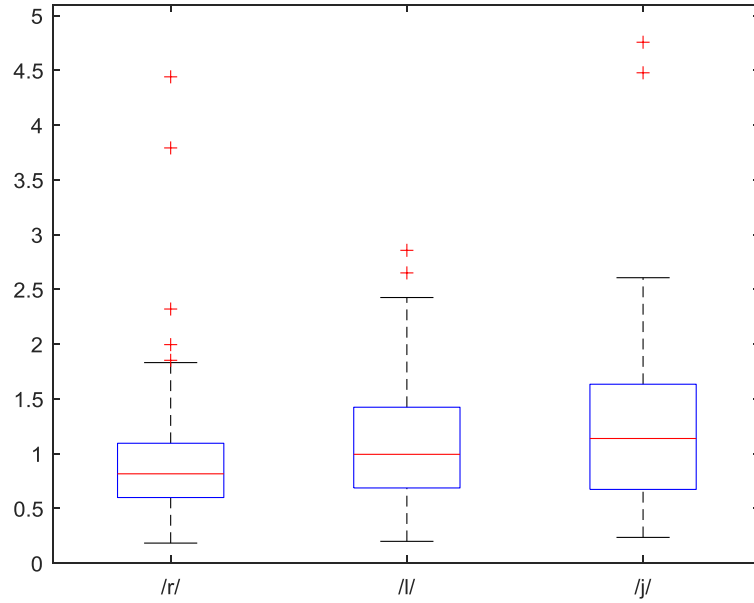


Şekil 4.30. Ortalama Prokrustes sözcük başı sıralar ortalaması grafiği

/r, l, j/ seslerinin daralma noktalarının ortalamasının Prokrustes değerlerinin sözcük ortası pozisyonunda ayırt ediciliğinin incelenmesi için Kruskal-Wallis testi uygulanmıştır. Bulgular Tablo 4.37’de belirtilmiştir. Ayrıca her üç ses için ortalama Prokrustes değerlerinin %25, %50 ve %75 yüzdelerlik dilimleri sınırları Şekil 4.31’de gösterilmiştir.

Tablo 4.37. Ortalama Prokrustes değeri sözcük ortası Kruskal-Wallis sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	χ^2	p
Gruplar arası	296796,1	2	148398	17,09	0,0002
Gruplar içi	76044695,9	453	16787,4		
Toplam	7901492	455			



Şekil 4.31. Ortalama Prokrustes değeri sözcük ortası yüzdelik dilimler grafiği

Analiz sonuçlarına göre ki-kare değerinin 17,09 olduğu görülmektedir. Bu değer kritik değer 5,99'dan yüksek olduğu için sesler arasında anlamlı fark olduğu söylenebilir. Hangi seslerin farklı olduğunu bulmak için çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.38'de gösterilmiştir.

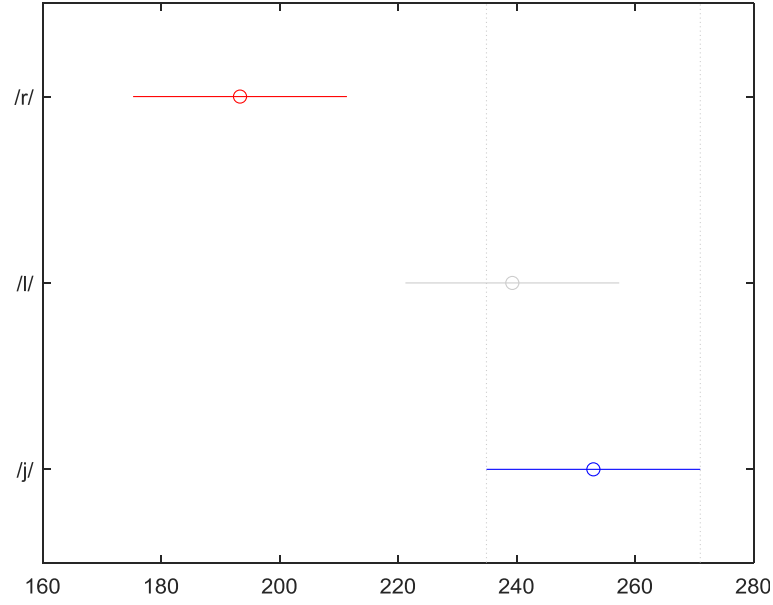
Tablo 4.38. Ortalama Prokrustes değeri sözcük ortası çoklu karşılaştırma sonuçları

		%95 alt limit	Ortalama Farkı	%95 üst limit	p
/r/	/l/	-82,0573	-45,9638	-9,87034	0,007064
/r/	/j/	-95,7415	-59,648	-23,5546	0,000238
/l/	/j/	-49,7777	-13,6842	22,40927	0,744342

Tablo 4.38'de sesler arası fark incelendiğinde /r/ ve /j/ sesi arasında anlamlı bir fark olduğu ($p < 0,05$) görülmektedir. /r/ ve /j/ sesleri arasında da anlamlı bir fark ($p < 0,05$) olduğu anlaşılmaktadır. Ortalama Prokrustes değerleri sıralar ortalamaları Tablo 4.39'da verilmiş ve Şekil 4.32'de gösterilmiştir.

Tablo 4.39. Ortalama Prokrustes ortalaması sözcük ortası sıralar ortalaması

Prokrustes Sözcük Ortası SO	
/r/	193,2961
/l/	239,2599
/j/	252,9441



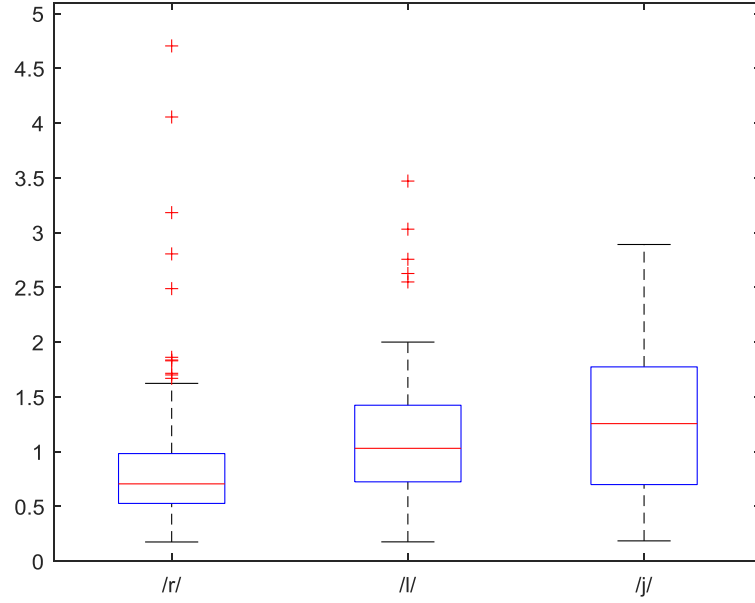
Şekil 4.32. Ortalama Prokrustes sözcük ortası sıralar ortalaması grafiği

/r, l, j/ seslerinin daralma noktalarının ortalamasının Prokrustes değerlerinin sözcük sonu pozisyonunda ayırt ediciliğinin incelenmesi amacıyla hedef seslerin ortalama Prokrustes değerlerinin analizi Kruskal-Wallis testi ile gerçekleştirilmiştir. Bulgular Tablo 4.40’te belirtilmiştir. Ayrıca her üç ses için ortalama Prokrustes değerlerinin %25, %50 ve %75 yüzdelerdeki dilimleri sınırları Şekil 4.33’te gösterilmiştir.

Tablo 4.40. Ortalama Prokrustes sözcük sonu Kruskal-Wallis sonuçları

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	χ^2	p
Gruplar arası	870695,1	2	435347,5	50,14	1,29611e-11
Gruplar içi	7030799,4	453	15520,5		
Toplam	7901494,5	455			

Tablo 4.40’te analiz sonucu elde edilen ki-kare değerinin 50,14 olduğu görülmektedir. Bu elde edilen ki-kare değeri kritik değer olan 5,99’dan büyüktür, dolayısıyla sesler arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir. Hangi sesler arasında fark olduğunu bulmak için çoklu karşılaştırma uygulanmıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.41’de gösterilmiştir.



Şekil 4.33. Ortalama Prokrustes değeri sözcük sonu yüzdelik dilimler grafiği

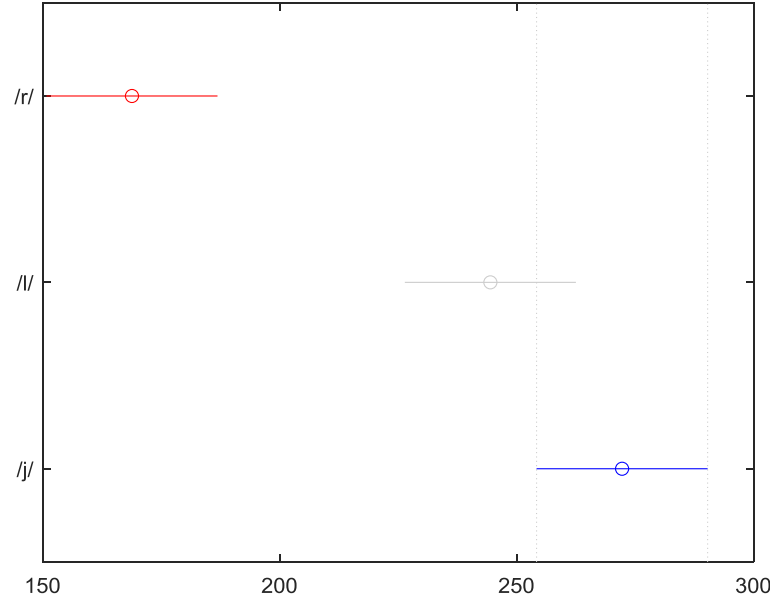
Tablo 4.41. Ortalama Prokrustes değeri sözcük sonu çoklu karşılaştırma sonuçları

		%95 alt limit	Ortalama Farkı	%95 üst limit	p
/r/	/l/	-111,715	-75,6217	-39,5282	1,70e-06
/r/	/j/	-139,505	-103,411	-67,3177	2,36e-11
/l/	/j/	-63,883	-27,7895	8,304008	0,185232

Çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre /r/ ve /l/ sesleri arasında anlamlı bir fark ($p < 0,05$) olduğu görülmektedir. /r/ ve /l/ sesleri arasında anlamlı bir fark ($p < 0,05$) vardır. Ortalama Prokrustes değerleri sıralar ortalamaları Tablo 4.42’de verilmiş ve Şekil 4.34’te gösterilmiştir.

Tablo 4.42. Ortalama Prokrustes sözcük sonu sıralar ortalaması

	Prokrustes Sözcük Sonu SO
/r/	168,8224
/l/	244,4441
/j/	272,2336



Şekil 4.34. Ortalama Prokrustes sözcük sonu sıralar ortalaması grafiği

4.3. Tartışma

/r, l, j/ seslerinin incelendiği bu çalışmada, hedef sesleri betimlemek amacıyla ultrason görüntüleri kullanılmıştır. Bu seslerin analizi için hedef seslerin en yüksek daralma noktaları seçilmiştir. En yüksek daralma noktaları Modifiye Eğrilik İndeksi ve Prokrustes metriği kullanılarak hesaplanmıştır. /r/ sesini sözcük başı pozisyonda incelediğimizde, /u, o/ seslerinden önce geldiğinde diğer ünlülere göre MEİ'nin daha yüksek değerleri sahip olduğu görülmektedir. /l/ ünsüzünün sözcük başı pozisyonuna bakıldığında, /r/ sesinde olduğu gibi yine /u/ ünlüsünün MEİ değerleri ortalamasının yükseldiği, bununla birlikte diğer yüksek değerler /u/ ünlüsü komşuluğunda olduğu anlaşılmaktadır. Dolayısıyla hem /r/ hem de /l/ sesleri incelendiğinde /u/ komşuluğunda MEİ değerlerinin yükseldiği görülebilir. Sözcük başı /j/ sesini incelediğimizde, /i/ ve /y/ ünlü komşuluğunda yüksek MEİ değerleri elde edilmiştir, bu açıdan /j/ sesi /r/ ve /l/ seslerinden farklılaşmaktadır. /i/ ve /y/ yüksek ve ön ünlülerdir. /u/ ve /o/ ünlüleri ise arka yüksek ve yarı kapalı ünlülerdendir. /j/ sesinin sözcük başı pozisyonunda /i/ ve /y/ ünlüleri dışında MEİ değerlerinin ünlülerde çok farklı değerlerin görülmediği söylenebilir. /j/ sesi bilindiği gibi bazı kaynaklarda yarı ünlü olarak da adlandırılan bir sestir. Kayıcı olarak tanımlanan /j/ sesi yüksek ünlü sestem alçak ünlüye hızlı bir şekilde geçiş yapan bir sestir (Ladefoged ve Maddieson, 1996). MEİ değerinde farklı ünlülerde eğrilik indeksinde benzer değerlerin olması bu şekilde açıklanabilir.

Sözcük ortası pozisyonda /r/, /l/ ve /j/ seslerinde MEİ değerlerinin ortalamalarına bakıldığında /u/ ve /i/ ünlülerinin değerlerinin diğer ünlü komşuluklarından yüksek olduğu gözlenmektedir. Bu iki ünlü de yüksek ünlü, /i/ ünlüsü ön ünlü, /u/ ise arka ünlüdür. Zharkova vd. (2017) başka bir indeksi dil konturları ölçümü ($LOC_a - i$) için kullandıkları çalışmalarında konuşma sesi bozukluğu olmayan yetişkin ve çocukların /i/ ünlüsünde /Λ/ ünlüsüne göre daha yüksek değerlere sahip olduklarını belirtmişlerdir. Dolayısıyla ünlüye bağlı değişimler farklı indekslerde görülebilir.

Sözcük sonu /r/ sesinin /u/ ve /u/ ünlüleri komşuluğunda yüksek MEİ değerlerine sahip olduğu bulgularda görülmektedir. /l/ sesi ise sözcük sonu pozisyonunda /u/ ve /o/ ünlüleri komşuluğunda en yüksek MEİ ortalamalarına sahiptir. Bu bulgulara göre /r/ sesinin sözcük sonu pozisyonda arka ve yüksek ünlü komşuluğunda dil konturunun daha fazla eğriliğe sahip olduğu, /l/ sesinin ise arka ünlülerden olan /u/ ve yarı kapalı /o/ ünlüleri komşuluğunda daha fazla eğriliğe sahip olduğu sonucuna varılabilir. /j/ sesinin sözcük sonu pozisyonunda MEİ ortalamaları incelendiğinde /œ/ ve /u/ ünlüleri komşuluğunda diğer ünlülere göre daha yüksek değerler görülmektedir. İki ünlünün de ortak özelliği yuvarlak ünlü olmalarıdır.

Hedef seslerin farklı ünlülerle Prokrustes ortalama değerleri incelenmiştir. /r/ sesinin sözcük başı ortalama değerlerinde MEİ değerlerindeki gibi /o/ ünlüsü komşuluğunda Prokrustes değerinin yüksek olduğu, MEİ'den farklı olarak /ε/ ünlüsü komşuluğunda da yüksek değerlerin görüldüğü söylenebilir. /l/ sesinde sözcük başı Prokrustes değerleri ortalaması /Λ/ ve /u/ ünlüleri komşuluğunda daha yüksektir. /j/ sesinde sözcük başı ortalama Prokrustes değerleri /i/ ve /œ/ ünlüleri için daha yüksek bulunmuştur. Sözcük ortası /r/ sesi için Prokrustes değerleri ortalaması MEİ için bulunan ünlülerle aynıdır, /i/ ve /u/ ünlüleri komşuluğunda en yüksek ortalamalar görülmektedir. /l/ sesi için /r/ sesinde olduğu gibi, /i/ ve /u/ ünlüleri komşuluğunda en yüksek Prokrustes değerleri ortalaması bulunmuştur. /j/ sesinde ise /i/ ve /ε/ ünlülerinde en yüksek değerler görülmektedir. Sözcük sonu pozisyonunda /r/ sesi ünlü komşuluklarında Prokrustes ortalamalarına baktığımızda, /i/ ve /o/ ünlülerinin değerleri en yüksek değerler olarak karşımıza çıkmaktadır. /l/ sesinde ise /u/ ve /Λ/ ünlülerindeki komşulukta /l/ en yüksek değerlere sahiptir. /j/ sesinde /y/ ve /ε/ ünlüleri komşuluğunda ortalama Prokrustes değerlerinin yükseldiği görülmektedir.

Ünlülere göre sonuçları değerlendirdiğimizde, /r/ ve /l/ seslerinde sözcük ortası hem MEİ hem de Prokrustes değerlerinde /u/ ve /i/ ünlüleri komşuluğunda değerlerin

yükseldiği görülmektedir. Bu ünlülerin özellikleri göz önüne alındığında /i/ sesinin ön ünlü, /u/ sesinin ise arka ünlü olduğunu fakat ikisinin de yüksek ünlü olduğunu söyleyebiliriz. /l/ ve /r/ seslerinde dil eğriliğinin arka ünlülerle beraber daha fazla arttığı ve dil ucu ile dil arkasının eş zamanlı daralma yaşadığı, dolayısı ile daha komplike bir hareket olduğu sonucuna varılabilir. /u/ sesinin yuvarlak, arka ve yüksek ünlü olmasından dolayı dil konturundaki eğriliğin artması nedeniyle değerlerin arttığı düşünülebilir. Yüksek ünlülerde dil gövdesi alçak değil yüksek pozisyonlanmıştır, elde edilen değerleri bu durumun etkilediği sonucuna varılabilir. Konuşma sesleri üzerine yapılan araştırmalarda arka ve yuvarlak ünlülerde (/u/) dudak hareketleri de söz konusu olduğu için özellikle sesin üretim süresinin uzadığı belirtilmektedir, buna bağlı olarak /r/ sesi gibi dilin önünün ve ucunun hareket etmesi karşıt bir harekete sebep olacağı için sesin üretiminin uzun sürdüğü ve dolayısıyla dil hareketlerinin bağımsız fonksiyonel dil bölümleri ile gerçekleşeceği savunulmaktadır (Bressmann vd., 2016). Bu nedenle dilin konturunun ne kadar komplike ve dilin eğriliğinin ne değerde olduğunu belirten MEİ ve Prokrustes metriklerinin bu ünlülerde daha yüksek olduğu düşünülmektedir. Alanyazınında önceden yapılan çalışmalara bakıldığında MEİ ve Prokrustes değerlerini İngilizcede çalışan araştırmacıların yalnızca /ʌ/ ünlüsü komşuluğunda hedef sesleri inceledikleri görülmüştür, bu nedenle bu değerler için İngilizce dili ile doğrudan karşılaştırma yapılmamıştır (Stolar ve Gick, 2013; Dawson vd., 2016). Dilin dinlenme pozisyonu ile konuşma seslerinin konturlarını karşılaştıran bir değer olan Prokrustes metriği ortalamalarını göz önüne aldığımızda /l/ sesinde /ʌ/, /j/ sesinde /ɛ/ ünlüsünün yüksek değerlere sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bu bulgulara göre sırasıyla alçak ve yarı kapalı ünlüler olan /ʌ/ ve /ɛ/ ünlülerinin dilin dinlenme pozisyonundan oldukça farklı bir dil konturuna sahip olduğunu söyleyebiliriz. Bununla birlikte /ʌ/ ve /ɛ/ ünlülerinin komşuluğundaki hedef seslerin MEİ değerlerinin Prokrustes kadar yüksek olmadığı görülmektedir, bu durum da bu ünlü komşuluklarında dilin komplike bir konturunun olmadığını fakat dinlenme konturundan farklı olduğunu düşündürmektedir.

İstatiksel analiz ile hedef ünsüz sesler bütün ünlülerle incelenmiştir. Seslerin en yüksek daralma noktaları baz alınarak metrikler hesaplanmıştır. Bu daralma noktaları için MEİ ve Prokrustes değerleri belirlenmiştir. MEİ değeri konuşma seslerinin üretimi sırasında ne kadar kompleks şekle sahip olduklarını ifade eden bir tür metrik olarak kullanılmıştır. İlk olarak en yüksek daralma noktalarındaki MEİ değerleri incelendiğinde sözcük başı pozisyonunda /r/ sesinde MEİ değerinin /r/ ve /j/ sesleri için ayırt edici olduğu

görülmektedir. /r/ sesi sözcük başı pozisyonda incelendiğinde diğer seslere göre MEİ değerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum da Türkçe’de özellikle sözcük başında bulunan ötümlü, sürtünmeli ve tek vuruşlu olan /r/ sesinin MEİ değerlerinin yüksek olduğunu ve daha komplike bir dil şekline sahip olduğunu işaret etmektedir. Türkçe akustik alanda yapılan çalışmalara bakıldığında, diğer dillerde /r/ sesinde F3 önemli bir formant değeri iken Dikmen (2010) araştırmasında sözcük başı pozisyonda /r/ sesinin diğer dillerdeki gibi F3 değerine sahip olmadığını, F3’e sahip olduklarında bile bu frekansın beklenenden yüksek bir frekans olduğunu belirtmektedir. F2 ve F3 frekanslarının yokluğunu sürtünmelilik belirtisi olarak kabul eden Dikmen (2010) /r/ sesinin %41 sürtünmeli, %59 daralmalı özelliği olduğu söylemektedir. Bu bulgular değerlendirildiğinde, /r/ sesinin özellikle sözcük başı pozisyonda MEİ değerlerinin diğer seslerden yüksek olmasının akustik çalışmalarla da paralellik gösterdiği, diğer pozisyonlardan farklı olduğu söylenebilir. Buna göre /r/ sesi sözcük başı pozisyonda daha kompleks bir dil konturuna sahiptir.

Sözcük ortasında bulunan ötümlü, tek vuruşlu /r/ sesinin MEİ değerlerine bakıldığında istatistiksel analiz sonuçlarına göre diğer seslerle arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Sözcük sonu ötümsüz, sürtünmeli, tek vuruşlu olan /r/ sesi için MEİ değerlerine bakıldığında /j/ ve /l/ sesiyle arasında anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir. /l/ sesi /r/ sesinden daha yüksek MEİ değerlerine sahiptir, /j/ sesi de /r/ sesinden daha yüksek MEİ değerlerine sahiptir, dolayısıyla bu iki sesin sözcük sonunda /r/’den daha kompleks dil hareketlerinin olduğu söylenebilir. /l/ ve /j/ sesleri arasında ise anlamlı bir farkın olmadığı dolayısı ile bu seslerin MEİ değerleri bakımından birbirine yakın ve sesleri ayırt edici olmadığı söylenebilir. MEİ için yapılan diğer bir istatistiksel analiz ise seslerin en yüksek daralma noktasına göre belirlenen en yüksek daralma noktasından bir önceki ve bir sonraki karelerin de hesaplamaya katıldığı üç karenin ortalamasının oluşturduğu değerlerdir. Bu değerlere baktığımızda hem sözcük başı hem de sözcük ortası için sesler arası anlamlı farkın görülmediği, sözcük sonunda ise /r/ ve /l/ sesleri arasında anlamlı bir fark görülmektedir. /l/ sesi üç resim karesi ortalama MEİ değerlerinde /r/ sesinden daha yüksek değerlere sahiptir, dil konturunda daha fazla eğrilik bulunmaktadır. /r/ ve /j/ karşılaştırıldığında /j/ sesinin /r/’den daha yüksek MEİ değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Buna göre sözcük sonu pozisyonunda ortalamalar göz önüne alınırsa /r/ sesinden daha kompleks bir dil konturuna sahip olduğu söylenebilir.

Hedef seslerin incelenmesinde kullanılan diğerk bir metrik de Prokrustes değeridir. Bu değerin hesaplanması için ilk olarak dinlenme pozisyonu görüntüsü yani kişi konuşmaya başlamadan önceki dilin görüntüsü kaydedilmiş daha sonra hedef sesleri sesletirken oluşan görüntü ile karşılaştırılmıştır. İlk olarak daralmanın en yüksek olduğu konturlar karşılaştırılmıştır. Sözcük başı hedef sesler karşılaştırıldığında, /r/ ve /l/ sesleri arasında anlamlı bir fark olduğu /l/ sesinin daha yüksek Prokrustes değerlerine sahip olduğu görülmektedir. /r/ ve /j/ sesleri arasında da anlamlı bir fark olduğu /j/ sesinin daha yüksek değerlerinin olduğu görülmektedir. Prokrustes değerleri /r/ sesini diğerk seslerden ayırt etmede başarılı olsa da /l/ ve /j/ sesini yeterince ayırt edemediği anlaşılmaktadır. Sözcük ortası pozisyonda Prokrustes metrikleri karşılaştırıldığında, /r/ ve /l/ sesleri arasında anlamlı bir fark olduğu, /l/ sesinin daha yüksek Prokrustes değerlerinin olduğu, benzer Şekilde /r/ ve /j/ sesleri arasında da anlamlı bir fark görüldüğü ve /j/ sesinin daha yüksek değerlere sahip olduğu söylenebilir. Bu duruma baktığımızda /r/ sesi için sözcük ortası pozisyonunda Prokrustes değerlerinin ayırt edici olduğunu söyleyebiliriz. Sözcük sonunda hedef sesleri karşılaştırdığımızda /r/ ve /j/ sesleri ile /r/ ve /l/ sesleri arasında anlamlı bir fark görülürken /l/ ve /j/ sesleri arasında anlamlı bir fark olmadığı anlaşılmaktadır. /r/ ve /l/ karşılaştırıldığında /l/ değerinin daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. /r/ ve /l/ karşılaştırıldığında ise /j/ sesinin daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir.

Üç resim karesinin Prokrustes metriği ortalaması incelendiğinde sözcük başı ve ortası pozisyonlarında /r/ ve /l/ ve /r/ ve /j/ sesleri arasında anlamlı bir fark görülürken, /l/ ve /j/ sesleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Karşılaştırmada /l/ ve /j/ seslerinin /r/ sesinden daha yüksek Prokrustes değerlerine sahip olduğu anlaşılmıştır. /l/ ve /j/ sesleri Prokrustes metriği ile incelendiğinde üç sözcük pozisyonunda da bu iki ses arasında ayırt ediciliğinin olmadığı, sıralar ortalamasına bakıldığında ise /j/ sesinin diğerk iki sestenden daha yüksek değerlere sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bu da dinlenme pozisyonuyla karşılaştırıldığında dinlenme pozisyonundan kontur olarak en farklı sesin /j/ sesi olduğunu göstermektedir. Bunun nedeni olarak /j/ sesinin damak sesi olması /l/ ve /r/ seslerinin diş ardı sesler olması olarak açıklanabilir. Daralmalı sesleri akustik olarak inceleyen Dikmen (2010), daralmalı seslerin ortalama ölçümlerine baktığında /j/ sesinin diğerk daralmalı seslerden farklılık gösterdiğini vurgulamaktadır. Bunun nedenini /j/ sesinin ortalama süresinin verilen aralık değerden uzun olması olarak belirtmiştir.

MEİ değerleri genel olarak incelendiğinde sözcük ortası için ayırt ediciliğinin olmadığı, sözcük sonu için /r/ ve /l/, /r/ ve /j/ sesleri arasında anlamlı bir fark olduğu analiz sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Sözcük başı pozisyonda ise /r/ sesinin /j/ sesiyle arasında anlamlı bir fark olduğu ve sözcük başı /r/ sesinin MEİ değerlerinin yüksek olduğu dolayısıyla daha komplike bir şekle sahip olduğu söylenebilir. İki değeri birlikte ele aldığımızda /r/ sesinin diğer seslerle MEİ ve Prokrustes metrikleri bakımından ayrıştığı aralarında anlamlı bir farklılık görüldüğünü söyleyebiliriz. Fakat en komplike dil konturunun özellikle /r/ sesi için sözcük başında geręekleştini vurgulamak gereklidir. /j/ sesini ele aldımıza ise /l/ sesi ile arasında önemli düzeyde fark görülmese de /j/ sesi için Prokrustes değerlerinin yüksek olduğu görölüyor. Bunun /j/ sesinin sesletim yerinin farklı olması, damak sesi olması, diğer hedef seslerin ise diş ardı sesler olması ile ilgili olabileceği ve Dikmen'in (2010) akustik çalışmasında belirttiği gibi sesin ortalama süre uzunluğu ile paralellik gösterebileceği düşünölmektedir. Zharkova vd. (2017) sürtünmeli seslerle yaptıkları çalışmalarında $LOC_a - i$ indeksini ölçüm için kullanmışlar, daha sonra aynı veriler için MEİ analizi de yapmışlardır. Bu analiz sonucunda daralmanın az olduğu bir veride 1,87 MEİ değeri hesaplanırken, dilin konturunda iki ayrı yerde daralma söz konusu olduğunda 2,67 MEİ değeri elde edilmiştir. Bu MEİ'nin daha ayrıntılı bir sonuç verdiğini göstermektedir. Zharkova vd.'nin (2017) vurguladığı gibi, düz bir çizgi üzerinde yapılan hesaplamaları temel alan ölçümlerden ziyade, dil konturu boyunca bütün noktaları alan MEİ gibi ölçümler gizli karşıtlıkları daha iyi ayırt edebilmektedir.

Modifiye Eğrilik İndeksi ve Prokrustes metriğini birlikte incelediğimizde, Prokrustesin daha çok sesletim yeri ile, MEİ'nin ise sesin ne kadar komplike olduğu, yani dilde birden fazla yerde daralma olması ile ilgili olduğunu söyleyebiliriz.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuç

Bu tez çalışmasına 12 kadın, 7 erkek olmak üzere 19 kişi katılmıştır. /r, l, j/ seslerinin incelenmesini amaçlayan çalışmada her bir ses sözcük başı ortası ve sonu olmak üzere üç farklı pozisyonda incelenmiştir. Ultrason görüntülerinden her bir sesin üç farklı pozisyonu ve farklı ünlü ortamları için toplam 4 resim karesi seçilmiştir. Bu resim karelerinden ilk kare dinlenme pozisyonu diğer üç kare ise konuşma sesinin pozisyonunu içerir.

İlk olarak hedef seslerin Modifiye Eğrilik İndeksi ve Prokrustes metriği değerleri ortalamaları farklı ünlü komşuluklarında betimlenmiştir. İncelediğimiz seslerde ilk olarak /r/ sesine bakıldığında sözcük başı pozisyonundayken en yüksek MEİ değerlerinin /o, u/ ünlülerinden önce olduğu görülmektedir. MEİ değerinin belirlenen sesin ne kadar kompleks hareketlere ihtiyaç duyduğu hakkında bilgi verdiği düşünüldüğünde, arka ünlülerden olan /o, u/ sesleriyle birlikte artiküle edildiğinde /r/ sesinin daha kompleks bir şekil aldığı söylenebilir. Stolar ve Gick'in (2013) belirttiği gibi kompleks hareketleri sadece ünsüzler değil ünlüler de etkilemektedir. Bu nedenle arka ünlülerden olan /o, u/ sesleriyle /r/ sesinin daha kompleks bir kontura sahip olduğu görülebilir. /l/ sesinin sözcük başı pozisyonunda /u, u/ ünlüleriyle MEİ değerinin yükseldiği dolayısıyla dil hareketinin daha kompleks bir kontura sahip olduğu söylenebilir. /u, u/ ünlüleri de hem yüksek hem de arka ünlülerdendir. Bunu göz önüne aldığımızda dış-ardı bir ses olan /l/ sesinin arka ünlülerle daha farklı bir kontura sahip olduğu anlaşılmaktadır. /j/ sesinin sözcük başı konumunda MEİ ortalama değerleri incelendiğinde ise diğer seslere göre daha düşük değerler göze çarpmaktadır. /j/ sesinin en yüksek MEİ ortalamaları /i/ ve /y/ sesinde görülmektedir. Bu ünlüler yüksek ve ön ünlülerdir. /j/ ünsüzünün damak sesi olduğu düşünüldüğünde yüksek ve ön ünlülerle daha komplike değerler elde edilmesi anlaşılır görünmektedir. Bazı kaynaklarda /j/ sesinin yarı ünlü olarak sınıflandırılması da MEİ ortalama değerlerinin uçlarda olmamasını açıklayabilir.

Sözcük ortası /r/ sesi incelendiğinde en yüksek MEİ ortalamalarının /u, i/ ünlüleriyle olduğu görülebilir. /u/ arka ve yüksek, /i/ ön ve yüksek bir ünlüdür. /r/ sesinin sözcük ortası /u/ ve /i/ ünlüsüyle daha komplike bir kontur oluşturduğu söylenebilir. /j/ sesinde yine /u/ ve /i/ yüksek ünlülerinin MEİ değerlerinin diğer ünlülerden daha yüksek olduğu görülmektedir. Özellikle hem ön hem yüksek ünlü olan /i/ sesinin MEİ değerleri diğer ünlülerden yüksek çıkmaktadır. /l/ sesinin sözcük ortası pozisyonuna bakıldığında,

özellikle en arka kalın ünlü olan /u/ ünlüsü ile beraber en yüksek MEİ değeri bulunmuştur. Bu durumda /u/ ünlüleri arasında [ɫ] sesbirimciğinin art damaksıllaşmış bir ünsüz olarak yer aldığını bu nedenle MEİ değerlerinin yükseldiğini söyleyebiliriz.

İncelenen Prokrustes ve Modifiye Eğrilik indeksi değerlerinin istatistiksel analiz sonuçlarına bakıldığında, MEİ değerlerinin sözcük ortası için ayırt ediciliğinin olmadığı, sözcük sonu için /r/ ve /l/, /r/ ve /j/ sesleri arasında anlamlı bir fark olduğu analiz sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Prokrustes metriği analiz edildiğinde sözcük başı pozisyonunda /r/ ve /l/ ve /r/ ve /j/ sesleri arasında anlamlı bir fark görülürken, /l/ ve /j/ sesleri arasında anlamlı bir fark saptanamadığı anlaşılmaktadır. Prokrustesin sesletim yeri ile, MEİ'nin ise sesin dilde birden fazla yerde daralma olması ile ilgili olduğunu söyleyebiliriz.

İki değer de kişilerin konuşma sesi bozuklukları için terapi sürecindeki takibi ve seslerin süreç içerisinde ne kadar değişiklik gösterdiğinin incelenmesi için kullanılabilir (Dawson vd., 2015). Terapi öncesi ve sonrasında belirlenen hedef seslerin ne kadar komplike sesler olduğu hakkında bize bilgi verebilir ve sesletimdeki sorunların kaynağının hangi hatadan kaynaklandığı ile ilgili hem iki boyutlu ultrason görüntüleriyle hem de MEİ ve Prokrustes metrikleriyle konuşma terapisi alanında kullanılabilir. Ultrason görüntülemesinde metrikleri kullanarak akustik analiz veya EPG gibi diğer yöntemlerle elde edilemeyecek artikülasyon örüntülerini ortaya çıkarmak mümkün olabilir (Zharkova vd., 2017). Dolayısıyla bu iki metriğin ve ultrason görüntülerinin klinik alanda da dilin kontrolü ile ilgili önemli bilgiler verdiği ve terapi sürecine de katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

5.2. Araştırmaya Yönelik Öneriler

Türkçe'de yetişkinlerle yapılan çalışmaların yanı sıra çocuklarla, terapi öncesi ve sonrasını karşılaştıran çalışmalar yapılabilir.

Bununla birlikte hem yetişkinlerle hem de çocuklarla inatçı konuşma sesi bozukluklarında hata örüntülerini bulmaya yönelik çalışmalara ağırlık verilebilir.

İleride yapılacak çalışmalarda hem akustik analiz hem de artikülasyon analizi karşılaştırmalı olarak incelenebilir.

Ultrason sadece konuşma seslerinin hareketsiz görüntülerini değil, dinamik görüntülerini de sunmaktadır. Bu nedenle önemli bir konu olan koartikülasyon üzerine

ileride çalışmalar yapılması ve koartikülasyonun konuşma sesi bozuklukları üzerine olan etkisinin araştırılması dil ve konuşma terapisi alanı için önemli görünmektedir.

5.3. Uygulamaya Yönelik Öneriler

Çalışma sırasında başlık kullanılması sebebiyle üç uzun listenin okutulması katılımcılar açısından zorluk teşkil edebilmektedir. Bu nedenle ileride yapılacak çalışmalarda sözcük listeleri kısaltılabilir veya liste sayısı azaltılabilir.

5.4. Sınırlılıklar

Görüntüleme için kullanılan ultrason cihazının resim kare hızı 38 fps ile sınırlıdır. Artikülasyon analizi ile birlikte akustik analiz yapılmamıştır.

KAYNAKÇA

- Ahn, S. (2018). The role of tongue position in laryngeal contrasts: An ultrasound study of English and Brazilian Portuguese. *Journal of Phonetics*, 71, 451-467.
- Barberena, L. d. S., Brasil, B. d. C., Melo, R. M., Mezzomo, C. L., Mota, H. B. ve Keske-Soares, M. (2014). Ultrasound applicability in speech language pathology and audiology. *the CoDAS*, 26(6):520-30.
- Bennett, R., Chiosáin, M. N., Padgett, J. ve McGuire, G. (2018). An ultrasound study of Connemara Irish palatalization and velarization. *Journal of the International Phonetic Association*, 48(3), 261-304.
- Bernhardt, B., Gick, B., Bacsfalvi, P. ve Ashdown, J. (2003). Speech habilitation of hard of hearing adolescents using electropalatography and ultrasound as evaluated by trained listeners. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 17(3), 199-216.
- Bernhardt, M. B., Bacsfalvi, P., Adler-Bock, M., Shimizu, R., Cheney, A., Giesbrecht, N. ve Radanov, B. (2008). Ultrasound as visual feedback in speech habilitation: Exploring consultative use in rural British Columbia, Canada. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 22(2), 149-162.
- Boyce, S. E., Hamilton, S. M. ve Rivera-Campos, A. (2016). Acquiring rhoticity across languages: An ultrasound study of differentiating tongue movements. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 30(3-5), 174-201.
- Bressmann, T., Radovanovic, B., Kulkarni, G. V., Klaiman, P. ve Fisher, D. (2011). An ultrasonographic investigation of cleft-type compensatory articulations of voiceless velar stops. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 25(11-12), 1028-1033.
- Bressmann, T., Harper, S., Zhylich, I., ve Kulkarni, G. V. (2016). Perceptual, durational and tongue displacement measures following articulation therapy for rhotic sound errors. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 30 (3-5), 345-362.
- Cangökçe Yaşar Ö, Tadihan-Özkan. E. ve Yaşar B. (2013). Evidence Based Practice: Use of Ultrasound Technology in /r/ Therapy. *the American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) Convention'da sunulan bildiri*. Chicago, Amerika Birleşik Devletleri.
- Carignan, C. (2018). Using ultrasound and nasalance to separate oral and nasal contributions to formant frequencies of nasalized vowels. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 143(5), 2588-2601.

- Chen, Y. ve Lin, H. (2011). Analysing Tongue Shape and Movement in Vowel Production Using SS ANOVA in Ultrasound Imaging. *the ICPHS'de sunulan bildiri*. Hong Kong: City Üniversitesi.
- Clark, J. ve Yallop, C. (1996). *An Introduction to Phonetics and Phonology* (2. Edition). Oxford: Blackwell Publishers,
- Cleland, J., Scobbie, J. M. ve Wrench, A. A. (2015). Using ultrasound visual biofeedback to treat persistent primary speech sound disorders. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 29(8-10), 575-597.
- Dawson, K. M., Tiede, M. K. ve Whalen, D. (2016). Methods for quantifying tongue shape and complexity using ultrasound imaging. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 30(3-5), 328-344.
- Derrick, D., Carignan, C., Chen, W., Shujau, M. ve Best, C. T. (2018). Three-dimensional printable ultrasound transducer stabilization system. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 144(5).
- Dikmen, İ. (2010). *Türkçe sözcük başı pozisyonundaki /l,r,j,v/ seslerinin akustik özelliklerinin incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Anadolu Üniversitesi: Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Ertan, E. (2011). *Türkçe'deki sürtünmeli seslerin akustik özelliklerinin belirlenmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Anadolu Üniversitesi: Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Gick, B., Bacsfalvi, P., Bernhardt, B. M., Oh, S., Stolar, S. ve Wilson, I. (2007). A motor differentiation model for liquid substitutions in children's speech. *the Proceedings of Meetings on Acoustics'* de sunulan bildiri. Madrid, İspanya.
- Gick, B., Bird, S. ve Wilson, I. (2005). Techniques for field application of lingual ultrasound imaging. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 19(6-7), 503-514.
- Gower, J. C. (1975). Generalized procrustes analysis. *Psychometrika*, 40(1), 33-51.
- Hamilton, S. M. ve Boyce, S. (2013). *Describing the pharyngeal constriction gesture in Turkish rhotics* Ultrafest'de sunulan bildiri. Edinburgh, UK: Edinburgh Üniversitesi.
- Hermant, N., Perrier, P., ve Payan, Y. (2017). Human tongue biomechanical modeling. *In Biomechanics of Living Organs* içinde (s. 395-411). Academic Press.
- Howson, P., Komova, E. ve Gick, B. (2014). Czech trills revisited: An ultrasound EGG and acoustic study. *Journal of the International Phonetic Association*, 44(2), 115-132.

- Kaçar, D. (2011). *Anlamsız sözcük tekrarı testi geliştirme çalışması: özgül dil bozukluğu olan çocuklarla ön çalışma bulguları*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Anadolu Üniversitesi: Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Klein, H. B., Byun, T. M., Davidson, L. ve Grigos, M. I. (2013). A multidimensional investigation of children's/r/productions: Perceptual, ultrasound, and acoustic measures. *American Journal of Speech-Language Pathology*. 22(3), 540-553.
- Kochetov, A., Pouplier, M. ve Truong, S. (2013). A preliminary ultrasound study of Nepali lingual articulations. *the Proceedings of Meetings on Acoustics*'de sunulan bildiri. Montreal, Kanada.
- Kochetov, A., Sreedevi, N., Kasim, M. ve Manjula, R. (2012). A pilot ultrasound study of Kannada lingual articulations. *Journal of Indian Speech and Hearing Association*, 26, 38-49.
- Kochetov, A., Sreedevi, N., Kasim, M. ve Manjula, R. (2014). Spatial and dynamic aspects of retroflex production: An ultrasound and EMA study of Kannada geminate stops. *Journal of Phonetics*, 46, 168-184.
- Kopkallı-Yavuz, H. (2012). Turkish Consonants. (Ed. Z. Balpınar), *Turkish Phonology and Morphology* içinde. Eskişehir Anadolu Üniversitesi.
- Kopkallı-Yavuz, H. (2010). The sound inventory of Turkish: consonants and vowels. *Communication disorders in Turkish*, 27-47.
- Ladefoged, P. (1975). *A Course in Phonetics*. ABD: Harcourt BJ Inc.
- Ladefoged, P. ve Maddieson, I. (1996). *The sounds of the world's languages*. Oxford: Blackwell.
- Lapinskaya, N. (2013). An explanatory ultrasound investigation of emphatic articulation in Cairene Arabic. *the Ultrafest*'de sunulan bildiri. Edinburgh, UK: Edinburgh Üniversitesi.
- Lee-Kim, S. I., Davidson, L. ve Hwang, S. (2013). Morphological effects on the darkness of English intervocalic /l/. *Laboratory Phonology*, 4(2), 475-511.
- MATLAB and Statistics Toolbox Release R2019b, The MathWorks, Inc., Natick, Massachusetts, Amerika Birleşik Devletleri.
- McLeod, S. ve Singh, S. (2009). *Speech sounds: A pictorial guide to typical and atypical speech*. San Diego CA: Plural Publishing.

- Ménard, L., Aubin, J., Thibeault, M. ve Richard, G. (2012). Measuring tongue shapes and positions with ultrasound imaging: A validation experiment using an articulatory model. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 64(2), 64-72.
- Preston, J. L. ve Leaman, M. (2014). Ultrasound visual feedback for acquired apraxia of speech: A case report. *Aphasiology*, 28(3), 278-295.
- Probst, R., Grevers, G. ve Iro, H. (2011). *Temel Otorinolaringoloji: Adım Adım öğrenme rehberi*. (Çev: F. Kasapoğlu). İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri.
- Proctor, M. (2011). Towards a gestural characterization of liquids: Evidence from Spanish and Russian. *Laboratory Phonology*, 2(2), 451-485.
- Proctor, M. I. (2009). *Gestural characterization of a phonological class: The liquids*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Connecticut: Yale Üniversitesi.
- Python Software Foundation. Python Language Reference, versiyon 2.7.
- Rivera-Campos, A. ve Boyce, S. (2013). Describing alternative articulations of the Spanish trill /r/ by ultrasound technology. *the Proceedings of Meetings on Acoustics* 'de sunulan bildiri. Kanada: Montreal.
- Roxburgh, Z., Scobbie, J. M. ve Cleland, J. (2015). Articulation therapy for children with cleft palate using visual articulatory models and ultrasound biofeedback. *Proceedings of the 18th International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS)*'da sunulan bildiri. Glasgow, UK: Glasgow Üniversitesi.
- Ryalls, J. H. ve Behrens, S. (2000). *Introduction to speech science: From basic theories to clinical applications*: Allyn & Bacon.
- Scobbie, J. M. ve Punnoose, R., Khattab, G. (2013). Articulating five liquids: A single speaker ultrasound study of Malayalam. L. Spreafico ve A. Vietti (Editörler), *Rhotics New data and perspectives* içinde (s. 99–124). Bolzano: Bolzano University Press.
- Selen, N. (1979). *Söyleyiş sesbilimi, akustik sesbilim ve Türkiye Türkçesi* (Vol. 454) Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi.
- Sjolie, G. (2015). *Effects of Ultrasound as Visual Feedback of the Tongue on Generalization, Retention, and Acquisition in Speech Therapy for Rhotics*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. New York: Syracuse Üniversitesi.
- Sproat, R. ve Fujimura, O. (1993). Allophonic variation in English /l/ and its implications for phonetic implementation. *Journal of Phonetics*, 21, 291-311.

- Stolar, S. ve Gick, B. (2013). An index for quantifying tongue curvature. *Canadian Acoustics*, 41(1).
- Stone, M. (2005). A guide to analysing tongue motion from ultrasound images. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 19(6-7), 455-501.
- Stone, M., ve Davis, E. P. (1995). A head and transducer support system for making ultrasound images of tongue/jaw movement. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 98(6), 3107-3112.
- Tabain, M. ve Beare, R. (2018). An ultrasound study of coronal places of articulation in Central Arrernte: Apicals, laminals and rhotics. *Journal of Phonetics*, 66, 63-81.
- Turton, D. (2014). Some /l/s are darker than others: accounting for variation in English/l/with ultrasound tongue imaging. *University of Pennsylvania Working Papers in Linguistics*, 20(2), 21.
- Türk Dil Kurumu. (2011). *Büyük Türkçe sözlük*. Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.
- Wrench, A. A. (2016). Ultrasound Technology: Overview, Use, & Safety Considerations. *ASHA'da sunulan bildiri*. Philadelphia, PA.
- Wrench, A. A. (2018). Ultrasound Tutorial.
<http://www.articulateinstruments.com/ultrasound-imaging/?target=Echo%20B>
(Erişim tarihi: 05.12.2019)
- Yorgancı-Şencan, N. (2000). *Contrastive Analysis of Turkish and English Phonemes*. Ankara: Gündüz Yayıncılık.
- Zharkova, N. (2007). *An investigation of coarticulation resistance in speech production using ultrasound*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Edinburgh: Queen Margaret Üniversitesi.
- Zharkova, N. (2013). Using ultrasound to quantify tongue shape and movement characteristics. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*. 50(1), 76-81.
- Zharkova, N. (2016). Ultrasound and acoustic analysis of sibilant fricatives in preadolescents and adults. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 139(5), 2342-2351.
- Zharkova, N., Gibbon, F. E. ve Lee, A. (2017). Using ultrasound tongue imaging to identify covert contrasts in children's speech. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 31(1), 21-34.

EKLER

EK-1: Katılımcı Listesi

Gönüllü No	Cinsiyet	Yaş	Boy	Kilo	VKI
1	E	30	1,84	82	24,22
2	E	57	1,69	85	29,76
3	K	33	1,69	65	22,76
4	K	40	1,58	62	24,84
5	K	26	1,59	60	23,73
6	E	31	1,63	76	28,60
7	K	37	1,67	64	22,95
8	K	23	1,50	46	20,44
9	E	39	1,70	85	29,41
10	E	66	1,80	80	24,69
11	K	24	1,67	61	21,87
12	K	38	1,62	57	21,72
13	K	23	1,68	80	28,34
14	K	28	1,59	70	27,69
15	K	23	1,60	65	25,39
16	E	20	1,70	75	25,95
17	K	57	1,72	72	24,34
18	K	52	1,63	69	25,97
19	E	37	1,84	81	23,92

EK-2: Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

‘Dil ve Konuşma Terapisinde Ultrasonun Tanı ve Terapideki Yeri’ çalışmasında Türkçe’deki bazı konuşma sesleri ultrason cihazı kullanılarak ve ses kaydı alınarak incelenecektir. Çalışmanın amacı Türkçe konuşma seslerinin görünmeyen özelliklerini ağız içinin görüntülenmesini sağlayan ultrason cihazı ile incelemek ve dil hareketlerinin betimlemektir. Bu amaçla ultrason ile görüntü ve mikrofonla ses kaydı alınacaktır. Size sunulan sözcükleri okumanız istenecektir. Kayıtların yaklaşık 20 dakika sürmesi ve 20 gönüllüden veri toplanması planlanmaktadır.

- Bu çalışmaya katılımınız gönüllülük esasına dayanmaktadır.
- Çalışmanın amacı doğrultusunda, niteliksel araştırma yapılarak sizden veriler toplanacaktır.
- İsminizi yazmak ya da kimliğinizi açığa çıkaracak bilgi vermek zorunda değilsiniz /araştırmada katılımcıların isimleri gizli tutulacaktır.
- Araştırma kapsamında toplanan veriler, sadece bilimsel amaçlar doğrultusunda kullanılacak, araştırmanın amacı dışında ya da bir başka araştırmada kullanılmayacak fakat gerekmesi halinde, sizin (yazılı) izniniz olmadan başkalarıyla paylaşılmayacaktır.
- İsteminiz halinde sizden toplanan verileri inceleme hakkınız bulunmaktadır.
- Sizden toplanan veriler numaralandırma yöntemi ile korunacak ve araştırma bitiminde arşivlenecek veya imha edilecektir.
- Veri toplama sürecinde size rahatsızlık verebilecek herhangi bir talep olmayacaktır. Yine de katılımınız sırasında herhangi bir sebepten rahatsızlık hissederseniz çalışmadan istediğiniz zaman ayrılabilirsiniz. Çalışmadan ayrılmanız durumunda sizden toplanan veriler çalışmadan çıkarılacak ve imha edilecektir.

Bilgilendirilmiş gönüllü olur formunu okumak ve değerlendirmek üzere ayırdığınız zaman için teşekkür ederiz. Çalışma hakkındaki sorularınızı Anadolu Üniversitesi Dil ve Konuşma Terapistliği doktora öğrencisi F. Işıl Başaran’a iletebilirsiniz.

Araştırmacı Adı: F. Işıl Başaran
Danışman: Doç. Dr. Müzeyyen Çiyiltepe
Adres: Anadolu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi
Yunus Emre Kampüsü / Tepebaşı-ESKİŞEHİR
E-posta: fisilayure@gmail.com

Bu çalışmaya hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın tamamen kendi rızamla, istediğim takdirde çalışmadan ayrılabileceğimi bilerek katılmayı kabul ediyorum.

Bilgi Veren Araştırmacı

Katılımcı Adı Soyadı:

Adı Soyadı:

İmza:

İmza:

Tarih:

EK-3: Bilgi Formu

BİLGİ FORMU

Tarih:

Adı Soyadı:

Doğum Tarihi:

Doğum Yeri:

Kilo:

Boy:

VKİ:

Büyüdüğüz Şehirler:

Annenizin Ana Dili:

Babanızın Ana Dili:

Büyürken evinizde konuşulan diller:

Bildiğiniz yabancı dil(ler) ve seviyesi:

Türkiye dışında başka bir ülkede yaşadınız mı, yaşadıysanız ne kadar süre kaldınız?

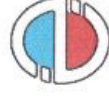
.....

EK-4: Anadolu Üniversitesi Etik Kurul Kararı

Evrak Kayıt Tarihi: 14.06.2017

Protokol No: 70337

Tarih: 20.06.2017



ANADOLU ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ KURULU
KARAR BELGESİ

ÇALIŞMANIN TÜRÜ:	Doktora Tez Çalışması
KONU:	Sağlık Bilimleri
BAŞLIK:	Dil ve Konuşma Terapisinde Ultrasonun Tanı ve Terapideki Yeri
PROJE/TEZ YÜRÜTÜCÜSÜ:	Doç. Dr. Müzeyyen ÇİYİLTEPE
TEZ YAZARI:	Fatma Işıl YARAR
ALT KOMİSYON GÖRÜŞÜ:	-
KARAR:	Olumlu
Prof.Dr. Z. Asım KAPLANÇIKLI (Başkan-Rektör Yardımcısı)	
Prof.Dr. Yusuf ÖZTÜRK (Başkan Yardımcısı-Eczacılık Fak.)	Prof.Dr. Dilek AK (Eczacılık Fak.)
Prof.Dr. Betül DEMİRCİ (Eczacılık Fak.)	Prof.Dr. Müzeyyen DEMİREL (Eczacılık Fak.)
Prof.Dr. Nalan GÜNDOĞDU KARABURUN (Eczacılık Fak.)	Prof.Dr. İlker YILMAZ (Spor Bilimleri Fak.)

EK-5: Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Etik Kurul Kararı

<p style="text-align: center;">ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU BAŞKANLIĞI KARAR FORMU</p>
<p>Karar Tarihi: 21 Kasım 2018</p> <p>Karar Sayısı: 10</p>
<p>Anadolu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dil ve Konuşma Terapisi Bölümü Doç.Dr.Müzeyyen ÇİYİLTEPE (Doktora Tez Danışmanı) sorumluluğunda yürütülen “Dil ve Konuşma Terapisinde Ultrasonun Tanı ve Terapideki Yeri” başlıklı çalışmanın yapılmasının uygun olduğuna oy birliğiyle karar verilmiştir. Çalışmanızda başarılar dileriz.</p>

ASLI

Eskişehir
Klinik Ar

()