



Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

Türk Dili ve Edebiyatı Anabilim Dalı

Türk Dili Bilim Dalı

**TÜRKÇE KONUŞMA DİLİNDE DUYGUSAL PROZODİ VE SÖZEL
BİRLEŞENLERİN İNCELENMESİNE YÖNELİK
NÖRODİLBİLİMSEL BİR İNCELEME**

Zeynep Zeliha BAYAZIT

Doktora Tezi

Ankara, 2018

TÜRKÇE KONUŞMA DİLİNDE DUYGUSAL PROZODİ VE SÖZEL BİRLEŞENLERİN
İNCELENMESİNE YÖNELİK NÖRODİLBİLİMSEL BİR İNCELEME

Zeynep Zeliha BAYAZIT

Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

Türk Dili ve Edebiyatı Anabilim Dalı

Türk Dili Bilim Dalı

Doktora Tezi

Ankara, 2018

KABUL VE ONAY

Zeynep Zeliha BAYAZIT tarafından hazırlanan "Türkçe Konuşma Dilinde Duygusal Prozodi ve Sözel Bileşenlerin İncelenmesine Yönelik Nörodilbilimsel Bir İnceleme" başlıklı bu çalışma 30.05.2018 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof.Dr.Zeki GÖKÇİL (Başkan).....

Prof.Dr.Nesrin BAYRAKTAR ERTEN (Danışman).....

Prof.Dr.Şükrü Haluk AKALIN.....

Prof.Dr.Hülya KASAPPOĞLU ÇENGEL.....

Doç.Dr.Ömer KARADAŞ.....

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof.Dr.Musa Yaşar SAĞLAM

Enstitü Müdürü

BİLDİRİM

Hazırladığım tezin/raporun tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt eder, tezimin/raporumun kâğıt ve elektronik kopyalarının Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım:

- Tezimin/Raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.
- Tezim/Raporum sadece Hacettepe Üniversitesi yerleşkelerinden erişime açılabilir.
- Tezimin/Raporumun yıl süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.

30.05.2018

Zeynep Zeliha BAYAZIT

Bu tez çalışması, 1649B031304128 No'lu TÜBİTAK 2211/A Genel Yurtiçi Doktora Burs Programı kapsamında desteklenmiştir.

Bu tez çalışması, 1059B141600335 No'lu "Türkçe Konuşma Dilinde Duygusal Prozodi ve Sözel Bileşenlerin İncelenmesine Yönelik Nörodilbilimsel Bir İnceleme" başlıklı TÜBİTAK 2214/A Yurt Dışı Doktora-Sırası Burs Programı kapsamında İndiana Üniversitesinde (ABD) gerçekleştirilen araştırmalar çerçevesinde desteklenmiştir.

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

- Tezimin/Raporumun tamamı dünya çapında erişime açılabilir ve bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir.**
- Tezimin/Raporumuntarihine kadar erişime açılmasını ve fotokopi alınmasını (İç Kapak, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) istemiyorum.**
- Tezimin/Raporumun.....tarihine kadar erişime açılmasını istemiyorum ancak kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisinin alınmasını onaylıyorum.**
- Serbest Seçenek/Yazarın Seçimi**

30 /05/2018

Zeynep Zeliha BAYAZIT

ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında zgn olduğunu, Tez Danışmanının **Prof. Dr. Nesrin BAYRAKTAR ERTEN** danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.

30/05/2018

Zeynep Zeliha BA YAZIT

TEŞEKKÜR

Doktora öğrenimim süresince ve bu araştırmanın başından sonuna kadar çalışmama ışık tutan, bu çalışma konusunda beni destekleyen ve yönlendiren değerli danışmanım Prof. Dr. Nesrin BAYRAKTAR ERTEN'e; tezimin her aşamasında katkısı olan, rehberliği, emeği, tezimi incelemedeki titizliği, kazandırdığı araştırmacı duyarlılığı ve çok daha fazlası için ikinci danışmanım Uzm. Dr. Ali Rıza SONKAYA'ya çok teşekkür ederim. Görüşleri ve önerileri ile araştırmama destek veren ve kendilerinden sürekli bir şeyler öğrendiğim değerli hocalarım Prof. Dr. Sharlene D. NEWMAN ve Prof. Dr. Ülkü ÇELİK ŞAVK' a; tezimin yöntem ve verilerini çözümleme aşamasında önerilerini ve desteklerini esirgemeyen değerli Dr. Shelby S. PUTT'a teşekkürü borç bilirim. Bu araştırmaya katkıda bulunan değerli katılımcılara ve doktora dönemimde hem yurtiçi hem de yurt dışı araştırmalarım süresince maddi olarak beni destekleyen TÜBİTAK'a ayrıca teşekkür ederim.

Son olarak değerlendirmeleriyle beni güdüleyen ve yüreğinden desteğini benden hiç esirgemeyen aileme ve yardımlarıyla hep yanımda olan değerli dostum Hicran ARSLAN' a sonsuz teşekkür ederim.

Zeynep Zeliha BAYAZIT

Mayıs, 2018

ÖZET

BAYAZIT, Zeynep Zeliha. *Türkçe Konuşma Dilinde Duygusal Prozodi ve Sözel Bileşenlerin İncelenmesine Yönelik Nörodilbilimsel Bir İnceleme*, Doktora Tezi, Ankara, 2018.

Prozodinin iletişimsel boyutlarından biri olan ve duyguların konuşmaya aktarılmasını ifade eden duygusal prozodi ses rengi bileşeni, duygu durumu ve prozodik anlamın sezdirilmesinde anahtar rol oynamaktadır. Bu anlamda sözlü dilin etkili bir şekilde kullanılması, konuşmada yansıtılmak istenen anlamın yapılandırılması ve doğru iletişimin sağlanabilmesi açısından bu dizge oldukça önemli bir işlev üstlenmektedir. Sözlü iletişimdeki kritik rolü nedeniyle dilbilim, tıp, bilgisayar bilimleri vb. gibi pek çok disiplinle ilişkili olan duygusal prozodi dizgesinin beyindeki işleyişinin bilinmesi hem dil gelişimi hem yabancı dil öğretimi hem de sözlü iletişim güçlüğü yaşayan bireylerin klinik değerlendirmesinde uygun yaklaşımların belirlenmesine katkı sağlayacaktır. Bu düşünceden hareketle, Türkçe konuşma dilinde duygusal prozodi ve sözel bileşenlerin beyindeki lokalizasyonunun belirlenmesine yönelik yapılan bu disiplinler arası çalışmada, son zamanlarda dikkat çekmeye başlayan ancak kullanımı henüz yaygınlaşmamış bir beyin görüntüleme yöntemi olan fNIRS (Functional Near Infrared Spectroscopy) tekniğinden yararlanılmıştır.

Çalışmaya 20 Türkçe ve 20 İngilizce anadili konuşuru sağlıklı birey katılmıştır. Türkçe konuşma dilinde duygusal prozodinin beyindeki lokalizasyonu belirlemek amacıyla katılımcılara duygusal prozodi üretim ve işitsel uyaranlar testi uygulanmıştır. Eş zamanlı olarak da beyinde oluşan aktivasyonu ölçmek için fNIRS kaydı alınmıştır. Çalışmamızda elde edilen bulgular, duygusal değerliliğe bakılmaksızın Türkçede konuşma prozodisinin üst temporal girus, primer ve sekonder işitme korteksinin uzandığı orta temporal girus ve temporal sulkusu kapsayan üst temporal kortekste kodlandığını göstermiştir. Ayrıca bulgularımız mutlu, korku ve sinirli duygu durumlarını yansıtan Türkçe konuşma prozodisinin sol inferior frontal girusta yer alan pars triangularis (Brodmann Alanı 45) ve frontal göz alanlarında (Brodmann Alanı 8) yüksek aktivasyon göstermiştir.

Gerek yöntemsel açıdan gerekse nörodilbilimsel açıdan Türkçeye ilişkin literatürde öncü araştırmalardan biri olma niteliği taşıyan bu çalışma, Türkçe konuşma dilinde duygusal prozodinin dil sisteminin bütünüyle ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca verilerimiz

Türkçe konuşma dilinde duygusal prozodinin beyin her iki yarım küresinde de çift yönlü olarak işlemlendiğini göstermiştir.

Anahtar sözcükler

Türkçe Duygusal Prozodi, Beyin lokalizasyonu, Nörodilbilim, fNIRS.

ABSTRACT

BAYAZIT, Zeynep Zeliha. *A Neurolinguistic Analysis of the Recognition of Emotional Prosody and Verbal Components of Turkish Spoken Language*, Ph.D Dissertation, Ankara, 2018.

Emotional prosody which is one of the communicative elements of prosody and transferring emotions to spoken language, has a key role implication of timbre component, mood sense, and prosodic content. For this reason, it serves a highly important functions for sense, the meaning to be reflected, and ability to provide effective communication. Due to its crucial role in verbal communication, it has a critical relationship within many disciplines such as linguistics, medicine, computer sciences, etc. Thus the knowledge of how the prosody sequence works in the brain will contribute to both language development and foreign language teaching as well as clinical evaluation of individuals with verbal communication difficulty. From this point of view, the current study takes an interdisciplinary perspective to address the investigation of brain localization of emotional prosody and verbal components of spoken Turkish. In accordance with this purpose, the fNIRS technique was used. fNIRS has recently become popular as an emerging optical imaging technique for studying human brain function. However, it is still not widespread compared to other neuroimaging techniques.

This study was conducted on both 20 healthy native speakers of Turkish and English. Emotional prosody production and auditory stimulus tasks were performed to determine the brain localization of emotional prosody and verbal components of the Turkish spoken language. Participants were recorded by using fNIRS while performing emotional prosody production and auditory stimulus tasks to measure the brain activation.

Our results showed superior temporal gyrus, middle temporal gyrus, which includes primary and secondary auditory cortex, and superior temporal cortex, which comprises of temporal sulcus, were strongly activated by prosodies irrespective of emotional valence. Our findings also demonstrated left inferior frontal gyrus which comprises of pars triangularis; (Brodmann Area 45) and the frontal eye field (Brodmann Area 8) were significantly activated for happy, angry, and fearful prosodies in spoken Turkish.

This study, which takes a leading part both in terms of methodology and neurolinguistics in Turkish literature, reveals that the emotional prosody of spoken Turkish is totally

related to the language system and it is processed bilaterally in the cerebral hemispheres.

Key words

Turkish emotional prosody, brain localization, Neurolinguistics, fNIRS.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KABUL VE ONAY	i
BİLDİRİM.....	ii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
İÇİNDEKİLER	xi
TABLOLAR DİZİNİ	xiv
ŞEKİLLER DİZİNİ	xv
GİRİŞ.....	1
1. BÖLÜM: KURAMSAL ÇERÇEVE	8
1.1. Nörodilbilim ve Çalışma Alanları	8
2.1.1. Nörodilbilim ve Türk Dili	10
1.2. Beyin ve Dil.....	12
1.2.1. Beynin Yapısı	12
1.2.2. Dilin Beyindeki Yerleşimi.....	22
1.2.2.1. Sol Yarımküre ve Dil Fonksiyonları	26
1.2.2.2. Sağ Yarımküre ve Dil Fonksiyonları.....	28
1.2.3. Dilin Bileşenleri ve Beyindeki İşlenmesi.....	29
1.2.3.1.Sesbilimsel Bileşen.....	30
1.2.3.2. Sözdizimsel Bileşen	31
1.2.3.3. Anlambilimsel Bileşen	32
1.2.4. Dil Sisteminin İşleme Süreci.....	33
1.3. Prozodi	36
1.3.1. Türk Dilinin Prozodik Özellikleri	39
1.3.2. Prozodinin Beyindeki İşlenişi.....	41
1.3.3. Prozodinin İletişimsel Boyutları	45
1.3.3.1. Gramatik (Entrensek, Linguistik) Prozodi	45
1.3.3.2. Şivesel ve İdyosenkratik Prozodi	46

1.3.3.3. Pragmatik (Entellektüel) Prozodi.....	46
1.3.3.4. Duygusal (Emosyonel) Prozodi.....	46
1.4. Nörogörüntüleme Yöntemi.....	48
1.4.1. Fonksiyonel Yakın Kızılötesi İşaretleme (fNIRS).....	48
1.4.2. fNIRS Çalışma Prensipleri	51
2. BÖLÜM: YÖNTEM	52
2.1. Çalışma Grubu.....	53
2.2. Duygusal Prozodi Üretiminde Kullanılan Stimuli ve Değerlendirme	53
2.3. Duygusal Prozodi Tanımda Kullanılan İşitsel Stimuli ve Değerlendirme	54
2.4. fNIRS ve Uygulama Prosedürü.....	56
2.5. fNIRS Verilerinin Kaydı	58
2.6. Verilerin İşlenmesi	61
2.7. Verilerin İstatistiksel Analizi	62
2.8. fNIRS Dalga Formlarının Görselleştirilmesi.....	63
3. BÖLÜM: BULGULAR.....	64
3.1. Duygusal Prozodi Üretimi Deney Koşullarının Temel Etkisi.....	65
3.1.2. Çift Yönlü Karşılaştırmaların İzlenmesi.....	68
3.1.2.1. Türkçe Anadili Konuşurları> Yabancı Dil Olarak Türkçe Öğrenenler Karşılaştırması.....	68
3.1.2.2. Prozodi> Sessiz Ortam Karşılaştırması.....	69
3.1.2.3. Pozitif Prozodi> Negatif Prozodi Karşılaştırması.....	71
3.1.2.4. Mutlu Duygu Durum Prozodisi> Nötr Prozodi Karşılaştırması.....	72
3.1.2.5. Kızgın Duygu Durum Prozodisi> Nötr Prozodi Karşılaştırması.....	73
3.1.2.6. Korku Duygu Durum Prozodisi> Nötr Prozodi Karşılaştırması.....	73
3.2. İşitsel Uyarın Deney Koşullarının Temel Etkisi	74
3.2.1. Çift Yönlü Karşılaştırmaların İzlenmesi.....	77
3.2.1.1. Türkçe Anadili Konuşurları> Türkçeyi Yabancı Dil Olarak Öğrenenler Karşılaştırması.....	77

3.2.2.2. Prozodi> sessiz ortam karşılaştırması	78
3.2.2.3. Duygusal Prozodi> Nötr Prozodi Karşılaştırması	80
3.2.2.4. Pozitif Prozodi> Negatif Prozodi Karşılaştırması	81
3.2.2.5. Mutlu Duygu Durum Prozodisi> Nötr Prozodi Karşılaştırması	82
3.2.2.6. Kızgın Duygu Durum Prozodisi> Nötr Prozodi Karşılaştırması	82
3.2.2.7. Korku Duygu Durum Prozodisi> Nötr Prozodi Karşılaştırması	83
SONUÇ VE TARTIŞMA.....	83
KAYNAKÇA.....	89
EKLER	107
EK 1. Orijinallik Raporu.....	106
EK 2. Etik Kurul Formu	1077
EK 3. Katılımcı Bilgilendirme Formu	1132
EK 4. Aydınlatılmış Gönüllü Formu.....	1165
EK 5. Duygusal Prozodi Üretiminde Kullanılan Stimuli ve Değerlendirme	1176
EK 6. İşitsel uyaran deney koşullarında Kullanılan Stimuli ve Değerlendirme	1187
EK 7. Katılımcı Değerlendirme Ölçeği.....	1198

TABLolar DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 1. MNI koordinatları ve fNIRS kanallarının korteks bölgesi	60
Tablo 2. Sessiz ortam, nötr, korku, mutlu ve kızgın duygusal prozodi deney koşulları boyunca farklı aktivasyon paternleri gösteren beyin bölgeleri	66
Tablo 3. 54 kanalın bireyler arasındaki beta değerlerinin standart sapması	67
Tablo 4. İşitsel uyarılara tepki olarak sessiz ortam, nötr, korku, mutlu ve kızgın duygusal prozodi deney koşulları boyunca farklı aktivasyon paternleri gösteren beyin bölgeleri	75
Tablo 5. İşitsel uyarılara tepki olarak 54 kanalın bireyler arasındaki beta değerlerinin standart sapması	76

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1. Nöronun Yapısı.....	13
Şekil 2. Beynin Yapısı	15
Şekil 3. Brodmann Alanları.....	17
Şekil 4. Beyin yarım küreleri ve işlevleri.....	19
Şekil 5. Beyin Lobları.....	21
Şekil 6. Dil işlemlerde görev üstlenen bölgeler	25
Şekil 7. fNIRS cihazından kayıt alınması.....	50
Şekil 8. Elektromanyetik Spektrumda Yer Alan Kızılötesi Işığın Dalga Boyu	51
Şekil 9. fNIRS çalışma prensibi.....	52
Şekil 10. Duygusal prozodi üretimi uygulama prosedürü	54
Şekil 11. İşitsel stimuli uygulama prosedürü	56
Şekil 12. NIRS-EEG kepi.....	57
Şekil 13. Uygulama Prosedürünün genel görünüşü	58
Şekil 14. EEG 10/5 sistemine göre optodların yerleşimi.	59
Şekil 15. Emitörler	59
Şekil 16. Sessiz ortam, nötr, korku, mutlu ve kızgın duygusal prozodi deney koşulları boyunca farklı aktivasyon paternleri gösteren beyin bölgelerinin F-istatistik haritası.	65
Şekil 17. Türkçe anadili konuşurlarının korku, kızgın, mutlu ve nötr prozodileri seslendirmeleri sırasında beyinde oluşan $\Delta[\text{HbO}]$ ve $\Delta[\text{Hb}]$ zaman aralığı.	68
Şekil 18. Korku, kızgın, mutlu ve nötr prozodilerin sesletimi sırasında beyinde aktive olan $\Delta[\text{HbO}]$ ve $\Delta[\text{Hb}]$ zaman aralığı.	70
Şekil 19. Pozitif ve negatif prozodilerin üretimi sırasında beyinde oluşan $\Delta[\text{HbO}]$ ve $\Delta[\text{Hb}]$ zaman aralığı.	72
Şekil 20. Kızgın ve nötr prozodilerin üretimi sırasında beyindeki $\Delta[\text{HbO}]$ ve $\Delta[\text{Hb}]$ zaman aralığı.....	73
Şekil 21. İşitsel uyarılara yanıt olarak sessiz ortam, nötr, korku, mutlu ve kızgın duygusal prozodi deney koşulları boyunca farklı aktivasyon paternleri gösteren beyin bölgelerinin F-istatistik haritası.	74
Şekil 22. Türkçe anadili konuşurlarının korku, kızgın, mutlu ve nötr prozodilere yanıt olarak beyindeki $\Delta[\text{HbO}]$ ve $\Delta[\text{Hb}]$ zaman aralığı.	77

Şekil 23. Korku, kızgın, mutlu ve nötr prozodilere cevap olarak $\Delta[\text{HbO}]$ ve $\Delta[\text{Hb}]$ zaman aralığı.....	79
Şekil 24. Korku, kızgın, mutlu ve nötr prozodilere cevap olarak $\Delta[\text{HbO}]$ ve $\Delta[\text{Hb}]$ zaman aralığı.....	81
Şekil 25. Korku, kızgın, mutlu ve nötr prozodilere cevap olarak beyinde oluşan $\Delta[\text{HbO}]$ ve $\Delta[\text{Hb}]$ zaman aralığı.....	82
Şekil 26. Kızgın ve nötr prozodilere cevap olarak beyindeki $\Delta[\text{HbO}]$ ve $\Delta[\text{Hb}]$ zaman aralığı.....	83

GİRİŞ

Üretimsel-dönüşümlü dilbilim kuramının kurucusu Chomsky her insanın bir dil yetisiyle diğer bir söylemle bir dili edinebilme ve kullanabilme yetisiyle doğduğunu ifade etmiştir (Chomsky, 2014). İnsan doğuştan gelen bu dil yetisini, biyolojik ve zihinsel gelişimiyle paralel olarak doğal süreç içerisinde kullanmaya başlar. Dilin temel işlevi bireyler arasında iletişimi sağlamak olduğundan, Türk Dili ve Edebiyatı eğitiminin en önemli amaçlarından biri de bireyin iletişim becerilerini en üst seviyeye çıkarmaktır. Bu becerilerden konuşma, insanın doğumundan itibaren içinde bulunduğu ortamdan kazandığı ve bütün yaşamı boyunca kullandığı en etkili iletişim aracıdır.

Konuşma becerisi en yalın şekilde konuşucunun amacı ve sezdirmeleriyle dinleyicinin çıkarımlarının toplamı olarak tanımlanabilir (İ Ergenç, 2008). Bu beceri sadece seslerin belirli tonlarda çıkartılmasının ötesinde değişik anlamlar taşıyan ve aktarım sağlayan bir nitelik göstermektedir. Bu anlamda, konuşmanın yapaylıktan kurtarılarak doğal, gerçekçi ve çıkarımlama yapılabilir hale getirilmesinde tonlama, vurgulama ve cümlelerin anlamlı gruplar şeklinde iletilmesinin doğrudan belirleyici bir özellik taşıdığı söylenebilir. Breznitz (2006)'e göre bütün bu vurgulama, tonlama ve anlam grupları ile ifade etme prozodi (prosody) kavramı ile açıklanmaktadır (Breznitz, 2006).

Prozodi, sözcük seçimi ve sözcük sıralaması ile iletilenin ötesinde, dilin bilgi aktaran parçalar üstü (supra segmental) bir özelliğidir. Ses perdesi, ses yüksekliği, ses rengi, tonlama, melodi, tempo, kadans, vurgu, aksan ve duraklamaların zamanlaması prozodinin kapsadığı akustik özelliklerdir (TÜRKBAY & Cöngöloğlu, 2007). Prozodik öğelerin düzenlenmesi insan dilinin edinim ve gelişiminin erken dönemlerinde ortaya çıkmaktadır. Ağlamasının tonuna göre bebeğin niçin ağladığını annesinin sezinmesi buna örnek olarak gösterilebilir (Ross, 2000).

Prozodi; semantik, sentaks, morfoloji ve pragmatik gibi dilin diğer bileşenleri ile de sürekli etkileşim içindedir. Dilin melodisi ve musikisi olarak kabul edilen prozodinin hem anlaşılması hem de sergilenmesinin öğrenilmesi ise gelişim sürecinde uzun zaman almaktadır. Monrad-Krohn (1948) prozodiyi; gramatik (enterensek, linguistik), şivesel-idyosenkratik, pragmatik (entelektüel) ve duygusal (emosyonel) prozodi olmak üzere dört iletişimsel boyuta ayırmaktadır. Bunlar arasında özellikle de konuşma sırasında mutluluk, hüzün, korku ve kızgınlık gibi duyguların konuşmaya aktarılmasını ifade eden duygusal prozodi, ses rengi bileşeni, duygu durumu ve prozodik anlamın sezdirilmesinde

anahtar rol oynamaktadır (Ross, 2000; Shriberg et al., 2001). Örneğin; "Anne ne yapıyorsun sen" söylemi kızgın ya da mutlu söyleme tarzına göre farklı anlamlar taşır. Buna jestler ve mimikler de eklenirse, konuşmanın canlılığı artarak mesajın içerik ve ifade gücü oldukça etkilenir. Ancak ifade içeriği ile sözcük anlamı uyuşmazsa, erişkinlerde ve daha az derecede çocuklarda mesajın genellikle jest ve mimiklere bağlı yorumu öncelik kazanır. Bu anlamda duygusal prozodinin konuşmanın içeriğinin doğru bir şekilde aktarılmasında oldukça önemli olduğu düşünülmektedir.

Duygu durumlarını temel ve karmaşık duygular çerçevesinde sınıflandırılan Bosch (2003), sağlıklı bireyler üzerinde yaptığı çalışmasında bireylerin kızgın, üzgün ve mutlu gibi temel duygu durumların üretiminde, karmaşık duygu durumların üretimine göre daha başarılı olduklarını belirtmiştir (Ten Bosch, 2003). Yine Iida ve arkadaşları (2003) da Japonca anadili konuşucularının 'kızgın', 'mutlu', 'üzgün', 'korkmuş', 'tiksinmiş', 'şaşkın' gibi duygu durumlarının sesletimini inceledikleri çalışmalarında, bu duygu durumlarıyla ilgili metinler oluşturmuşlar ve Japonca konuşan 2 kişiden (1 kadın ve 1 erkek) ses kayıtları almışlardır. Bu duygu durumlarının akustik çözümlenmeleri ile algısal değerlendirmeleri sonucunda her bir cümlenin akustik olarak birbirinden farklı ve duygusal olarak tanımlanabilir olduğunu göstermişlerdir (Iida, Campbell, Higuchi, & Yasumura, 2003). Bugüne kadar yapılan duygusal prozodi ve dil etkileşimli çalışmalarda genellikle mutluluk, üzüntü, korku, tiksime, kızgınlık ve şaşırma gibi temel duygu durumlarının dildeki görünümünün temel akustik parametreleri üzerine yoğunlaşıldığı, yöntem olarak da temel sıklık (fundamental frequency, F0), süre (duration), enerji (energy) ve son zamanlarda da spektral özellikler (spectral characteristics) ile ses kaynağı parametrelerinin (voice source parameters) incelendiği görülmektedir (Guranski & Podemski, 2015; Hird, 1993; Iida et al., 2003; Montenegro & Maravillas, 2015). Ülkemizde duygusal prozodinin dildeki görünümüne ilişkin yapılan araştırmalar da ise çoğunlukla ya akustik ipuçlarından yola çıkılarak konuşmaya duygu yükleme becerisi (Coşkun, 2009; Keskin, 2012) ya da konuşmanın taşıdığı duyguyu fark edebilme yeteneği ölçülmektedir (Bulut, Lee, & Narayanan, 2008; ÖZBAY & ÇETİN, 2013). Oysa sözlü iletişimin bu yapısını beynin yapısı ve işleyişinden ayrı tutmak olanaksızdır.

Alanyazında duygusal prozodi özellikle sağ yarım küre hasarı bulunan hastalar üzerinde çalışılmaktadır (Dara & Pell, 2006; George et al., 1996; Guranski & Podemski, 2015). Bunun temel nedenlerinden biri, dilin duygu durum işlevlerine ait görünümünün beynin sağ yarı küresinde lokalize olduğunun düşünülmesidir. Nitekim Mitchell ve Crow (2005)'un, sağ yarı küre hasarlı hastalar üzerine yapılan araştırmaları inceledikleri

derlem (review) çalışmasında, dildeki duygu durumları algılama ve sese yükleme gibi kimi temel işleyiş yapılarındaki bozulmaları göstermeleri bu düşünceyi güçlendirmektedir (R. L. Mitchell & Crow, 2005). Benzer şekilde Ergenç (2008) de beynin sağ frontal (ön) lobunu oluşturan bölgeyi, sesbilimsel bileşenin bir parçası olan prozodik dil sistemiyle ilişkilendirmekte, prozodik dizgenin işlenişini etkileyen yorumlayıcı anlambilimsel ve kullanımbilimsel bileşenlerin de beynin sağ yarı küresinde frontal loba yakın bölgelerde ve temporal (şakak) lobla ilişkili kortikal bölgelerde konumlandığını belirtmektedir (İ Ergenç, 2008). Ancak son yıllarda yapılan çalışmalar dilin prozodik sisteminin sadece beynin sağ yarı küre işlevi olarak görülmesinin yanıltıcı olduğuna dikkat çekmektedir. Bu çalışmalarda dilin prozodik sisteminin beynin yalnızca sağ frontal lobunda kodlanmadığı, bu yapıya ilişkin duygu durumu ağının frontal lobun tamamında kodlandığı, fakat yapıyı oluşturan temel dilsel birimlerin beynin sol yarı küresinde kodlanan sözdizimsel ve biçim bilimsel dil bileşenleriyle bağlantılı olduğu ifade edilmektedir (Arsic, 2008; Bekar, 2016; Homae, Watanabe, Nakano, & Taga, 2007; Zhang, Zhou, & Yuan, 2018). Nitekim Wildgruber ve arkadaşları (2009) sol ve sağ yarı küre hasarı bulunan hastalar üzerinde yaptıkları çalışmalarında, hastaların tümcede vurgulama düzeninin değişimine dayalı tahmin yürütme ile duygu durumların değişimine dayalı tahmin yürütme süreçlerinde sağ ve sol yarı kürelerdeki farklı bölgelerde aktivasyon gözlediklerini belirtmişlerdir (Dirk Wildgruber, Ethofer, Grandjean, & Kreifelts, 2009). Bu çalışmayı destekler şekilde Albea-Ferrara ve arkadaşları (2012) tarafından yapılan çalışmada da sol beyin hasarı geçiren hastaların duygusal prozodiyi üretme ve anlamada güçlük çektikleri bildirilmiştir (L Alba-Ferrara, Ellison, & Mitchell, 2012). Bu bulgular, sol beyin hasarını izleyen duygusal prozodik bozuklukların altında yatan en muhtemel mekanizmanın her bir yarı kürede temsil edilen dil işlevlerinin kallosal bütünleştirilmesinin kaybı olarak yorumlanmıştır.

Günümüzde özellikle de sözsel faaliyetler sırasında nöron gruplarının aktivitesinin nasıl değiştiğine; yeni işlevsel bağıntıların nasıl ve neden ortaya çıktığına; dışarıdan gelen bilginin ve genetik faktörlerin söz edimini nasıl etkilediğine dair tartışmalar yeniden gündeme gelmiştir. Bu anlamda beyin görüntüleme tekniklerinin kullanılarak yapılacağı bir araştırmada sözlü iletişimde kilit rol oynayan duygusal prozodinin beyindeki lokalizasyonu, aktivasyon alanları ve diğer dil bileşenleriyle olan bağıntısının nörodilbilimsel olarak incelenebileceği, böylece bu dizgenin beyindeki işleyişinin de daha somut bir düzlemde ortaya konulabileceği düşünülmektedir. Ayrıca daha önce örneklerine değindiğimiz beyin görüntüleme yöntemleriyle Türkçe konuşma diline ait bileşenlerin beyindeki lokalizasyonuna yönelik somut verilere dayalı bir çalışmaya Türk Dili literatüründe rastlanmamıştır. Buradan hareketle yapılması gerek duyulan bu

disiplinler arası çalışmada, beyin görüntüleme yöntemlerinden fNIRS tekniği kullanılarak Türkçe konuşma diline ait sözel bileşenlerin ve duygusal prozodinin beyindeki lokalizasyonuna yönelik somut verilere dayalı nörodilbilimsel bir inceleme yapılması amaçlanmıştır. Araştırmada sözlü dilin üretilmesi ve anlamlandırılması sürecinde hangi olaya ilişkin beyin potansiyellerinin ortaya çıktığı ve beyin yarım kürelerinin hangi rolleri üstlendikleri incelenmiş ve elde edilen veriler Nörodilbilimin verileri ışığında yorumlanmıştır.

Bu disiplinler arası çalışmada anadili Türkçe olan bireyler ile Türkçeyi ikinci dil olarak öğrenen bireylerin Türkçe konuşma dilinde duygusal prozodi ve sözel bileşenleri üretme ve tanımları sırasında beyinlerinde oluşan aktivasyonun ölçülmesi ve somut verilere dayalı nörodilbilimsel bir inceleme yapılması amaçlanmıştır.

Çalışmanın alanyazına olası katkıları aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

fNIRS tekniğinin kullanıldığı Türkçe konuşma dilinde duygusal prozodi ve sözel bileşenlerin beyindeki lokalizasyonuna yönelik somut verilere dayalı bir çalışmaya Türk Dili literatüründe rastlanmamıştır. Bu anlamda araştırmamızın Türk Dili, Dilbilim ve Tıp gibi birden çok disiplinin katkısıyla oluşturulacak deneysel bir çalışma olması, Türk Dili alanında ilk olması bakımından önemli görülmektedir. Ayrıca birden çok disiplinin katkısıyla yapılan bu çalışma ile mevcut bilimsel birikime ve üretime pek çok açıdan katkı ve yarar sağlanılabileceği düşünülmektedir. Örneğin,

1. Doğuştan dil yetisine sahip olan bireylerin çevreden gelen uyaranlarla içine doğdukları dili öğrenmeye başladıkları düşünüldüğünde, anadili Türkçe olan bireyler için de “seslerin doğru bir şekilde algılanması, ayırt edilmesi ve anlamlandırılması,” olarak tanımlanan segmental fonolojik farkındalığın tek başına yeterli olmadığı görülmektedir. Bunun yanında prozodik farkındalığın da gelişmiş olması, insan sesinin duygu yönünü yansıtan ve anlam ayırıcı özelliğe sahip olan vurgu, ton, ezgi gibi prozodik unsurların doğru bir şekilde algılanması, ayırt edilmesi ve anlamlandırılması gerekir. Erken yaşlarda anne ve babanın daha sonraları ise okul ortamlarının doğru ve etkili bir konuşma için bireye prozodik farkındalığı kazandırması beklenmektedir. Bu anlamda Türkçe konuşma dilinde duygusal prozodinin ve sözel bileşenlerin doğru tanımlanması ve beyindeki lokalizasyonunun bilinmesi, aktive olan beyin bölgelerinin göz önünde bulundurularak oluşturulacak öğrenme ortamlarının anadili eğitiminde daha etkili sonuçlar alınmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. Olası bir prozodik bozukluğun, çocukların veya bireylerin sosyal bütünleşmelerinde ve mesleki işlevlerinde büyük engeller oluşturacağı açıktır. Dile yansıyan prozodik bozukluğun erken saptanması ve prozodinin beyindeki lokalizasyonunun bilinmesi, dil sağaltımında en uygun yaklaşımların belirlenmesine, ayrıca duygusal ve sosyal sorunların hafifletilebilmesine aynı zamanda da gidişin olumlulaştırılabilmesine katkı sağlayacaktır.
3. Psikiyatrik ve nörolojik patolojiler ile yaygın gelişimsel bozukluğu olan bireylerde duygusal prozodinin ve dilin sözel bileşenlerinin beyindeki lokalizasyonunun bilinmesi, dil terapistlerine de bu bireyler için özel dil eğitimi programlarının hazırlanması konusunda fikir verecektir.
4. Türkçenin yabancı dil olarak öğretilmesinde özellikle de konuşma eğitiminde duygusal prozodinin göz önünde bulundurulması, çıkarım ve yorum yapılabilmesi açısından oldukça önemlidir. Diğer türlü cümlelerin düz bir şekilde öğretilmeye çalışılması çok da etkili olmayacaktır. Bu anlamda Türkçe konuşma diline ilişkin duygusal prozodinin ve sözel bileşenlerinin tanımlanması ve beyindeki lokalizasyonunun bilinmesi, öğrencilerin yabancı dili aktif bir şekilde öğrenebilmesi ve kullanabilmesi açısından öğretmenlere, hazırlayacakları materyaller ve uygulayacakları çoklu öğrenme stilleri konusunda yardımcı olacaktır.
5. Anadili eğitiminde en büyük sorumluluğu üstlenen Türk Dili ve Edebiyatı bölümlerinde özellikle de konuşma becerisinin ağırlıklı işlendiği derslerde, sözel ve sözel olmayan duygu durumlarının prozodik söylemle bütünleştirilmesine ilişkin baskın olan beyin yarı küresinin/kürelerinin işlevlerinin bilinmesi bu işlevleri aktive edecek dil sınıflarında, geleneksel sınıflardan farklı olarak optimal düzeyde öğrenmenin gerçekleşebileceği öğrenme ortamlarının yaratılması için yeni yöntem ve teknikler sunacaktır.
6. Günümüzde dil öğretiminde pek çok eksiklikler görülmektedir. Bu eksiklerden biri de tüm öğrencilerin, öğrenme sürecinde beyinlerini aynı şekilde kullandıkları ve öğrenme biçemlerinin aynı olduğu düşünülerek öğretim yapılmasıdır. Belirlenen standart bir müfredat tüm öğrencilere uygulanmaya çalışılmaktadır. Bu konuda öğretmenlerin de yeterli bilgiye sahip olmaması sınıfta bütün öğrencilere aynı yöntemle aynı etkinliklerin yaptırılmaya çalışılmasına sebep olmaktadır. Ancak yapılan araştırmalar öğrenmede bireysel farklılıklar olduğunu ortaya koymaktadır. Öğrencilerin çoğunun, beyinlerinin bir yarım küresini diğerine göre baskın olarak kullandıkları dolayısıyla

değişik öğrenme biçemlerine sahip oldukları düşünülürse Türkçe konuşma dilinde duygusal prozodi ve sözel bileşenlerin lokalize olduğu beyin yarı küresinin/kürelerinin işlevlerinin bilinmesi sağ veya sol yarı küresi baskın bireylerin bir arada öğrenim gördüğü karma sınıflarda bu işlevleri aktive edecek bireye özgü çoklu öğrenme ortamlarının oluşturulmasına katkı sağlayacaktır.

Bu çalışmada öngörülen hipotezler şunlardır:

1. Duygusal prozodinin dil sisteminin bütünüyle ilişkili olduğu, dilin tüm küçük ölçekli bileşenlerini içeren bir yapılanma içerdiği beynin yalnızca sağ yarı küresinde kodlanmadığı, sağ ve sol yarı kürelerde farklı bölgelerde aktivasyon göstereceği varsayılmaktadır
2. Sözlü dilin anlamlandırılması sürecinde, anadili Türkçe olan bireyler ile Türkçeyi ikinci dil olarak öğrenen bireylerde duygusal prozodinin ve sözel bileşenlerin beynin farklı bölgelerinde aktivasyon göstereceği varsayılmaktadır.
3. Anadili Türkçe olan tüm katılımcıların sözlü dildeki duygusal prozodiyi ayırt edebilecekleri ancak Türkçeyi ikinci dil olarak öğrenen bireylerin çoğunun Türkçe sözel bileşenlere ait duygusal prozodiyi ayırt edemeyecekleri veya ayırt etme sürelerinin daha uzun olacağı varsayılmaktadır.
4. Duygusal değerliliğe bakılmaksızın Türkçe konuşma prozodisinin üst temporal kortekste aktivasyon göstereceği varsayılmaktadır.
5. Mutlu, korku ve sinirli duygu durumlarını yansıtan Türkçe konuşma prozodisinin sol inferior frontal girusta aktivasyon göstereceği varsayılmaktadır.

Bu araştırma; Indiana Üniversitesi'nde lisans ve lisansüstü eğitime devam eden, herhangi bir psikiyatrik ve nörolojik hastalığı bulunmayan 20 Türkçe ve 20 İngilizce anadili konuşuru birey ile sınırlıdır.

Bu çalışmada kullanılan tanımlar listesi aşağıda sıralanmaktadır

Prozodi (Bürün): Dilin bilgi aktaran parçalar üstü (supra segmental) bir özelliğidir. Ses perdesi, ses yüksekliği, ses rengi, tonlama, melodi, kadans, tempo, vurgu, aksan ve duraklamaların zamanlaması gibi akustik özellikleri kapsayan ve sesbilimsel bileşenin alt bileşenini oluşturduğu kabul edilen bir birimdir.

Duygusal (Emosyonel) Prozodi: Konuşmada duyguları tanımak ve iletmek için konuşmanın sözel olmayan yönlerini kapsayan önemli bir üst düzey dil işlevidir.

İn vivo: (Latince: canlının içinde) Ölü bir organizmadan veya organizma parçasından ayrıca, canlı bir organizmanın veya organizmanın bütünüün varlığını belirtmek için kullanılan bir tanımlamadır.

Non-invazif Yöntem: Kişilere fiziksel bir zarar verme ihtimali olmayan her tür girişime verilen addır.

fNIRS: İnsan beynindeki nöronal aktivitenin çalışılabileceği, korteksten 3 cm derinliğe kadar veri alınabilen ve yakın kızıl ötesi ışık prensibine dayalı girişimsel olmayan, kullanımı kolay, taşınabilir, tekrarlanabilir ölçüm yapabilen ve düşük maliyetli bir beyin görüntüleme tekniğidir.

1. BÖLÜM

KURAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Nörodilbilim ve Çalışma Alanları

Beyin ve dil ilişkisi bağlamındaki araştırmalar nörodilbilim tarihinde oldukça önemli bir yere sahiptir. Son birkaç on yıldır dilin nöral alt yapısına ilişkin yapılan çalışmalarda belirgin bir artış görülmesine rağmen, mevcut yöntemlerle ulaşılan sonuçların henüz yeterli olmadığı bildirilmektedir (M. Mesulam, 2004; Papathanassiou et al., 2000; Pijnenborg, Withaar, Van den Bosch, & Brouwer, 2007). Bu nedenle doğanın bilinen en karmaşık nesnesi olan insan beynini ve onun en yetkin ürünlerinden biri olan dil sistemini çözmeye çalışan farklı alanlardaki araştırmacılar, inceleme konularının ancak disiplinler arası bir yaklaşımla ele alındığında çözümlenebileceği konusunda birleşmişlerdir. Özellikle de 19. yüzyıldan itibaren sosyal bilimlerde hâkim olan çoğulcu (plüralist) anlayış ve buna bağlı olarak araştırma yöntemlerinin yeniden yapılandırılması, birbirinden bağımsızmış gibi görünen çalışma disiplinleri arasında bilgi alışverişinin yaygınlaşmasını sağlamıştır. Bunun sonucunda da beyin sistemini inceleyen nöroloji bilimi ile dil sistemini inceleyen dilbilimin birlikteliğinden nörodilbilim adı verilen yeni bir alt alan sosyal bilimlerde dikkat çekmeye başlamıştır.

Beyin ve dil ilişkisini inceleyen nörodilbilim sağlıklı bireylerde görülen dil olgusuna klinik vakalardan yola çıkarak ışık tutmaya çalışmaktadır. Ayrıca bu bilim dalı, dil edinimi, dilin gelişimi ve kullanımı süreçlerinde dil sisteminin işleyişinde görülen aksamaların sistemin hangi düzleminde ya da hangi bileşeninde nasıl oluştuğu konusunda dilbilimin sunduğu veriler ile beyin bilimcilerin bu süreçlerin işleyişinde beyin sisteminin nasıl işlediği veya işlemediği konusunda sunduğu verilerin objektif bir şekilde karşılaştırılmasına olanak sağlamaktadır. Böylece objektif verilere dayalı daha nesnel yorumlamalar yapılabilmektedir.

Nörodilbilim, dilbilim, nöroloji, nöropsikoloji, psikoloji, psikiyatri, konuşma terapistliği, bilgisayar bilimleri, nörobiyoloji, antropoloji, kimya, bilişsel bilimler ve yapay zekâ gibi alanlar ile de etkileşim içinde olan disiplinler arası bir bilim dalıdır (Özcan, 2009). Temel olarak dil ve beyin arasındaki ilişkiyi inceleyen bu bilim dalı, dil edinimi ve dil işleme gibi konuların yanı sıra dil bozukluklarına da odaklanmaktadır. Aynı zamanda beynin

yapısını ve işlevlerini inceleyen nörolojik ve nörofizyolojik teoriler ile dilin yapısını ve işleyişini inceleyen dilbilim teorilerinin birleşimini de içererek temelde;

- ✓ Beynin dilden sorumlu alanları ve bu alanların işlevleri nelerdir?
- ✓ Dil sisteminin beyindeki işleyişi nasıldır?
- ✓ Dil edinimi ve yitimi arasında nasıl bir ilişki bulunmaktadır?
- ✓ Bozulmuş ve sağlıklı dil sistemi arasında ne gibi farklar bulunmaktadır?

şeklinde özetlenebilecek araştırma sorularına cevap aramaktadır (Caplan, 1987; França, 2004; Ingram, 2007).

Literatürde, nörodilbilim alanındaki gelişmeler ile beraber dilin temel yapısal elemanları olan görevsel sesbilim, dilbilgisi ve anlambilimle ilgili olan beyin alanlarının tanımlanabildiği ayrıca dile getirilmektedir (Tanrıdag, 1993). Ayrıca nörodilbilim alanındaki gelişmeler sayesinde yine dil sisteminin işleyişine ilişkin veriler, dilde görülen aksaklıkların, düzensizliklerin giderilmesi aşamasında da, diğer bir ifadeyle sağaltım diye adlandırabilen dönemlerde de olumlu katkılar sağlamaktadır (Law, Garrett, & Nye, 2004).

Nörodilbilim alanındaki çalışmalar büyük ölçüde beyin görüntüleme yöntemlerinden yararlanılarak yapılmaktadır. Bu bağlamda beyin görüntüleme tekniklerindeki son gelişmeler nörodilbilim alanında yapılan çalışmalar açısından oldukça önemli bir yere sahiptir. Nörodilbilim çalışmalarında kullanılan beyin görüntüleme teknikleri arasında genellikle karmaşık fonksiyonel beyin görüntüleme tekniklerinden olan PET (*positron emission tomography*), SPECT (*single photon emission computed tomography*), MRS (*magnetic resonance spectroscopy*), MEG (*magnetoensefalografi*), CBF (*regional cerebral blood flow*) ve QEEG (*Kantitatif EEG*) kullanılmaktadır (T. M. Mitchell et al., 2004; Newman, Carpenter, Varma, & Just, 2003). Bu tekniklerden özellikle de SPECT ve QEEG rutin hale gelmiştir. QEEG yönteminde, beynin çalışması hakkında doğrudan bilgi alınabilmekte ve düşük elektrik akımı ile oluşan beyin aktivitesi kaydedilerek bir bilgisayar programında analiz edilmektedir. Sonuçlar, programın veri bankasında oluşturulan kontrol grubunun analizleriyle karşılaştırılabilmekte ve araştırmanın amacı doğrultusunda normalden ne kadar sapma olduğu veya beynin hangi bölgelerinin çalışmasında aktivasyon gerçekleştiği tespit edilebilmektedir (Cochin, Barthelemy, Lejeune, Roux, & Martineau, 1998). SPECT yönteminde ise beynin kanlanma özellikleri kullanılarak görüntüleme yapılmaktadır. Bu yöntem beyin hasarı geçirmiş hastalar

üzerine yapılan çalışmalarda daha çok tercih edilmektedir. Hastalara çekimden önce kontrast madde verilmekte ve bu madde beyin hassas olan bölgelerinde birikmektedir. Bu sayede hastaların artmış ya da azalmış beyin çalışma hassasiyetleri gözlenmekte ve tedavi etkinliği takibinde kullanılmaktadır (Jan et al., 2004). Son yıllarda ise nörodilbilim çalışmalarında fMRI (*functional magnetic resonans imaging*) yöntemi daha çok kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntemin insan beyinin yapısal manyetik rezonans ve üç boyutlu kurulumlarının elde edilmesine olanak vermesi nörodilbilimsel yaklaşımla yapılan çalışmalarda daha çok tercih edilmesini sağlamıştır (Newman et al., 2003).

Nörodilbilim alanında çok daha yeni olan diğer bir inceleme tekniği ise fNIRS (*Functional Infrared Spectroscopy*)'tır. fNIRS, insan beyindeki nöronal aktivitenin çalışılabileceği, girişimsel olmayan, kullanımı kolay, taşınabilir, tekrarlanabilir ölçüm yapabilen ve düşük maliyetli bir beyin görüntüleme tekniğidir. Bu teknik ile beyin aktivitesinin haritalandırılmasında beyne giren ve beyinden çıkan kanın farklı kromoforlar (renkler) oluşturmasından yararlanılmaktadır. fNIRS uygulamasının; ağrıya ve herhangi bir hasara ya da yan etkiye sebebiyet vermeyen noninvazif bir görüntüleme yöntemi olması, diğer tekniklere göre daha avantajlı olduğunu düşündürmektedir.

1.1.1. Nörodilbilim ve Türk Dili

En genel tanımıyla dil, insanların toplumsal yaşamını sürdürebilmesi için duygu, düşünce ve isteklerini bir başkasına aktarmada başvurduğu işaretler dizgesidir. Bireyin toplumsal alanda varlığını sürdürebilmesi, en yakınından en uzak çevresine kadar varlığını hissettirebilmesi, düşünce ve isteklerini iletebilmesi dil ile mümkün olmaktadır (BAYAZIT, 2012). Ayrıca milli kültür de yeni nesillere dil aracılığı ile öğretilmektedir. Alperen (2001), dilin bu özelliğini "dil öğretmek aslında sözcüklerin anlamını yansıttığı kültürü öğretmektir" şeklinde ifade etmektedir. Aynı dili konuşan toplum, çevresini, çevresinde gelişen olayları kendince algılamakta ve anadilinde oluşmuş kavramlarla anlatmaktadır. Bütün bunlar da etkili bir anadili eğitimi ve öğretimi ile sağlanabilmektedir (akt. Bayazit, 2012). Bu bağlamda anadili eğitimi ve öğretiminde daha çok sorumluluk üstlenen Türkçe ile Türk Dili ve Edebiyatı alanlarına büyük görevler düşmektedir.

Dil öğretimi nicel, dil eğitimi ise nitel bir sürecin ürünüdür. Nitel süreci yapılandırmak ise oldukça zordur (Onan, 2010). Karşılaşılan bu zorlukların disiplinler arası bir çalışma anlayışıyla giderilebileceği düşünülmektedir. Bu bağlamda anadili eğitimi sürecini her

yönüyle ortaya koyabilmek adına, anlama ve anlatma becerilerinin gerçekleştiği beyin ile bu sürece eşlik eden dil arasındaki ilişkilerin, Nörodilbilim ve Türk Dili disiplinlerinin birlikteliğinden oluşan bir bakış açısıyla ayrıntılı olarak ele alınması, daha somut verilerin elde edilmesine olanak sağlayacaktır.

Son dönemlerde Türk Diline yönelik yapılan çalışmalarda kuramsal olarak ortaya konulan, ancak uygulamada denenmemiş pek çok araştırma sorusuna beyin görüntüleme yöntemleri kullanılarak yanıt aranmaya çalışılmaktadır. Schlosser ve arkadaşları (1998) tarafından yapılan bir çalışmada anadili İngilizce olan ve hiç Türkçe bilmeyen deney grubuna Türkçe sözdiziminde basit yapıda oluşturulan cümlelerin sesletildiği sırada beyinde oluşan aktivasyon ile bu cümlelerin İngilizce karşılıklarının sesletildiği anda beyinde oluşan aktivasyon fMRI ile kayıt altına alınmıştır. Çalışmada İngilizce cümlelerin sesletilmesi esnasında beyinin sol posterior temporal ve sol inferior frontal alanlarında aktivasyonun arttığı Türkçe cümlelerin sesletilmesi sırasında ise aktivasyonun azaldığı belirtilmiştir. Çalışmanın devamında aynı yöntem bu defa anadili Türkçe olan bireylere uygulanmış ve beyinin sol süperior temporal sulkus ile sol temporal sulkus bölgeleri arasında güçlü bir aktivasyon artışı olduğu homotopik sağ hemisfer bölgelerinde ise daha az aktivasyon gözlemlendiği bildirilmiştir. İngilizce cümlelerin sesletilmesi sırasında ise beyindeki aktivasyonun azaldığı belirtilmiştir. Elde edilen bulgular, beyin potansiyellerindeki bu değişimin hem sözdizimindeki farklı sıralanış hem de işitsel kavrayışa bağlı olarak gerçekleştiği şeklinde yorumlanmıştır (Schlosser, Aoyagi, Fulbright, Gore, & McCarthy, 1998). Aydın (2011) tarafından yapılan projede de ikinci dil olarak Türkçe konuşucularıyla anadili konuşucularında durum ve uyum kategorilerinin işleme sürecinde nöral temellerin belirlenmesi amaçlanmıştır. İkinci dilde yetkinlik düzeyi ve diller arası uzaklık konularının ele alındığı çalışmada davranışsal, göz-hareketi ve Olaya İlişkin Potansiyeller (OİP) yöntemleri kullanılarak Türkçede kişi ve sayı özelliklerinin işleme sürecinin farklı örüntüler sergileyip sergilemediği, durum ve uyum kategorilerinin işleme sürecinde ikinci dil konuşucularıyla anadili konuşucuları arasında benzerlikler olup olmadığı sorularına cevap aranmıştır (Aydın, 2011). Benzer şekilde Aygüneş (2013)'ün yaptığı doktora tez çalışmasında da Türkçede uyum özellikleri OİP ile incelenmiş ve Türkçede "kişi" ile "sayı" özelliklerinin işleme sürecinin farklılıklar içerdiği gösterilmiştir (Aygüneş, 2013). Yine Bekar (2016) tarafından yürütülen başka bir doktora tez çalışmasında ise, sözlü dilin anlamlandırılması sürecinde, anadili Türkçe olan erişkin bireylerde ezginin beyindeki işleme sürecinde hangi olaya ilişkin beyin potansiyellerinin ortaya çıktığı ve beyin yarı kürelerinin hangi rolleri üstlendiklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Türkçede ilk olma özelliği taşıması

bakımından önemli olan bu elektrofizyolojik araştırma ile genelde dil sisteminin beyindeki işleyişi ve lokalizasyonuna, özelde ise Türkçe ezgi yapısının bilateral (çift taraflı) mi yoksa lateral mi işlediği, fonolojik ve sentaktik dil bileşenleri arasında zamansal bir etkileşim olup olmadığı sorularına yanıt aranmıştır. Çalışmanın sonunda elde edilen bulgular, ezginin ve sözdizimin temel etkisinin Türkçede de oluştuğunu ortaya koyarak, ezgi-sözdizim etkileşiminin beynin her iki yarım küresinde de çift yönlü olarak işlemlendiğini ortaya koymuştur (Bekar, 2016). Ulusal ve uluslararası alanyazında oldukça yeni olan bu araştırmaların özellikle Türkçe gibi, prozodik ve sözdizimsel açıdan oynaklık taşıyan diller üzerinde yapılmasının, özelde Türkçeye katkıda bulunması, genelde de dil sisteminin beyindeki işlemlenişine ilişkin ışık tutan sonuçlar ortaya çıkarması ve gelecek araştırmalara yön vermesi bakımından oldukça önemli olduğu düşünülmektedir.

1.2. BEYİN VE DİL

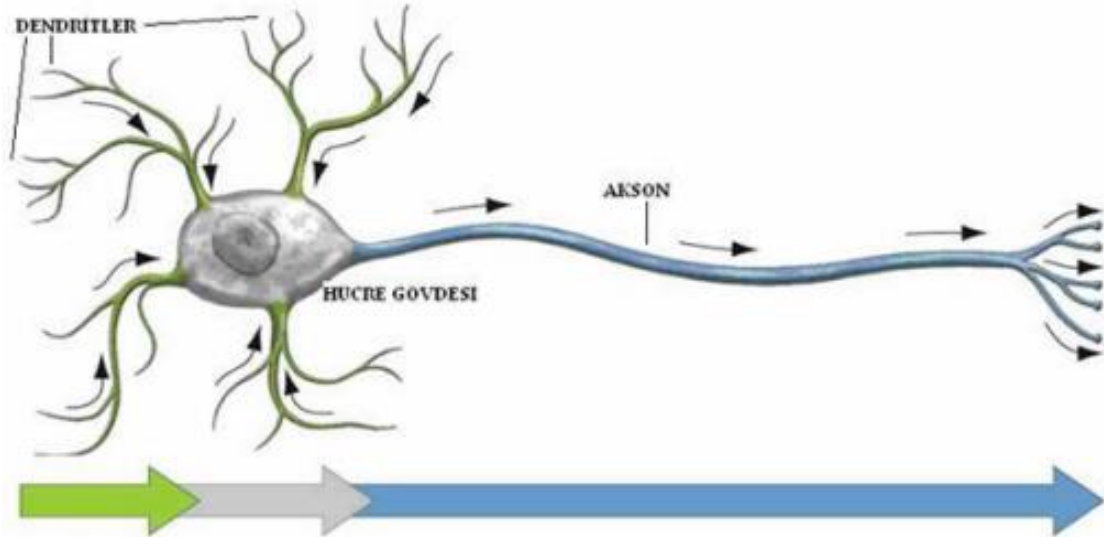
İnsan türüne ait bir özellik olan dil karmaşık bir sistemdir. Dil üretimi, öğrenme ve diğer tüm zihinsel işlemlerin merkezini ise insan beyni oluşturmaktadır. Dolayısıyla insan beyninin anatomik, fizyolojik ve fonksiyonel açıdan çok iyi irdelenmesi, dil üretimi, dil eğitimi ve öğretimi açısından bu potansiyelden en iyi şekilde yararlanılmasına olanak tanıyacaktır.

1.2.1. Beynin Yapısı

Kafatasının içine yerleşmiş olan beyin, bilinen en karmaşık biyolojik yapılardan biridir ve kendi içinde oldukça güçlü bir iletişim ağına sahiptir. Beynin, elektrokimyasal bir organ olarak 100 milyar dolayında hücreden oluştuğu belirtilmektedir. Bunların yaklaşık 10-15 milyarının nöron adı verilen düşünme ve öğrenmeyi sağlayan sinir hücresi, geri kalanının ise bu nöronlar arasına dağılmış çok daha fazla sayıda glia adı verilen nöron olmayan yardımcı hücreler olduğu tahmin edilmektedir (Özcan, 2009). Literatürde beynin, vücudun % 2'sini oluşturduğu ve tüm vücuttaki oksijenin dörtte birini kullandığı belirtilmektedir (Doyon & Benali, 2005; Keleş & Çepni, 2006; Weiss, 2000). Ayrıca büyük ölçüde proteinden oluştuğu, ihtiyacı olan enerjiyi de glikozun oksijenle yanmasından elde ettiği söylenmektedir (M.-M. Mesulam, 1985).

Beyin sinir sisteminin bir parçası olarak görev yapmaktadır. Sinir sistemi içinde yer alan farklı şekil ve büyüklükteki nöronlar, sinir impulsları aracılığı ile iletişim sağlamaktadır. Bu hücrelerin bazıları vücudun dış, bazıları ise iç çevresinden gelen duyuşal sinyalleri almak için özelleşmiştir. Vücudun dış ve iç çevresinden gelen duyuşal sinyaller, medulla spinalis veya beyinde işlenmektedir. En önemli görevlerinden biri gelen bilgileri uygun davranışlar yaratacak şekilde işlemek olan sinir sisteminde bilginin işlenmesi, nöronal devrelerdeki hücreler arası iletişime bağlıdır. Bu mekanizmanın gerçekleşmesi ise hem kimyasal hem de elektriksel değişikliklerle mümkün olmaktadır. Bilginin işlenmesi, sinaptik iletim mekanizmasının yer aldığı nöron havuzlarında gerçekleşir. Nöron havuzlarına gelen bilgiler, konverjansa, diverjansa uğrayabilir, fasilite veya inhibe olabilir ya da geri besleme (feedback) devreleri ile osilasyon gösterebilirler (Esmer, 2003).

Beyin, bütün motor ve zihinsel aktivitelerin kararlarının alındığı, omurilikle birlikte merkezi sinir sistemini oluşturan tüm bilişsel süreçlerin merkezidir. Nöronlar ise sinir sistemi ve beyin fonksiyonlarının temel unsurlarıdır aynı zamanda da çeşitli duyumları küçük elektrik akımlarıyla toplayan ve aktaran hücrelerdir (Şekil 1).



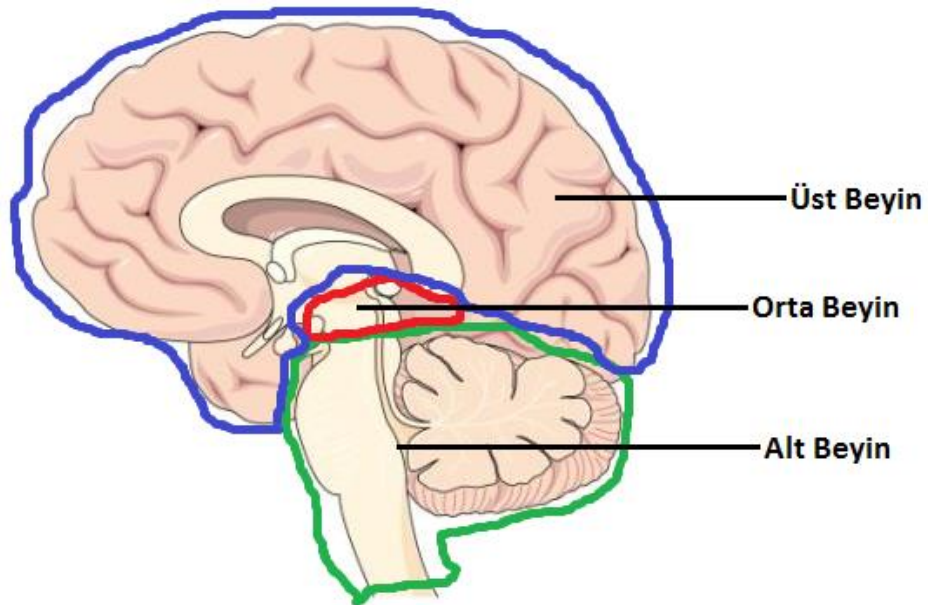
Şekil 1. Nöronun Yapısı

Nöronlar sinaps adı verilen akson uçları, dendrit veya hücre gövdesi arasında bulunan birleşme noktaları ile iletişim kurarlar (J. H. Martin, 2012). Dendritler diğer nöronlardan aldığı elektriksel etkiyi, akson adı verilen uzun bir lif (fiber) boyunca diğer nöronlara iletirler. Aksonların bitimi ince yollara ayrılabilir; ayrılan bu yollar ise diğer hücreler için

dendritleri oluşturur. Burada sinaps adı verilen akson uçlarına gelen ve dendritler tarafından alınan bilgiler elektriksel sinyaller olmalarına rağmen sinapstaki kimyasal ileticilerden etkilenir. Belirli bir sürede bir hücreye gelen girişlerin değeri belirli bir eşik düzeyine ulaştığında hücre bir tepki üretir. Hücrenin tepkisini artırıcı yöndeki girişler uyarıcı, azaltıcı yöndeki girişler ise önleyici girişler olarak adlandırılır (AVCI & YAĞBASAN, 2008). Oluşan etkiyi ise sinapslar belirlemektedir (Wolfe, 2010).

Beyin, nöronlarla örülmüş bir ağdan oluşmaktadır. Bilginin işlenmesi de bu nöronal ağ ile sağlanmaktadır. Yeni bilgilerin önceki bilgilerle birleştirilmesi, daha önce edinilen bilgilerin geri çağırılması da bu şekilde gerçekleşmektedir. Bu anlamda beynin gelişimi sinaptik bağlantıların oluşturulması ile doğru orantılıdır (Dayan, Censor, Buch, Sandrini, & Cohen, 2013; Wise et al., 2001). Başka bir ifadeyle, beyindeki sinaptik bağlantılar ne kadar çok aktive edilirse o kadar kuvvetlenmektedir. Bu bağlantılar kullanılmadığı zaman ise kaybolmaktadır. Bu nedenle beyne yönelik ne kadar çok girdi verilirse deneyimler artmakta ve beyin sürekli olarak uyarılmaktadır. Bu da beynin gelişiminde önemli yer tutmaktadır. Çünkü karar verme, öğrenme, düşünme, dil yetisi ve bilgi depolama gibi bilişsel süreçler sinaptik bağlantılar sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu bilişsel işlemler ise kesin sınırlarla çizilemese de beynin belirli bölgelerinde yürütülmektedir.

Beyin üç temel kısımdan oluşmaktadır. Bunlar alt (arka) beyin, orta beyin ve üst (ön) beyin adı verilen bölümlerdir (Şekil 2). Bu bölümler kendi içlerinde birbirleri ile haberleştikleri gibi her biri birbirinden bağımsız görevleri yerine getirmektedir.



Şekil 2. Beynin Yapısı

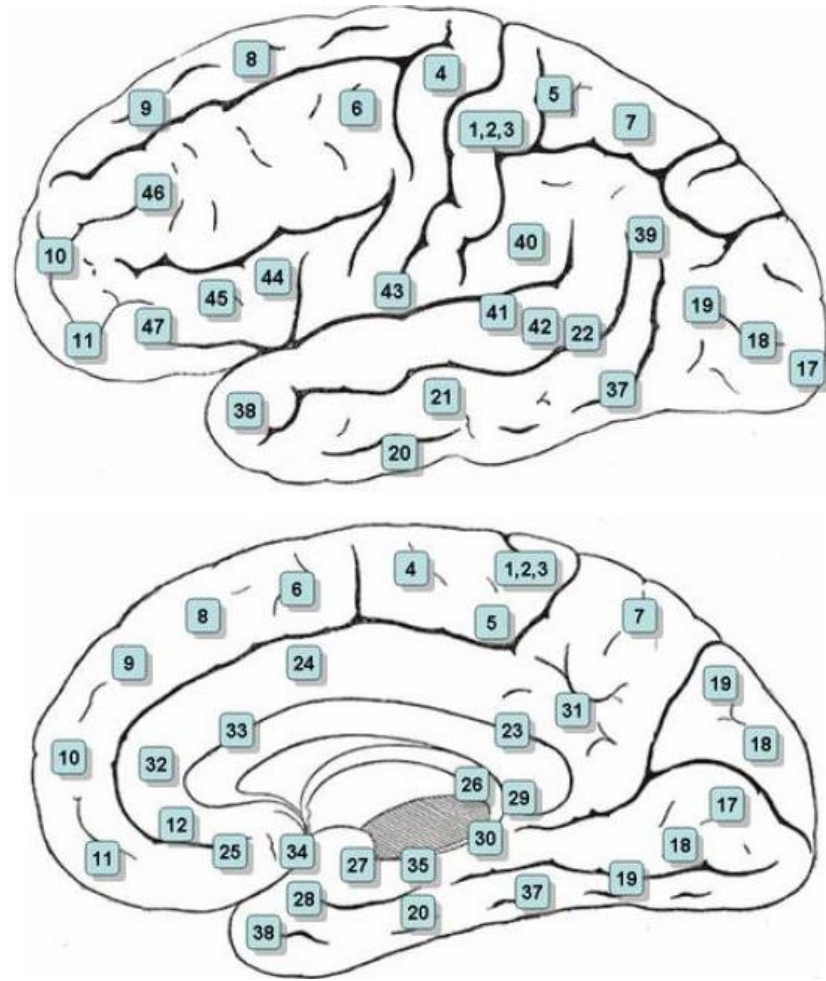
Alt Beyin: Medulla oblongata (bulbus), serebellum (beyincik), ve pons olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır. Medulla oblongata, omuriliğin beyinle bağlantı yaptığı şişkin görünümlü yerdir. Bu şişkin kısım otonom sinir sistemini (örneğin kalp atışı, öksürmek, nefes almak, kan basıncı vs.) denetleyen nöronları içermektedir. Ayrıca omuriliğin çevresinde öbeklenen sinir hücrelerinin uçlarının beyne girdiği noktayı da bu bölge oluşturmaktadır. Alt beyni ikinci kısmını oluşturan serebellum, omuriliğin beyinle birleştiği yerde birbiri üzerine katlanmış, kırışmış ufak yapının adıdır. Bu alan kas hareketlerinin koordine edilmesinden ve böylece hareketlerin düzgün ve akıcı bir hale getirilmesinden sorumludur. Serebellum da meydana gelen bozukluklar, kişinin ayakta durmasını, hareketlerini ve denge kurmasını zorlaştırmaktadır. Alt beynin son kısmını oluşturan pons ise enine sinir tellerinden meydana gelmektedir ve serebellumun iki lobu arasındaki bağlantıyı sağlamaktadır. Bunun yanında uyku-uyanıklık döngüsü, yüz ifadeleri, yüzdeki his ve yutkunmaya katkı sağlamak gibi görevleri yerine getirmektedir (Peele, 1954).

Orta Beyin: Nispeten daha küçük bir yapıya sahip olan orta beyin ön ve arka beyinleri birbirine birleştirmekle görevli alandır. Orta beyin içinde işitme ve görme ile ilgili önemli işlevleri üstlenen nöronlar bulunmaktadır. Bu bölüm, bireyin aydınlığa ya da ışık kaynağına yönelmesini sağlamakta aynı zamanda kas tonusu, dengenin sağlanması, dikkat, konsantrasyon ve motor hareketlerin yerine getirilmesinde görev almaktadır (Brain & Bannister, 1985).

Üst Beyin: Beynin üst bölümünü talamus, hipotalamus, limbik sistem gibi yapılar oluşturmaktadır. Talamus, duyu organlarından gelen mesajların kortekse iletilmesi; hipotalamus heyecan, arzular, yeme ve içme gibi isteklerin denetlenmesi; limbik sistem ise saldırma, heyecanlanma gibi duygusal davranışlar ve anıların oluşturulması, bellek, öğrenme, yüz analizi, sosyal süreçler ve motivasyon gibi davranışlardan sorumludur (Damasio, 1995).

Bunların dışında beynin en önemli bileşenleri serebrum ve kortekstir (Seminowicz et al., 2011). Korteks, serebrum ve serebellumun dış kısımlarını örten ve kalınlığı 1,5-5,0 mm arasında değişen bir yapıdan oluşmaktadır. Korteks'in serebrumu örten kısmı, serebral korteks olarak adlandırılmaktadır. Serebral korteks onlarca yıldır sayısız nöro bilimcinin dikkatini çekmektedir. Bunlardan belki de en önemlisi, korteksin farklı kısımlarının hangi işlevleri yerine getirdiğini haritalandıran ve bunun için birçok deney yapan Alman anatomist Korbinian Brodmann'dır. Brodmann 1909 yılında, bir hücre boyama tekniği olan Nissl yöntemi ile kendi hastaları ve diğer primat beyinlerin hücrelerinin organizasyon ve yapısal özelliklerini dikkate alarak korteksin farklı işlevlerini gören bölgeleri tespit etmiştir. 1925 yılında çalışması Constantin von Economo ve George Noskinas gibi araştırmacılar tarafından geliştirilmiş ve detaylandırılmıştır (Ateş, 2013).

Brodmann, detaylı çalışmalarının ardından 52 farklı korteks bölgesi tanımlamıştır (Şekil 3). Bu alanların bazıları tamamen bağımsız ve tekil görevlere sahipken, bazıları birbirleriyle oldukça koordineli bir şekilde çalışmaktadır. Tanımlanan bu 52 alandan sadece 2 tanesinin şempanzelerde bulunup insanlarda bulunmadığı görülmüştür (Damasio, 1995). Günümüz modern biliminde de bu alanlar hastalıkların tanınması, insan özelliklerinin anlaşılması ve beyin bölgelerinin betimlenmesi gibi konularda hâlâ kullanılmaktadır.



Şekil 3. Brodmann Alanları

Şekil 3'te verilen üstteki görsel beynin en dış yüzeyinde bulunan alanları, alttaki görsel ise dış kabuk kesildikten sonra içten alınan bir kesitin görünümünü temsil etmektedir.

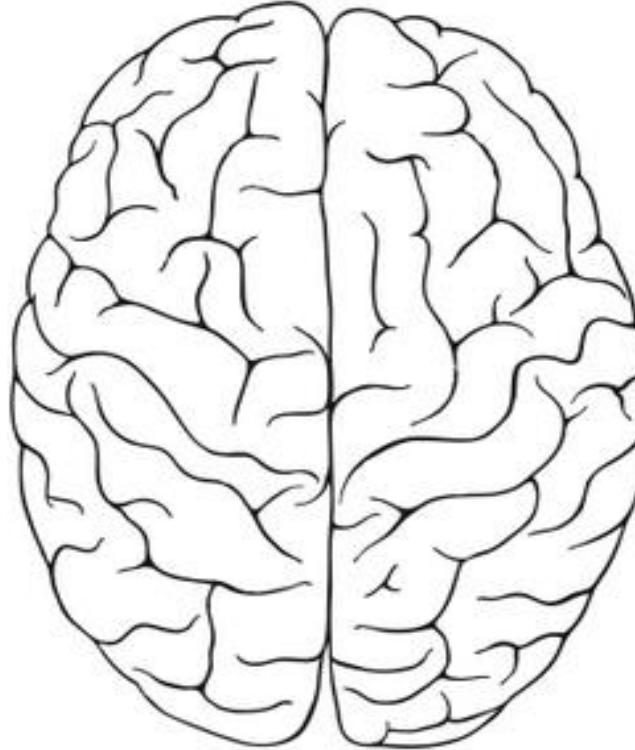
Serebrum, korteks ile sağ ve sol olmak üzere iki yarı küreden oluşmaktadır. Her yarı kürenin sorumlu olduğu farklı işlevler bulunmaktadır. Beyin yarı küreleri dikey bir yarıkla sağa ve sola ayrılmış gibi görünseler de birbirine tabandan birleşiktir. Korpus kallozom adı verilen yoğun bir sinir lifi demeti her iki yarı küreyi birbirine bağlayarak sağ ile sol yarı küre arasındaki bilgi alışverişinin yapılmasını sağlamaktadır.

Sağ ve sol yarı kürenin özelliklerini ele alan çalışmaların temelleri 1970'lere dayanmaktadır. "Ayrık Beyin" (split brain) kavramından yola çıkılarak korpus kallozumu kesilmiş epilepsi hastaları üzerinde yapılan ilk araştırmaların bulguları, beynin sol yarı küresinin vücudun sağ tarafını, sağ yarı küresinin de vücudun sol tarafını yönettiğini göstermiştir (Brinkman & Kuypers, 1973; Gazzaniga, 1967; Sperry, 1982). Ayrıca bu

alışmalar beyin yarı kürelerinin, işlev, işleyiş ve birbirlerine etkisi açısından da farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur (şekil 4).

SOL YARIMKÜRE İŞLEVLERİ

- ✓ Sözel
- ✓ Kelimenin anlamına odaklanır
- ✓ Ardışık
- ✓ Somut düşünme
- ✓ Mantık ön plandadır
- ✓ İnsanların isimlerini hatırlar
- ✓ Bilgiyi doğrusal olarak işler
- ✓ Matematiksel işlemler
- ✓ Problem çözme
- ✓ Sayılar, diziler
- ✓ Konuşma
- ✓ Okuma
- ✓ Anlama
- ✓ Yabancı dil
- ✓ Analiz etme
- ✓ Eleştirme
- ✓ Mantıksal düşünüş
- ✓ Detaycı düşünme
- ✓ Objektif düşünme



SAĞ YARIMKÜRE İŞLEVLERİ

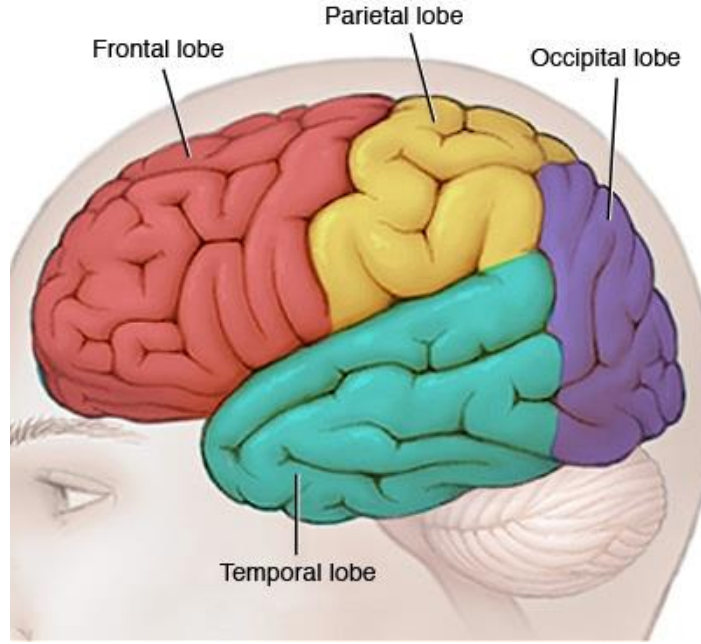
- ✓ Görsel
- ✓ Sesin tonuna odaklanır
- ✓ Rastgele
- ✓ Soyut düşünme
- ✓ Duygular ön plandadır
- ✓ İnsanların yüzlerini hatırlar
- ✓ Bilgiyi farklı düzenlerde işler
- ✓ Mekan algılama
- ✓ Hayal kurma
- ✓ Renkler
- ✓ Müzik
- ✓ Jest, mimik, duygular
- ✓ Koku
- ✓ Canlandırma
- ✓ Tasvir
- ✓ Üretkenlik
- ✓ Sentez yapma
- ✓ Yüzleri tanıma
- ✓ Sezgi bilinci
- ✓ Bütüncül düşünme
- ✓ Subjektif düşünme

Şekil 4. Beyin yarım küreleri ve işlevleri

McFadden (2001) yaptığı çalışmasında beynin sol yarım küresinin pozitif, sağ yarımküresinin ise negatif duyguları daha çabuk algıladığını, yine sol yarım kürenin müziği analiz etmede, sağ yarım kürenin ise müzik dinlemede daha aktif olduğunu belirtmiştir (McFadden, 2001). Benzer şekilde Moskova Bilimler Akademisi (1976)'nde yapılan araştırmaların sonuçları da beyninin sol yarım küresini baskın olarak kullanan bireylerin, karşılıklı görüşmelere katılmaya istekli olduklarını, kelime dağarcıklarının geniş olduğunu, fazla konuşkan olduklarını, alçak sesle söylenenleri algılayabildiklerini, tekdüze ve genizden gelen bir sese sahip olduklarını, kadın ve erkek sesini ayırt edemediklerini, görsel açıdan imgesel algılama eksikliklerinin bulunduğunu, kolayca yeni kelimeleri ezberleyebildiklerini ortaya koymuştur. Buna karşılık beyinlerinin sağ yarım küresini baskın kullanan bireylerin ise karşılıklı görüşmelerde güçlük çektiklerini, kısa cevaplar vermeyi tercih ettiklerini ve hitabet yeteneğine sahip olmadıklarını, çoğunlukla jest ve mimiklerini kullandıklarını, kelime dağarcıklarının yetersiz olduğunu, isim hatırlamakta zorlandıklarını, sadece yüksek sesle söylenenleri algılayabildiklerini, ses tonlamalarındaki yorumları çok iyi fark edebildiklerini, kelimeleri içselleştirmede sorun yaşadıklarını bu nedenle de kısa ve yalın cümleleri tercih ettiklerini, kadın ve erkek sesini çok iyi ayırt ettiklerini, sözel açıdan yetersiz olmalarına rağmen görsel öğeleri kavrama ve hatırd tutmada başarılı olduklarını göstermiştir (akt. Keleş ve Çepni, 2008).

Sonraki yıllarda yapılan çalışmalarda ise beynin birbiri ile uyumlu çalışan iki farklı beyin olduğu düşüncesi üzerinde durulmaya başlanmıştır. Bu düşünceden hareket eden Ornstein (1997) yaptığı çalışmasında beynin bir yarım küresini diğerine göre daha baskın kullanan kişilerin daha az yoğun kullandıkları yarım küre ile ilgili işlerde başarısız olduklarını göstermiştir. Ornstein her iki yarım kürenin koordineli olarak kullanılması için yönlendirilen kişilerin genel yeteneklerinde ise anlamlı bir artış olduğunu belirtmiştir (Ornstein, 1997).

Beyin karmaşık bir yapıdır ve en basit işlem bile farklı beyin yarım kürelerinin birlikte iş görmesini gerektirmektedir. Bu nedenle zihinsel süreçlerin iyi ayrıştırılabilmesi, spesifik beyin bölgesinin tanınması açısından oldukça önemlidir. Bu düşünceden hareketle alanyazında beyin yarım küreleri beynin yönetsel fonksiyonlarını açıklayabilecek ana bölgeler olarak frontal lob, temporal lob, parietal lob ve oksipital lob olmak üzere dört loba bölünmüştür (Şekil 5).



Şekil 5. Beyin Lobları

Frontal Lob: Serebral korteksin ön bölgesinde yer alan bu bölge düşünme, problem çözme, yargıda bulunma, dikkat, kişilik ve duygusal durum gibi beyin işlevlerinden sorumlu alandır. Frontal lobun ön bölgesine “prefrontal korteks” adı verilmektedir. Bu alan yüksek bilinç gerektiren üst bilişsel işlevler açısından çok önemlidir. Hareket merkezi olan motor korteks de bu lobda bulunmaktadır. Frontal lobun arka bölgesi, vücudun karşı tarafının hareketlerinin idare edildiği merkezdir. En önemli bileşeni konuşma merkezi olan Broca Alanı’dır. Sol yarım kürenin bu alanında meydana gelen hasarlar sözcük üretme, doğru sözcük seçme, sözcük sırasını doğru sıralama gibi konuşma üretim becerilerini olumsuz yönde etkilemektedir.

Temporal Lob: Şakakların arka kısmında bulunan bu loblar koku ve işitme ile ilgili merkezlerden sorumlu olan alanlardır. Yeni bilgilerin düzenlenmesi, kısa süreli bellek ve algılamada da görev almaktadır. Ayrıca örüntü tanıma gibi görsel bellek de bu alanın sorumluluğundadır. Sağ temporal lob özellikle resimlere ve yüzlere ait hafıza, sol temporal lob ise kelimeler ve isimlere ait hafıza ile ilgilidir. Bu lobun en önemli merkezi konuşmayı anlamada önemli rol oynayan Wernicke Alanı’dır. Bu alanın hasarı Wernicke afazisine yol açmaktadır. Bu tür afazide hastalar söylenen veya okunulan sözcükleri anlamada güçlük çekmektedir. Ek olarak, bu tür afazide konuşma Broca afazisinin aksine akıcıdır fakat anlamdan yoksundur.

Parietal Lob: Bu alan frontal lobun arkasında yer almaktadır. Okuma ve yazmanın gerçekleştirilmesinden sorumlu olan bu lobda meydana gelen herhangi bir hasar sözcükleri anlamlandıramamak, hesap yapamamak gibi eksikliklere neden olmaktadır. Görsel sembollerin tanınması ve konuşmanın gerçekleşmesinde büyük bir paya sahip olan angüler girüs de bu lobda yer almaktadır. Parietal loblarda vücudun karşı yarısından gelen dokunma, basınç gibi duyuların hissedildiği merkezler bulunmaktadır. Sağ parietal lob hasarında birey üç boyutlu olarak çevre ile bedeninin ilişkisini kaybetmektedir. Sol parietal lob hasarında ise konuşulanı ve yazılanı anlama yeteneği bozulmaktadır. Ayrıca bu alanın bozukluğu akalkuli, disleksi, disgrafi gibi eksikliklere de neden olmaktadır.

Oksipital Lob: Serebral korteksin arka kısmında bulunan, görsel algılama ve renk ayrımı gibi işlevlerden sorumlu olan alandır. Görsel işlevler bu lobda başlamasına rağmen bu lobda bitmemektedir. Parietal ve temporal lobların posterior kısımları da görsel işlevlerde rol oynamaktadır. Primer (birincil) görsel korteks, diğer bir ifadeyle beyinin retinadan gelen görsel iletilerin karşılandığı kısmı da oksipital loblarda yer almakta ve burada işlenmektedir. Oksipital loblar buldukları yer itibariyle travmalara açık gibi görünseler de bunlara karşı tam anlamıyla savunmasız değildirler. Bu bölgede olabilecek en basit bir travma bile görsel algılama sisteminde büyük değişikliklere ve görsel kusurlar gibi sorunlara yol açabilmektedir.

1.2.2. Dilin Beyindeki Yerleşimi

Beyin, yüzyıllardır insanların farklı yöntemler deneyerek üzerinde çalıştığı bir organdır. Gelişen teknoloji sayesinde beyin üzerine ayrıntılı araştırmalar yapılmış olsa da, bilim insanları beynin henüz tam olarak keşfedilemediği konusunda birleşmektedir (Frühholz, Ceravolo, & Grandjean, 2011; Hahne, Eckstein, & Friederici, 2004; Leff et al., 2008). Yapılan araştırmalar ile birlikte daha önceleri beynin belirli bölgelerinin belirli fonksiyonlardan sorumlu olduğu düşüncesi zaman içinde değişikliğe uğramış ve beynin birçok alt sistemin ya da parçaların eşzamanlı çalışmasıyla ortaya çıkan bir sistemler sistemi olduğu görüşü kabul edilmeye başlanmıştır (Paradis, 2004). Bu görüş, dilsel faaliyetler için de geçerlidir. Önceleri sadece belirli beyin bölgelerinin dilsel faaliyetlerden sorumlu olduğu düşüncesi, yapılan araştırmalardan elde edilen bulgularla yerini daha geniş bir ağın bu faaliyetleri yönettiği görüşüne bırakmıştır (Kotz, Kalberlah, Bahlmann, Friederici, & Haynes, 2013; Zhang et al., 2018; Zhu et al., 2015).

Nörodilbilimsel bulgular çerçevesinde beyindeki dil çalışmalarına bakıldığında, dil işlevlerinin beyindeki oluşumuyla ilgili ilk görüşlerin 19.yüzyılın başlarında Viyanalı doktor Franz Joseph Gall (1758-1828) tarafından ortaya atıldığı görülmektedir. Gall, çözümlenmelerinde düzenek olarak kafatasına geçirilen bir tür şapka kullanmış ve kafatasının yüzeyindeki tümsekleri incelemiştir (Tanrıdag, 1993). Dil ve diğer entellektüel fonksiyonların kafatası üzerinde yer tespitini (lokalizasyonunu) de yapan Gall, beynin ön bölümlerinin dille ilgili olabileceğini söylemiştir. Gall'ın meslektaşlarından olan Johann Caspar Spurzheim (1776-1832) da Yunanca bir terim olan ve "zihin incelenmesi" anlamına gelen frenoloji sözcüğünü ortaya koymuştur. Spurzheim, beyinde farklı davranışları kontrol etmek üzere özelleşmiş alanların olduğunu savunarak dil, matematik, müzik ve birtakım karakter özelliklerinin korteks üzerinde farklı alanlarda yerleştiğini ve bu alanların kafatası üzerinde belirli bölgelere karşılık geldiği savını ortaya koymuştur (Lieberman, 2002).

Dilin, beynin iki yarım küresinden biriyle daha yakından ilgili olduğu düşüncesi ise ilk kez Marc Dax (1770-1837) tarafından dile getirilmiştir. 1836 yılında yayımlanan yapıtında Dax, bütün sol yarım küre hastalıklarının sözcük belleğini etkilemeyeceğini, fakat bellek bir beyin rahatsızlığı sonucu etkilenmişse, nedenin sol yarım kürede aranması gerektiğini söylemiştir (akt. Esmer, 2003: 17).

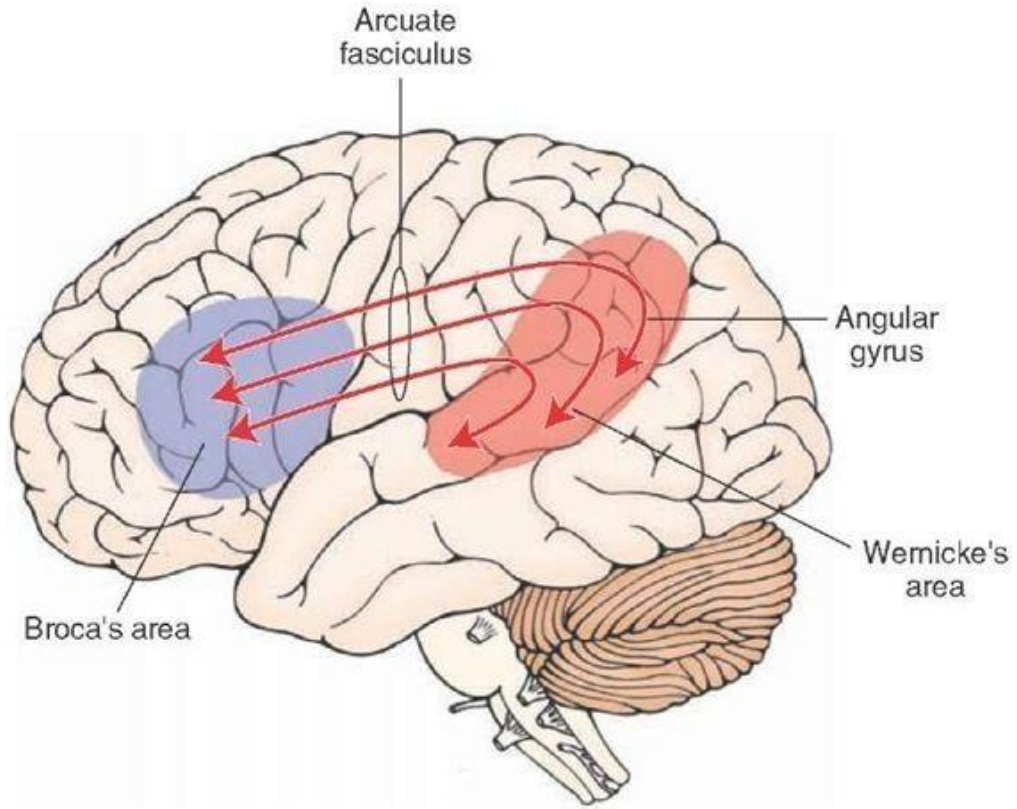
1860'lı yılların başlarına gelindiğinde Paul Broca (1824-1880) post-mortem çalışmaları ve patolojik incelemeleri sonucunda konuşma eyleminin gerçekleşmesinin, beynin sol yarım küresinde belirli bir bölgedeki hasar sonucu ortadan kalktığını ilk kez ortaya koymuştur. Broca, vücutlarının sağ tarafına felç gelmiş ve konuşulanları anladıkları halde konuşamayan hastalarının otopsilerinde bulunduğu ve beynin sol yarım küresinde frontal lobda yer alan lezyonları konuşmanın kaybından sorumlu tutmuştur (Esmer, 2003:18). Broadmann'ın 44 ile 45. alanlarına karşılık gelen bu bölge beynin posterior bölgelerini içermekte (Şekil 6) ve komşu alanlar tarafından üretilmiş olan seslerin konuşulan dil biçimine dönüştürülmesine yardımcı olmaktadır (Ergenç, 2000).

Alman nörolog Karl Wernicke (1848-1905) ise farklı dil problemleri olan hastalarla yapmış olduğu çalışmalar sonucunda Broca'nın hastalarından farklı özelliklere sahip olgular tanımlamıştır. Beyin hasarı geçiren hastalarının doğal konuşma problemlerinin bulunmadığına, fakat konuşmalarının anlamsız ve duyduklarıyla örtüşmeyen türden olduğuna dikkat etmiş ve bu hastaların konuşulanı anlamadıkları sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca Wernicke, konuşmaları akıcı ve engelsiz fakat karmakarışık ve anlaşılmaz,

anlamaları da önemli derecede bozulmuş hastaların otopsilerinde lezyonların sol yarım kürenin temporal lobunun üst ve arka tarafında konumlandığını belirlemiştir. Bu gözlemlere dayanan Wernicke, beynin sol yarım küresinde temporal lobun arka üst tarafındaki bölgenin anlama işlevinden sorumlu olan alan olduğunu bildirmiştir (Rosenzweig, Breedlove, & Watson, 2005). Brodmann'ın 22. kortikal alanına karşılık gelen bu bölge (Şekil 6), bireyin kendisinin ve çevresindekilerinin söyledikleri ile yazılı sözcükleri anlaması aynı zamanda da konuşmanın duyuşsal bileşenlerini oluşturmakla görevlidir.

Broca ve Wernicke alanları arasında yer alan ve yineleme işlevinden sorumlu kabul edilen arkuat fasikülüs liflerini de yine ilk olarak Wernicke tanımlamıştır (Tanrıdag, 1993). Brodmann'ın 22. ve 44. alanları arasında uzanım gösteren arkuat fasikülüs lifleri (Şekil 6), insanların karşılıklı olarak duyma ve konuşma şeklinde kesintisiz iletişim kurmalarını sağlamaktadır. Arkuat fasikülüs lezyonlarında, Wernicke ve Broca alanlarının bağlantısı bozulmakta olup iletim tipi afazi gelişmektedir. İletim tipi afazisi olan bireyler konuşma dilini anlayabilirler ve akıcı bir şekilde konuşabilirler ancak fonetik hatalar yaparlar ve konuşmayı tekrar etmekte güçlük çekerler. Bu bireylerin konuşması ve yazması akıcı ve parafazik olmakla birlikte hem sözlü hem de yazılı dili anlama becerileri korunmaktadır. Bununla birlikte konuşmayı tekrarlayamama problemi de yine arkuat fasikülüs liflerinin hasarını göstermektedir. Tekrarlayamama problemi, daha çok “veya”, “ve”, “eğer” gibi kısa gramatik sözcüklerde görülmekte, sayıları tekrar edebilme yeteneği ise kısmen korunmaktadır (Güryıldırım, 2014).

1891 ve 1892 yıllarında Dejerine (1849-1917) okuma ve yazma fonksiyonlarının lokalizasyonlarını belirlemeye yönelik çalışmalar yapmıştır. Dejerine, okuduğunu anlama ve yazı yazma bozukluğu gösteren bir olguda sol yarımkürenin posterior inferior parietal bölgesindeki angüler girüsün etkilendiğini ve bu alanın okuma ve yazma ile ilişkili olduğunu belirtmiştir. Angüler girüs dominant yarım küre inferior parietal lobda yer almaktadır (Şekil 6) ve bu alan temporo-parietal ikinci dereceden assosiyasyon kortekslerinin bir parçasıdır. Angüler girüs işitilenin yazılması, dokunulan cismin adının yazılması, görülen nesnenin adının yazılabilmesi ve okuma işlevleriyle ilişkili olan alandır (Ergenç, 2000).



Şekil 6. Dil işlemede görev üstlenen bölgeler

Angüler girüs ile Broca alanı arasındaki bağlantı süperior longitudinal fasikülüsün bir parçasıdır ve bu bağlantının işlevi sesli okumanın sağlanmasıdır (Tanrıdag, 1993). Angüler girüs ve Wernicke alanı arasındaki bağlantı ise anlama fonksiyonunun hem işitsel hem de görsel anlamlarıyla bir bütün olarak ortaya konmasından sorumludur. İnsanın doğumunda anatomik olarak var olan bu bağlantı daha sonra eğitim sonucu okuma-yazmanın öğrenilmesiyle fonksiyonel hale dönüşmektedir (Özcan, 2009).

Paul Broca ile Karl Wernicke'nin hastaların patolojik bulgularına dayanarak açıkladığı beyin ve dil ilişkisi beyin görüntüleme tekniklerinin kullanılmaya başlandığı 1980'li yılların başına kadar devam etmiştir. Ancak son dönemlerde beyin görüntüleme teknikleriyle çalışmalar yapan araştırmacılar, dilin beyindeki işleyişinin yalnızca hastaların dil davranışlarına bakılarak çözümlenmeye çalışılmasının her zaman için tutarlı sonuçlar vermeyeceği konusunda birleşmektedir (L Alba-Ferrara et al., 2012; Arsic, 2008; Fiez, Raichle, Balota, Tallal, & Petersen, 1996; Stowe, Haverkort, & Zwarts, 2005). Stowe ve arkadaşları (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, klasik dil işleme modelinin öne sürdüğü belirli alanların belirli faaliyetlerden sorumlu olduğu düşüncesinin, beyin

görüntüleme çalışmalarından gelen sonuçlar ve afazili hastaların dil davranışları tarafından doğrulanmadığı sonucuna ulaşmıştır. Araştırmacılar bu bulguları, konuşma üretiminin sadece Broca alanı, konuşmayı anlamının da sadece Wernicke alanı tarafından işlenmediği, bu iki dil işlevinin her iki beyin alanının ve diğer bazı alanların katılımıyla gerçekleştiği şeklinde yorumlamışlardır (Stowe et al., 2005). Benzer şekilde Fiez ve arkadaşları (1996) da nörogörüntüleme tekniklerinden PET yöntemini kullanarak yaptıkları çalışmalarında çeşitli dil işlemleri sırasında etkin olan beyin farklı bölümlerini fiziksel olarak tanımlamışlardır. Ayrıca araştırmacılar, farklı alanların sözcüklerin duyusal ve görsel olarak tanımlanmasından sorumlu olduğunu, sözcüğün kavranmasından ve üretilmesinden ise daha başka alanların sorumlu olduğunu belirtmişlerdir. Yine beyni uyaran N400 duyumsal ölçümlerde bağdaşık ve tutarlı tümcelerin işlemi sırasında farklı beyin bölümlerinin etkin olduğunu göstermişlerdir (Fiez et al., 1996). Ross ve arkadaşları (1988) ise araştırmalarında, inferior fronto-parietal hasarlı hastaların konuşma dilinin duygusal içeriğini belirlemede başarısız olduklarını dile getirmişlerdir (Ross, Edmondson, Seibert, & Homan, 1988). Bütün bunlar dilin beyindeki işleyişinin düşünüleninden daha yaygın bir alanda gerçekleştiğini göstermektedir.

1.2.2.1. Sol Yarımküre ve Dil Fonksiyonları

Beyin, sağ ve sol olmak üzere iki yarım küreden oluşmakta ve bu yarım küreler arasında asimetrik bir ilişki bulunmaktadır. Başka bir söylemle, beynin sağ yarım küresi vücudun sol tarafını, sol yarım küresi ise tarafını yönetmektedir (Bullmore & Sporns, 2009). Beyin yarım küreleri arasındaki bağlantı korpus kallozum adı verilen sinir liflerinden oluşan bir bağ ile sağlanmaktadır. Her bir yarım kürenin belirli fonksiyonları bulunmaktadır. Belirli bir işlevin yerine getirilmesinde eğer bir yarım küre diğerine göre daha baskın (dominant) ise buna serebral dominans adı verilmektedir. Dil fonksiyonları için baskın olan yarım kürenin ise sol yarımküre olduğu bildirilmektedir (Dosenbach et al., 2007).

Sezik (2002), sol yarım kürenin beyin matiksal yönünü temsil ettiğini, ek olarak akılcı, analitik, indirgeyici, dilsel, görsel ve sözel işlevlerin de yine bu yarım küre ile ilişkili olduğunu belirtmektedir. Araştırmacıya göre, çözümsel düşünme ve sözlü tepkilerin kontrol edilmesi, ayrıca konuşma dili, okuma, yazma, nesnelere üzerinde düşünme ve onları isimlendirme de sol yarım küre işlevleri arasında yer almaktadır (Sezik, 2002).

Alder (2000)'e göre de beynin sol yarım küresi, isimlerin hafızaya alınmasını sağlamakta ve nasıl sesletileceğini belirlemektedir. Yine bu yarım kürede kelimelerin sadece kelime anlamları bulunmakta ve diğer anlam özellikleri yer almamaktadır. Ayrıca sol yarım kürede bilgiler doğrusal olarak dizilmektedir (Alder, 2000).

Smith (1986) ise beynin sol yarım küresinin sözlü ya da aritmetik problemlerin çözümünde daha yeterli bir uzmanlığa sahip olduğunu, yine bilinç kavramı üzerinde de bu yarım kürenin etkili olduğunu belirtmektedir (Smith, 1986).

Birkenbihl (2007) de sol yarım kürenin dil ve dil merkezli işlevlerde uzmanlaştığını ayrıca dilin matematiksel yönünün de buradan idare edildiğini bildirmektedir. Ayrıca araştırmacıya göre detaylandırma, kelime odaklı düşünme ve cümlelerin dil bilgisi yönünden analizi de bu yarım kürede gerçekleşmektedir (Birkenbihl, 2007).

Dil fonksiyonlarında dominant yarım küre ile el kullanım baskınlığı yönü arasında da çapraz bir ilişki vardır. Yapılan araştırmalar, sağ elini dominant olarak kullanan bireylerin %97'sinde dil fonksiyonunun sol yarım küre aracılığı ile gerçekleştiğini göstermiştir (Obler & Gjerlow, 1999). Sol ellerini dominant kullanan bireylerde ise dil fonksiyonlarının gerçekleşmesinde yine %60-65 oranında sol yarım kürenin, %35-40 oranında da sağ yarımkürenin baskın olduğu bildirilmiştir (Öge, 2004; Yaltkaya, 2000).

Sol yarımkürenin dil fonksiyonlarında baskın olduğu kabul edilmesine rağmen, bu yarım küredeki hangi beyin alanının hangi dil becerisinden sorumlu olduğunu belirlemek oldukça zordur (Hauser & Josephson, 2013; Ritchie, Hsarrison, Zantop, & Harrison, 1997). Dehaene-Lambertz ve arkadaşları (2006) makroskopik ve nöroanatomik düzeyde yaptıkları çalışmalarında, sol temporal bölgenin üst tarafında bulunan Planum Temporale alanının sağ yarım küredeki eşdeğer alana göre daha büyük olduğu sonucuna ulaşmış ve bunu da sol yarım kürenin dilsel işlemeyle sorumlu olduğu şeklinde yorumlamışlardır (Dehaene-Lambertz, Hertz-Pannier, & Dubois, 2006). Tzourio-Mazoyer ve arkadaşları (2004) da ifade edici dil becerileri ile anlama becerilerini karşılaştırdıkları çalışmalarında ifade edici dil becerileri ve anlama becerilerinin tutarlı bir şekilde sol yarım kürenin sorumluluğunda olduğunu belirtmişlerdir (Tzourio-Mazoyer, Josse, Crivello, & Mazoyer, 2004). Sakai (2005) ise yaptığı çalışmasında sol frontal alanların sözdizimsel işleme için özelleştini bildirmiştir (Sakai, 2005). Benzer şekilde, Friederici (2002) tarafından yapılan çalışmada da sözdizim ve anlam bilgisinin sol yarım kürenin sorumluluğunda olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Friederici, 2002).

1.2.2.2. Sağ Yarımküre ve Dil Fonksiyonları

Beynin sağ yarımküresi görsel, hareketsel ve işitsel imgelerin merkezidir (Özcan, 2009). Ayrıca bu yarımküre yüzleri tanıma, mizah üretme ve algılama konularında da oldukça önemli işlevlere sahiptir. Sol yarımküre konuşma üretiminde daha baskın olsa da, ses tonu ve konuşmadaki duyguları ayırt etme yeteneği sağ yarım kürenin özellikleri arasındadır. Konuşma üretimi sırasında ifade, ritim ve melodi gibi prozodik özellikler de yine bu yarım küre tarafından yürütülmektedir. Aynı zamanda yapılan çeşitli klinik çalışmalarda jest, mimik ve vücut diliyle iletişim kurmanın sağ yarım küre tarafından gerçekleştirildiği sonucuna ulaşılmıştır (Ojemann, 1983; Pulvermüller, Hauk, Nikulin, & Ilmoniemi, 2005; Simon, Mangin, Cohen, Le Bihan, & Dehaene, 2002).

Sağ yarımkürenin bilgiyi bütünsel olarak değerlendirmeye fırsat veren nöral yapısı dil fonksiyonlarının farklı boyutta işlenmesini mümkün kılmaktadır (Mergen, 2010). Literatürde dil fonksiyonlarının ağırlıklı olarak sol yarım kürenin işlevleri arasında olduğu belirtilse de, son dönemlerde araştırmacılar beynin sağ yarımküresinin de dil becerileri üzerinde oldukça etkili olduğu konusunda birleşmektedir (Kotz et al., 2013; Zhang et al., 2018; Zhu et al., 2015). Seliger (1982)'e göre daha önceleri dil becerileri açısından "boş" olduğu iddia edilen sağ yarım küre, dil işlemlerde, özellikle de ikinci dil öğreniminde aktif görev almakla birlikte sol yarım küreyi tamamlayıcı bir rol de üstlenmektedir (Seliger, 1982). Paradis (2004) ise sağ yarım kürenin dilin edimbilimsel özelliklerinden sorumlu olduğunu belirtmektedir (Paradis, 2004). Paradis (2004)'i destekler şekilde Obler ve Gjerlow (1999) da sağ yarım küre hasarı olan bireylerin dilin edimbilimsel yönünü kullanamadığını, yine bu tür hastaların entonasyon ve bunun taşıdığı duygu yükünü dinleyenlere aktarma da ve aynı zamanda da aktarılanı anlamada başarısız olduklarını ifade etmektedir. Ayrıca araştırmacılar bu tür hastaların konuşma sırasında duruma uygun kelime seçiminde de yetersiz olduklarını ve birden fazla anlamı olan kelimeleri hem kullanma hem de anlamada sorun yaşadıklarını belirtmişlerdir (Obler & Gjerlow, 1999). Ayrık beyin çalışmalarının sonuçlarına odaklanan Gazzaniga (2003) ise sağ yarımkürede gelişmiş bir sözdizim kapasitesi bulunmadığı halde bu yarım kürenin sahip olduğu kelime bilgisinin dikkat çekici olduğuna dikkat çekmiştir (Gazzaniga, 2003).

Beynin sağ yarım küresinin dil üzerindeki rollerinden biri, dili parçalar üstü birimlerle yönlendirmesidir. Konuşma sırasında sıralanan cümleler sol yarım küre tarafından idare edilirken, konuşmaya eşlik eden jest ve mimikler de sağ yarım küre tarafından yönetilmektedir (Onan, 2010). Yine bir metin içerisindeki eklerin, sözcüklerin, sözcük

öbeklerinin, cümlelerin ve nihayetinde metnin vurgu ve tonlaması da beynin sağ yarım küresinde gerçekleştirilmektedir (Friederici, 2002). Buradan hareketle konuşmanın sadece beynin sol yarım küresine ait bir beceri olmayıp her iki beyin yarım küresinin eş güdümü ile gerçekleşen bir dil becerisi olduğu söylenebilir. Ayrıca son yıllarda yetişkin afazili hastalar üzerinde yapılan beyin görüntüleme çalışmaları da dil becerilerini tekrar kazanmada sağ yarım kürenin rolüne dikkat çekmektedir (Abo et al., 2004; Jung et al., 2010; Mohr, Difrancesco, Harrington, Evans, & Pulvermüller, 2014). Musso ve arkadaşları (1999) tarafından yapılan PET görüntüleme çalışmasında, Wernicke afazili hastalar incelenmiş ve tedavi sürecinden sonra Wernicke alanının sağ yarım küredeki eşdeğer alanı olan üst temporal girüste aktivasyon olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar bu bulguyu, sağ yarım kürenin telafi edici bir rolü olduğu şeklinde yorumlamışlardır. Yine Mohr ve arkadaşları (2014) kronik akıcı olmayan afazili hastaların iki haftalık yoğun dil terapi süreçlerini fMRI yöntemi ile incelemiş ve çalışma sonunda hastaların karmaşık yapıdaki cümleleri dinlemeleri sırasında sağ yarım kürede aktivasyon gözlediklerini belirtmişlerdir (Mohr et al., 2014). Benzer şekilde, Gazzaniga (2003) de komisürotomi geçiren bir hastanın 13 yıl sonra bazı dil becerilerini geri kazandığını ve bu hasta üzerinde yaptığı araştırmalarda hastanın “sağ yarım küresi ile konuşabildiğini” bildirmiştir (Gazzaniga, 2003). Alanyazında plastisite (esneklik) olarak adlandırılan bu durum beynin herhangi bir hasardan sonra kendisini tekrar organize etme ya da yapılandırma yeteneğinin sonucu şeklinde yorumlanmaktadır (Caplan, 1987).

Beynin işlevleri, kesin sınırlarla belirlenmiş bölümlere atfedilmeyecek kadar karmaşık ve yoğun aktiviteler içermektedir. Hemen hemen tüm zihinsel oluşumlar için sağ ve sol yarım küreler birlikte çalışmaktadır. Bu yüzden beyinde birbirinden tamamen ayrılmış ve bağımsız çalışan iki parça olduğu düşüncesinin yanlış olduğu belirtilmektedir. Nitekim ortaya çıkan yeni yaklaşımlar beynin bu iki yarım küreyle sınırlandırılarak incelenmesinin çok doğru bir anlayış olmadığını savunmaktadır (Mahmoodzadeh, 2015; Sezik, 2002; D Wildgruber, Ackermann, Kreifelts, & Ethofer, 2006).

1.2.3. Dilin Bileşenleri ve Beyindeki İşlemlenmesi

Dilin düzenlenmesinde ve düşünce ile somuta dökülmüş ses arasında birtakım aşamalar bulunmaktadır (Uzun, 2000). Chomsky (2014) bu aşamaların tamamlanmasında dilin sesbilimsel, sözdizimsel ve anlambilimsel bileşenlerinin önemine dikkat çekmektedir (Chomsky, 2014).

Tanrıdağ (1993) ise nörodilbilimin gelişmesi sayesinde dilin temel bileşenleri olarak kabul edilen sesbilim, sözdizim ve anlambilimle ilgili olan beyin alanlarının tanımlanabildiğini ve buna ek olarak kültürel evrimle beyindeki dil organizasyonunun gelişmişlik düzeyi arasında paralellikler kurmanın da mümkün olduğunu ifade etmektedir (Tanrıdağ, 1993).

1.2.3.1.Sesbilimsel Bileşen

Dil sözcüklere, sözcükler de düzenli bir biçimde seslemlere ve tek tek konuşma seslerine bölünebilmektedir. Dilin sesbilimsel bileşeni, bu sesler dizgesinin kodlanması olarak tanımlanabilir. Konuşurken, kişinin zihninde bulunan sesbilimsel bileşen ses yolu düzenlemelerinin bir dizgesini belirlemekte ve beyin de bu dizgeyi ses yolu kaslarına nasıl davranmaları gerektiğini söyleyen komutlara dönüştürmektedir. Yine konuşulanı duyarken de beyin, işitsel sinirlerden gelen sürekli ve iç içe bulunan verileri, bu türden bir ses yolu konumları dizgesine dönüştürmektedir (Ergenç, 2000:122).

Konuşma sesleri beyinde, ayırıcı özellikler olarak adlandırılan daha özel birimler şeklinde depolanmaktadır. Ayırıcı özellikler yoluyla elde edilen sesler arası ilişkiler, söyleyişin işleyiş düzenini de açıklamaktadır. Konuşma seslerinin ve ayırıcı özelliklerin yanısıra sesbilimsel bileşenin işleyişinde, beynin sağ yarım küresinde organize olduğu kabul edilen prozodi dizgesinin de oldukça önemli bir işleve sahip olduğu belirtilmektedir (Esmer, 2003; Özçelik & Nagai, 2010). Beynin konuşma seslerini algılama süreci oldukça karmaşıktır. İşitsel girdi, seslerin tek tek sesletilmesi biçiminde olmamaktadır. Beynin ses kodlarını çözümlendiği bölgede hem seslerin hem de sözcüklerin arasındaki sınır belirlenmektedir, Bu sayede yavaş ve hızlı konuşma, alçak bir ses tonuyla ya da fısıltı şeklinde çıkarılan konuşma sesleri de algılanabilmektedir (İ Ergenç, 2008).

Son dönemlerde yapılan nörogörüntüleme çalışmalarının bulguları, dilin sesbilimsel bileşeninin işlenmesinden beynin sol üst temporal girüsün arka bölümünde bulunan Wernicke alanının sorumlu olduğunu göstermiştir (Démonet, Thierry, & Cardebat, 2005; Zhang et al., 2018). Benzer şekilde Obler ve Gjerlow (1999) da Wernicke alanının işitsel uyarıların anlamlandırıldığı ve bunların dile ait sesler olup olmadığına karar verildiği beyin alanı olduğunu bildirmişlerdir (Obler & Gjerlow, 1999). Ancak, Stowe ve arkadaşları (2005) ifade edici dil becerilerinin değerlendirilmesine yönelik yaptıkları beyin görüntüleme çalışmalarından elde ettikleri veriler doğrultusunda, Broca alanının yanısıra Wernicke alanında da aktivasyon görüldüğünü ve bu alanın sadece işitsel dil uyarılarını

işlemlerden sorumlu olmadığı şeklinde yorumlanması gerektiğini ifade etmişlerdir. Araştırmacılar bu bulgulardan hareketle 22 numaralı Brodmann alanı olarak bilinen Wernicke'nin, sözcüksel işlemlerin de yapıldığı heterojen bir alan olarak düşünülebileceğini önermişlerdir (Stowe et al., 2005).

1.2.3.2. Sözdizimsel Bileşen

Sesletilip anlaşılabilen sözcüklerin uygun dizilişler haline getirilmesi bir diğer ifade ile tümceler ve tümcecikler olarak birleştirilmesini sağlayan dilin sözdizimsel bileşeni, sestten anlama giden yoldaki aşama olarak tanımlanabilir (Uzun, 2000).

Üretici-dönüşümsel dilbilim çalışmaları, yüzey yapıda farklılık göstermesine rağmen, derin yapıda beynin işleyişine uygun bir evrensel dilbilgisinin kurallarını, öbeklemeler ve dönüşümler yoluyla açıklamaya çalışmaktadır. Buna göre, insan beyinde var olan ve doğuştan hazırlandığı varsayılan zihinsel dilbilgisi ya da evrensel dilbilgisi, dili edinme sürecini harekete geçiren sözdizimsel bileşenin önemli bir yapısını oluşturmaktadır (İclal Ergenç, 2000). Sakai ve arkadaşları (2004) birçok beyin görüntüleme çalışmasının sonuçlarını değerlendirdikleri derlem çalışmalarında, beyinin sol alt frontal bölgesinde bulunan ve Brodmann'ın 44 ile 45. alanlarına karşılık gelen Pars Opercularis ve Pars Triangularis ile Brodmann'ın 6.,8. ve 9. alanlarına karşılık gelen sol lateral Premotor Korteksin dilbilgisel işlemlerden sorumlu olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, sözü edilen bu alanları da "dilbilgisi merkezleri" olarak nitelendirmişlerdir (Sakai, Miura, Narafu, & Muraishi, 2004).

Birçok dilbilimci için insan dilinin belirleyici bir özelliği olan sözdizimsel bileşen, diğer türlerin iletişim sistemlerinde bulunmamaktadır. Lieberman (2002) yaptığı çalışmada Brodmann'ın 44. ve 45. kortikal alanlarına karşılık gelen Broca alanını "beyindeki sözdizim organı" olarak tanımlamış, ayrıca bu alanın cümlelerin anlaşılması için gerekli sözdizimsel analizin yapılmasında da görev aldığını bildirmiştir (Lieberman, 2002). Sözdizimden sorumlu olduğu ifade edilen Broca alanının dil işleme sırasında işlek bellek süreçlerine de dâhil olduğu bilinmektedir. Nitekim Demonet ve arkadaşları (2005) yaptıkları fonksiyonel beyin görüntüleme çalışmasında, katılımcıların hatırlarında tutmaları için tekrarlamaları gereken bilgilerin Broca alanında aktivasyon artışına sebep olduğunu belirtmişlerdir (Démonet et al., 2005).

Sözdizimsel işlemede bazal gangliaların da önemli rol oynadığı bilinmektedir. Moro ve arkadaşları (2001), nörogörüntüleme tekniklerinden fMRI yöntemini kullanarak yaptıkları çalışmalarında, katılımcılara birtakım cümleler vererek cümlelerdeki sözdizimsel aykırılıkları tespit etmelerini istemişler ve bu esnada bazal gangliada aktivasyon olduğunu bildirmişlerdir (Moro et al., 2001). Aynı araştırmanın sonuçları, sözdizimsel işlemlenin tek bir alanın sorumluluğunda olmadığını, sağ ve sol yarım küredeki neokortikal alanlar ile serebellumun da bu sürece dâhil olduğunu ortaya koymuştur. Dil üretiminde bazal gangliaların belirli bir sırayı takip eden faaliyetlerin yerine getirilmesinden sorumlu olduğu belirtilmektedir (Lieberman, 2002; D Wildgruber et al., 2006). Ullman (2004) ise bazal gangliaların işlemsel bellek sistemindeki yerine işaret ederek bu beyin alanının frontal alanlarla olan bağlantısının dilbilgisel süreçlerle ilişkili olduğunu savunmaktadır (Ullman, 2004).

1.2.3.3. Anlambilimsel Bileşen

Beyindeki soyut dilin anlambilim düzlemindeki işleyişini düzenleyen ve yorumlayıcı özelliğini taşıyan yapı anlambilimsel bileşeni oluşturmaktadır. Anlambilim düzleminde en küçük anlamsal ayırt edici birim ise anlamsal bileşendir. Anlamsal bileşen, içeriğin biçiminin temel birimidir ve göstergenin içerik düzlemiyle ilgilidir.

Yapılan nörogörüntüleme çalışmalarından elde edilen veriler, sözcüksel-anlambilimsel işlemeden beyin sol temporo-parietal alanın dışında bulunan ve Broadmann'ın 39. kortikal alanına karşılık gelen angüler girüs ile 40. kortikal alanına karşılık gelen supramarjinal girüsün sorumlu olduğunu göstermiştir (A. Martin & Chao, 2001; Moritz-Gasser, Herbet, & Duffau, 2013; Yi, Criminisi, Shotton, & Blake, 2009). Ancak, dilin anlambilimsel olarak işlenmesi birçok bilişsel faktörle de yakından ilgili olduğu için, farklı beyin alanlarının da bu sürece dâhil olduğu düşünülmektedir (Mergen, 2010).

Alanyazında dil girdisini bütünüyle anlamak için sadece sözcüksel-anlambilimsel açıdan ayrıştırmanın yeterli olmadığı, dilin sözdizimsel yapısının da çözümlenmesi gerektiği ifade edilmektedir (Moro et al., 2001; Sakai et al., 2004; Yi et al., 2009). Bu anlamda sözcük bazında yapılan sözcüksel-anlambilimsel çözümlenmenin, dilin anlamını çıkarmak için yapılan çözümlenmeden farklı beyin mekanizmalarının katılımıyla mümkün olacağı, bunun da dil işlenmesi sırasında çok sayıda beyin alanının birbiriyle koordineli çalışmasıyla gerçekleşeceği düşünülmektedir.

1.2.4. Dil Sisteminin İşleme Süreci

Dil işleme, ana çizgileriyle işitsel ve görsel uyarıların algılanarak sözlü ya da yazılı bir biçimde ifade edilmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Posner & Petersen, 1990). Dil girdisinin işlenmesi sürecinin, dili ifade etme becerisine göre daha kolay olduğu bilinmektedir. Çünkü dili anlamak için dışardan gelen bir uyarıya aktive olan nöral yapılar, dili ifade etme sürecinde bu uyarıyı kendileri oluşturmak durumundadır. Bu sebeple, ifade etme becerisinin daha düşük bir aktivasyon eşiği gerektirdiği söylenebilir. Başka bir ifadeyle, aynı aktivasyon eşiğine sahip bir ifadeyi anlamak mümkün olduğu halde, onu ifade etmek mümkün olamamaktadır (Paradis, 2004). Bunun yanı sıra anlama becerisinin daha pasif ve otomatik bir süreç olduğu düşünülmektedir.

Patoloji çalışmalarının sonuçlarına dayanan klasik görüşe göre anlama ve ifade etme becerileri, beyinde belirli alanlarda lokalize olmuştur. Ancak, gelişen teknolojiyle birlikte yapılan beyin görüntüleme çalışmaları bu iki dil becerisinin kesin çizgilerle ayıramayacağını ortaya koymaktadır. Stowe ve arkadaşları (2005) beyin görüntüleme yöntemlerinden fMRI tekniğini kullanarak yaptıkları çalışmalarında klasik dil alanları olarak bilinen Broca ve Wernicke'nin hem anlama hem de ifade etme sürecinde aktive olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar bu durumu sözü edilen beyin alanlarının anlama ve ifade etme faaliyetlerine farklı şekillerde katkıda bulunduğu şeklinde yorumlamışlardır (Stowe et al., 2005).

Dil girdisinin işlenmesi, duyuşal yollarla algılanan dilsel bilginin farklı düzlemlerde işlenmesi ve bu bilginin entegre edilmesiyle gerçekleşmektedir. İşitsel veya görsel yolla algılanan dil girdisinin çözümlenmesi ise cümlelerin dilbilgisel ve anlamsal olarak işlenmesiyle olmaktadır (Mergen, 2010). Son derece karmaşık olan ve milisaniyeler içinde gerçekleşen bu işlem için cümlede sözü edilen kişi veya kişilerin, bunların ne yaptıklarının, içinde buldukları durum veya durumların ayrı ayrı analiz edilmesi aynı zamanda da cümlenin bir bütün olarak anlamının ortaya çıkarılması gerekmektedir (Kroll & Dussias, 2013).

Alanyazında işitsel dil girdisinin işlenmesi üzerine yapılan bazı çalışmalarda temporal lobun ön bölümlerinin cümle ve metin anlamada aktivasyon gösterdiği ifade edilmektedir (Hickok & Poeppel, 2000; Newman et al., 2003). Bunun yanı sıra karmaşık ve anlamı belirsiz tümcelerin işlenmesinde rol oynayan Broca alanının da sözcüksel birimlerden sorumlu olduğuna dikkat çekilmektedir (Mergen, 2010). Yine sözdizimsel karmaşıklığın özellikle de belirsizliğin artmasına paralel olarak motor alanlar ile serebellumun da bu

sürece dâhil olduğu belirtilmektedir. Stowe ve arkadaşları (2005) tarafından yapılan fMRI çalışmasında cümlelerin anlamsal açıdan işlenmesinin zorlaştığı durumlarda sol ve sağ frontal alanlarda aktivasyon görüldüğü bildirilmiştir. Bu sonuçlar, anlama faaliyetlerinin klasik modelde belirlenenden çok daha fazla beyin alanının katılımıyla gerçekleştiği şeklinde yorumlanmıştır (Stowe et al., 2005). Benzer şekilde Papathanassiou ve arkadaşları (2000) da yaptıkları PET çalışmasında işitsel uyarıların işlenmesi sırasında sol temporal alanın yanısıra, sağ yarım kürenin de aktive olduğunu saptamışlardır (Papathanassiou et al., 2000). Bu bulgulardan hareketle dilin beyinde birden fazla parça içeren nörofonksiyonel bir sistemde temsil edildiği söylenebilir.

Anlamalı bir konuşmadaki işitsel uyarıların işlenmesi birtakım işitsel ve dilsel süreçleri içermektedir. Bunlar, işitsel uyarıların analizi, sesbilgisel özelliklerin tanınması, sözdizimsel analiz ve anlamlandırma (Mergen, 2010). Literatürde dilin işlenmesi süreci farklı dil özelliklerinden hareketle açıklanmaya çalışılmış ve bunun sonucunda da çeşitli dil işleme modelleri ortaya çıkmıştır. Dil işleme psikodilbilimsel bir yaklaşımla açıklamaya çalışan modellerin daha çok yazılı dili anlama üzerine yoğunlaştığını ve konuşmanın prozodik özelliklerinin göz ardı edildiğini savunan Friederici (2002), dilin prozodik özelliklerini vurgulayan ve konuşmayı cümle düzeyinde işlemeye dayalı üç aşamalı bir model önermiştir. Buna göre birinci aşamada sözcüksel bilgiye dayalı sözdizimsel işleme, ikinci aşamada sözcüksel-anlambilimsel ve biçim-sözdizimsel işleme, son aşamada ise farklı türden bilgilerin entegrasyonu gerçekleşmektedir. Friederici (2002) bu süreçlerden bilateral temporo-frontal ağın sorumlu olduğunu belirterek sözdizimsel ve anlambilimsel tanımlamaların temporal alanlarda, bunların entegrasyonunun ise frontal alanlarda gerçekleştiğini ifade etmiştir. Yine bu modele göre sözdizimsel analizin anlamdan bağımsız olduğu ve ondan önce geldiği vurgulanmış daha sonraki aşamada da entegrasyonun sağlandığı ve prozodik işleminin sağ yarımkürede gerçekleştiği belirtilmiştir (Friederici, 2002). Bu görüşe karşıt olan Hagoort (2003) ise Birleştirici Model olarak tanımlanan bir dil işleme modeli önermiştir. Bu modele göre her sözcüğün zihinsel sözlükçede yapısal bir karşılığı bulunmaktadır. Bu sözcüklere sözlü ya da yazılı olarak maruz kalınması durumunda bu öğeler bellekten çağırılmakta ve dil girdisinin işlenmesi gerçekleşmektedir (Hagoort, 2003). Bu görüşünün sağlaması niteliğinde olan diğer bir çalışmada Hagoort (2005), dil işleme sürecinin gerçekleşmesinde sol alt frontal girüsün önemli bir rol oynadığını belirtmiş ve literatürde yapılan elektrofizyoloji çalışmalarının çoğunun da bu görüşü desteklediğini savunmuştur. Ayrıca Hagoort (2005), beyin görüntüleme yöntemleriyle

yapılan diğ er araştırmalarda aktif olduğu ortaya çıkan beyin alanlarının da bu çalışmanın sonuçlarıyla örtüştüğünü bildirmiştir (Hagoort, 2005).

Son yıllarda yapılan beyin görüntüleme çalışmaları farklı dil özelliklerinin beyinde özelleşmiş alanlar tarafından gerçekleştirildiğine işaret etmektedir (Mergen, 2010). Bu çalışmalarda dili anlamının sol yarım kürede bulunan temporal lobun sorumluluğunda olduğundan (Obler ve Gjerlow, 1999: 25), işitsel dil girdisinin işlenmesinde ise iki ayrı sinir yolundan bahsedilmektedir. Bunlar ventral ve dorsal yollar olarak adlandırılmaktadır. Sol yarım kürede temporal-parietal-okspital bileşke olarak bilinen alanda olduğu düşünölen ventral yol, zihinsel sözlükeye erişim aşamasında kullanılmakta ve duyuusal uyarıların anlamsal olarak işlenmesini sağlamaktadır (M. Mesulam, 2004). Inferior parietal ve frontal sistemlerde yer alan dorsal yolun ise, duyuusal ve motor işlenmenin entegrasyonunda rol oynadığı belirtilmektedir (Hickok & Poeppel, 2000).

Dilin cümle bazında işlenmesi süreci, sözcüklerin anlamlarının sadece olduğu gibi birer birer çıkartılması anlamına gelmemektedir. Aksine eylemler ve üyeleri arasındaki ilişkiler sözdizimsel analiz ile anlamlandırma sürecinde oldukça önemlidir. Bunun yanısıra cümlelerin işlenmesinde çekim eklerinin kullanımı da ayrıca bir gereklilik oluşturmaktadır. Dilbilgisel rollerin belirlenmesinde önemli olan bu ekler özellikle de serbest sözdizimi olan diller için son derece önem taşımaktadır (Friederici & Weissenborn, 2007). Konuyla ilgili olarak elektrofizyolojik ve beyin görüntüleme yöntemleriyle yapılan çalışmalar, katılımcıların anadilinde ve ikinci dilindeki cümlelerin sözdizimsel, anlambilimsel ve biçimbilimsel işlenmesi sırasındaki beyin görüntülerini açıklığa kavuştururken, davranış çalışmaları da bireylerin bunu ne kadar çabuk ve doğru olarak yapabildiklerini ortaya koymaktadır. Kutas ve Hillyard (1980) elektrofizyolojik yöntemlerden ERP (event-related potential) tekniğini kullanarak yaptıkları çalışmalarında, beyinde anlambilimsel işlenmenin 250 ms'de başladığını ve cümlede anlambilimsel bir hata olması durumunda negatif potansiyelin orta parietal alanda 400 ms'de en üst noktaya çıktığını bildirmişlerdir (Kutas & Hillyard, 1980). Dil ve beyin ilişkisini ele alan araştırmacılar için öncü niteliğinde olan bu çalışmanın bulguları sözdizimsel işlenmenin anlambilimsel işlenmeden farklı olup olmadığı sorusunu gündeme getirmiştir. Bu sorudan hareket eden Osterhout ve Holcomb (1992) da yaptıkları ERP çalışmasında sözdizimsel hata içeren cümleleri dinleyen bireylerden alınan beyin sinyallerinin 600 milisaniyede en üst noktaya ulaştığını belirtmişler ve dilbilgisel analiz ile anlambilimsel analizin farklı, ancak birbiriyle etkileşim içinde

olduğunu ifade etmişlerdir (Osterhout & Holcomb, 1992). Sözdizimsel analizin, diğer dil özelliklerinden önce geldiğini savunan Friederici (2002) tarafından yapılan elektrofizyolojik çalışmada ise sözdizimsel bir hata içeren cümlelerin 100-300 ms içerisinde işlendiği, takip eden 300-500 milisaniyelik zaman diliminde de anlambilimsel ve biçimbilimsel değerlendirmenin gerçekleştiği belirtilmiştir. 500-1000 milisaniyelik zaman dilimi içerisinde farkedilen hatanın çözümlenmesi ve düzeltilmesinin yer aldığı çalışmanın sonunda 600 milisaniyede beyindeki aktivasyonun en üst düzeye ulaştığı saptanmıştır (Friederici, 2002). Bunun dışında dil işlemlerde dilbilgisel ve anlambilimsel çözümlenmenin iki ayrı sistem tarafından gerçekleştiğini savunan Kuperberg (2007) de sözdizim merkezli olmayan dinamik bir model ortaya koymuştur (Kuperberg, 2007). Bu modele göre anlama sürecinde birbirinden farklı en az iki sistemin sürekli bir etkileşim içinde olduğu belirtilmektedir. Anlamsal bellek temelli olan ilk sistem, işitsel veya görsel dil girdisini sözcüksel ve ulamsal ilişkiler açısından bellekteki mevcut bilgiyle karşılaştırmaktadır. Bu sisteme paralel olarak ilerleyen ve birleştirici bir özelliğe sahip ikinci sistem ise üye yapılar, roller, anlambilimsel kısıtlamalar ve biçim-sözdizim düzleminde değerlendirme yapmaktadır. Bu değerlendirme dili anlamlandırma sürecinde devam etmektedir (Mergen, 2010). Ayrıca Kuperberg (2007), yapılan ERP çalışmalarında elde edilen N400 ve P600 etkilerinin bu iki sisteme karşılık geldiğini belirtmektedir.

1.3. PROZODİ

Prozodi, dilin parçalı sesbirimsel özelliklerini taşımayan ve beyin sağ yarım küresinde konumlandığı varsayılan yorumlayıcı bir sesbilimsel bileşendir (Bekâr, 2013). Konuşmanın estetik yönünü oluşturarak ses- söz uyumu ve ses - anlam bütünlüğünü temsil eden bu dilbilim terimi, konuşmada vurgu, ton, ezgi, süre, sınır, durak gibi parçalarüstü birimlerin (supra segmental pairs) dilin fonetik, semantik ve sentaks kurallarına uygun olarak üretilmesini ifade etmektedir (Crystal, 2011).

Whalley ve Hansen (2006), prozodinin bütün evrensel dillerde kendini gösteren dilbilime ait bir alt sistem olduğunu ifade etmektedir (Whalley & Hansen, 2006). Ancak prozodi evrensel bir kavram olmasına rağmen dilin yapısına göre farklılıklar gösterebilmektedir. Bu özelliği dolayısıyla Kuhn ve arkadaşları (2010) prozodiyi, ait olduğu dilin müziği olarak tanımlamaktadır (Kuhn, Schwanenflugel, & Meisinger, 2010).

Dilin sahip olduğu prozodik desen, sözcük ve dilbilgisi yapısıyla karşılıklı olarak etkileşim halindedir (Silverman et al., 1992; Zubizarreta, 1998). Bu etkileşim, günlük yaşamda kullanılmasına rağmen çoğu zaman eksikliği ortaya çıkana kadar fark edilememektedir. Nelson ve arkadaşları (1980), dilin prozodik desenini oluşturan bu etkileşime karşı duyarlılığın çocukluk döneminde daha yoğun olduğunu belirtmektedir (Nelson, Hirsh-Pasek, Jusczyk, & Cassidy, 1989). Çünkü seslerin kazanılmaya ve ifade edilmeye başlandığı bu dönemde çocuklar erken yaşlardan itibaren anne ve babasının ses tonuna karşı duyarlılık göstermektedir ve bu duyarlılık çocuklardaki sözdiziminin oluşmasına yardımcı olmaktadır. Buradan hareketle çocukluk döneminde verilen uygun ipuçları ve düzgün konuşma davranışlarının çocuğun kendi diline ait prozodik özellikleri öğrenmesi açısından son derece önemli olduğu söylenebilir.

Prozodik öğelerin düzenlenmesi, insan dilinin edinim ve gelişiminin erken dönemlerinde gerçekleşmesine karşın prozodinin anlaşılması ve sergilenmesinin öğrenilmesi gelişim sürecinde uzun zaman almaktadır (Türkbay ve Cöngöloğlu, 2007). Bunun yanısıra alanyazında prozodinin hem dilin diğer bileşenleriyle sürekli etkileşim içinde olması hem de sensorimotor doğası ve bazı nörolojik özellikleri bakımından, konuşmanın oluşumu ve şekillenmesinde birincil işlemler içinde değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Sidtis & Sidtis, 2003). Nitekim son yıllarda yapılan fonksiyonel beyin görüntüleme ve konuşma analizi (akustik ve kinematik) çalışmalarının sonuçları da bu görüşü desteklemektedir (Loevenbruck, Baciú, Segebarth, & Abry, 2005; Özçelik & Nagai, 2010).

Crystal (1992) dildeki prozodi dizgesinin, bir tümcedeki söz öbekleri üzerinde oluşan ton değişimlerinin tümünü kapsayan *ezgi (intonation)* ve onu oluşturan *odak (focus)*, *ton (tone)*, *durak (pause)*, *ses rengi (timbre)* gibi birimler ile *perde vurgusu (pitch accent)*, *kavşak (junction)* ve *süre (duration)* gibi parçalarüstü öğeleri de kapsayan bileşenlerden oluştuğunu ifade etmektedir (Crystal, 2011). Bu bileşenlerin ayrı ayrı tanımlanmasında ve tespitinde ise sesin “frekans (sıklık), temel frekans, perde, şiddet” gibi fiziki ve akustik özelliklerden yararlanılmaktadır. Bu özelliklerin zaman zaman birbirleri ile karıştırılması, vurgu, ton, ezgi gibi parçalarüstü birimlerin de yanlış tanımlanmasına ve karıştırılmasına neden olmaktadır. Söz konusu karışıklığın giderilebilmesi için öncelikle bu kavramların bilinmesi gerektiği düşünülmektedir.

Frekans (Sıklık): Birim zamanda (saniyede) oluşan ses, dalga vb.nin titreşim sayısına denir. Akustik-fonetik incelemelerinde frekans “Hertz (Hz)” ölçüm birimi ile ifade

edilmektedir. Saniyede bin titreşimi olan dalga boyu ölçümlerinde “kilohertz (kHz)”, bir milyon titreşimi olan dalga boyu ölçümlerinde ise “megahertz (MHz)” birimleri kullanılmaktadır. İnsanlar 20 ile 20.000 Hz (kHz) arasındaki ses dalgalarını duyabilmektedir. Literatürde ses tellerinin saniyedeki titreşim sayısının ortalama olarak yetişkin erkeklerde 100 Hz, yetişkin bayanlarda 200 Hz, çocuklarda ise 400 Hz olduğu bildirilmektedir (Çetin,2013: 45).

Temel Frekans (F0): Konuşucunun ses tellerindeki en düşük titreşim sıklığıdır ve ses tellerinin uzunluğu ya da kalınlığı gibi çeşitli akustik özelliklere dayalı olarak ölçülmektedir. Dinleyen tarafından perde olarak algılandığı için perde frekansı olarak da adlandırılmaktadır. Yine vurgu ve tonun belirlenmesinde de temel frekans değerlerinden yararlanılmaktadır. Ayrıca sözlü iletişimde dil ötesi bilgi aktarımını sağlayan temel frekans değerlerine bakılarak bir kişinin yaşı, cinsiyeti ve duygu durumu gibi özellikleri tespit edilebilmektedir.

Perde: İşitsel bir özellik olan perde, temel frekans (F0) ile doğrudan ilişkilidir ve temel frekansın algılanabilir karşılığı olarak tanımlanmaktadır. Ladefoged (2003) perdenin, tekrarlanan ses titreşimlerinin bükülme oranı olduğunu ifade etmektedir (Ladefoged, 2003). Ivošević (2011) ise perdeyi, ses tellerinin açılma ve kapanma hareketinin saniyede kırk defadan fazla meydana gelmesi durumunda oluşan süreli bir olgu olarak değerlendirmektedir (Ivošević, 2011). Ses perdesi, genel olarak sesin incelik ve kalınlığı ile ilişkilendirilmektedir.

Ses Şiddeti: Sesin fiziksel bir özelliği olan ses şiddeti, ses dalgalarının taşıdıkları enerjiye bağlı olarak birim alana uyguladıkları kuvvet olarak tanımlanmakta ve “desibel (dB)” ile ölçülmektedir (Polat, 2007: 16). Literatürde ses şiddetinin, ses dalgalarının genliğine bağlı olduğu belirtilmektedir (Coşkun, 2010). Ayrıca ses şiddetinin ayarlanmasında ses tellerinin altındaki basınç ve rezonans odacıklarının etkili olduğu ifade edilmektedir (Coşkun, 2009). Rezonans odacıklarının fizyolojik yapısındaki farklılıktan dolayı her insanın ses şiddeti aynı değildir bu nedenle insanların sesin şiddetini algılama düzeyleri de farklı olabilmektedir.

Dilin prozodik dizgesini oluşturan ve söylem yapısına göre yorumlayıcı bir işlev taşıyan *ezgi*, söylemde konuşucunun içinde bulunduğu bağlama göre duygudurum değişimlerini yansıtmaktadır. Ezginin temel bileşenini ise *odak* oluşturmaktadır. Odak, konuşucunun iletişimsel amaçları doğrultusunda sözdizimsel ve sesbilimsel stratejiler kullanarak oluşturduğu tümcedeki en yüksek perde vurgusunu taşıyan birimdir (Bekâr, 2013).

Odaklanan bilgi öbeğindeki en baskılı vurgulanmış sesleme ait tonlama düzenini ise *perde vurgusu* göstermektedir. Perde vurgusu, konuşucunun ses tellerindeki *en düşük titreşim sıklığı* (F0), ses tellerinin uzunluğu ya da kalınlığı gibi çeşitli akustik özelliklere dayalı olarak ölçülmektedir. Odağın sesbilimsel stratejiyle yorumlanmasında önemli bir rolü olan diğer bir bileşen ise *ton*'dur. Ton, konuşucunun ürettiği tümcedeki sesin yükseklik ya da alçaklık seviyesini belirlemektedir. Ayrıca konuşucunun ses rengini yansıtan duygu durumuna ya da tümceyi ürettiği bağlama göre de değişim gösterebilmektedir. Bunun yanısıra, ses baskınlık seviyesinin akustik olarak incelenmesinde *yoğunluk* da önemli bir işlev üstlenmektedir. Cruttenden (1997), bu birimin konuşucunun odaklandığı söz öbeği üzerindeki ton yüksekliğinin ya da alçaklığının desibel (dB) olarak ölçülmesini sağladığını ve böylelikle de sesbilimsel yorumlamayı olanaklı hale getirdiğine dikkat çekmektedir (Cruttenden, 1997). Ezginin ayırıcı özellik taşıyan diğer bir bileşenini de *durak* oluşturmaktadır. Durak, bir tümcedeki anlamsal ya da sözdizimsel belirsizliği ortadan kaldırmak amacıyla, bilgi öbekleri arasında verilen kısa aralar olarak tanımlanmaktadır. Bu birim, konuşucunun dinleyiciye iletmek istediği bilginin uzunluk ya da kısalık değerini belirleyen sesletim süresi yolu ile milisaniye (ms) olarak ölçülmektedir (Bekâr, 2013: 2).

Dilin prozodik dizgesini oluşturan ve iletişim sürecinde mesajın hem doğru iletilmesine hem de doğru anlaşılmasına yardımcı olan temel öğelerden biri de *vurgu* dur. Akbayır (2003), vurgunun söze duygu değeri katarak dinleyicinin dikkatini uyandırdığını ve anlamın kavranmasını kolaylaştırdığını belirtmektedir (Akbayır, 2007). Benzer şekilde Bilgin (2006) de vurgusuz üretilen sözcük ve tümcelerin tekdüzeliğe sebep olduğunu, yanlış vurgulamaların ise anlaşılmayı güçleştirdiğini hatta yanlış anlaşılmalara neden olduğunu ifade etmektedir (Bilgin, 2002). Vurgu, dilin doğal gelişim süreciyle oluşturulan ve anlam ayırt edici niteliğe sahip olan parçalar üstü bir birim olarak tanımlanmaktadır. Bu bağlamda gelişim sürecinde her bireyin, dilin doğru kullanılması bakımından anadilinin vurgu özelliklerini doğru öğrenmesi gerekmektedir.

1.3.1. Türk Dilinin Prozodik Özellikleri

Türk dilinde tümcenin prozodik özellikleri daha çok vurgulama, tonlama ve duraklara dayalıdır. Kelime ya da cümle içinde yeğlilik (intensity) dorukları olarak adlandırılan vurgulamalar, Türkçede kendine ait özellikler göstermektedir. Buna göre ilk hece biraz vurgulu, orta hece daha az vurgulu, son hece ise vurgulu sesletilmektedir. Ancak

sözcüğün işlevine göre vurgulamanın yeri değişiklik gösterebilmektedir (Türkbay ve Cöngöloğlu, 2007).

Türkçede vurgulu seslem üzerindeki perde değişimleri sözcük anlamını etkilememektedir. Bununla beraber sözcük üzerindeki perde değişimleri, bildirim tümcesini soru tümcesine dönüştürebilmekte ya da anlambilimsel-kullanımsal nedenlerle ilişkili olarak tümcedeki değişik sözcüklerin vurgulanmasına katkı sağlayabilmektedir. Konrot (1981) yaptığı deneysel çalışmasında Türkçedeki temel frekans ve yoğunluk değerlerinin yükselmesinin önemli ölçüde sözcük vurgusu ile ilgili olduğunu bildirmiştir. Araştırmacı yoğunluğun, sözcüğün son konumundaki vurgunun belirtisi olmadığını sadece karşıtsallığın belirlenmesinde önem kazandığını ve vurgudan bağımsız olarak sözcüklerin ön seslemlerinde yükseldiğini ifade etmiştir (Konrot, 1981). Levi (2005) tarafından Türkçede sözcüksel vurgu üzerine yapılan diğer bir çalışmada da sözcüksel vurguyu taşıyan seslemler ile vurgusuz seslemlerin temel frekansları arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Araştırmanın sonuçları temel frekans ya da perde hareketinin, vurgunun en güçlü belirtisi olduğunu ve bunu da sırasıyla yoğunluk ile sürenin izlediğini ortaya koymuştur (Levi, 2005). Levi (2005) de sözcüksel vurgunun bu özelliği, Türkçenin ezgisel dillerden çok perde vurgulu dillere yakınlığı şeklinde yorumlanmıştır. Bu yorumun aksine Ivošević (2011) ise Sırpça ile Türkçenin özelliklerini karşılaştırdığı çalışmasında Türkçenin ezgisel dil grubunun tipik örneği olduğunu belirtilmiş ve perde vurgulu dillerden farklı olarak Türkçede perde hareketinin sözcük anlamını değiştirmedigine dikkat çekilmiştir. Ayrıca çalışmada sözcüğün tümce içindeki konumuna ve anlambilimsel-kullanımsal görevlerine bağlı olarak sözcüksel vurgunun değişik biçimleri alabildiği belirtilmiştir (Ivošević, 2011).

Türkçede vurgulu seslem üzerindeki perde değişimleri daha çok tümce düzeyinde farklılaşmalara yol açmaktadır. Tümce prozodisi üzerine yapılan farklı çalışmalarda, Türkçedeki yalın bildirim tümcelerinde ezgi örüntüsünün, orta-yüksek-alçak biçiminde gerçekleştiği belirtilmiştir (Ivošević, 2011). Selen (1973) Türkçe eylem önu konumundaki öğeden sonra yalın bildirim tümcelerinin sonuna doğru perdede kademeli bir düşüş görüldüğüne dikkat çekmiştir (Selen, 1973). Benzer şekilde Ergenç (1989) de Türkçede ezgi doruğu yerinin, tümcenin yüklemi ya da yüklemden bir önceki sözcükteki vurgulu seslem üzerinde durduğunu belirtmiştir (Ergenç, 1989). Fidan (2002) ise yaptığı çalışmasında Türkçede geniş ve dar odaklı tümcelerde ezgi doruğu ile odağın örtüştüğünü ve odaktan veya ezgi doruğundan sonra gelen birim sayısının ne kadar çoksa ezgideki düşüşün de orantılı olarak azaldığını ifade etmiştir (Fidan, 2002). Ancak

Fidan (2002)'ın aksine Ivošević (2011) tarafından yapılan deneysel çalışmada daha farklı sonuçlar elde edilmiştir. Ivošević (2011) geniş odaklı tümcelerde tümce boyunca kademeli olarak perde düşüşü saptamış, dar odaklı tümcelerde ise perde doruğunun odak-önü konumundaki öge üzerinde durduğunu tespit etmiştir. Ayrıca çalışmada, üzerinde perde doruğu olan tümce başındaki odaktan sonra perdede kademeli düşüş değil, perde erimi daralmasının meydana geldiği ifade edilmiştir (Ivošević, 2011).

1.3.2. Prozodinin Beyindeki İşleniş

Prozodi, dinleme, sesli okuma ve özellikle de konuşma gibi dil becerilerinin gelişmesinde, anlamın yapılandırılması ve doğru iletişimin sağlanabilmesi açısından oldukça önemli bir işlev üstlenmektedir. Fonetik, semantik ve sentaks gibi dilin diğer bileşenleri ile de sürekli bir ilişki içinde olan prozodinin beyindeki organizasyonunun bilinmesi, dile ait prozodik unsurların algılanma ve üretilme süreçlerinin daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır. Buradan hareketle prozodi eğitimi verilirken dilin yapısı ile beyindeki prozodi organizasyonunun bağdaştırılarak birlikte ele alınmasının daha etkili olacağı düşünülmektedir.

Alanyazında prozodinin beyindeki işlenişine yönelik ilk kapsamlı araştırma Hughlings-Jackson (1878) tarafından yapılmıştır. Duygu durumlarını yansıtan prozodinin incelendiği bu çalışmada sesbilimsel bileşenin beynin her iki yarım küresinde işlendiği varsayılmış, duygu durumları içeren prozodi dizgesinin ise beynin sağ yarım küresinde konumlandığı belirtilmiştir (Hughlings Jacksons, 1878). Bu çalışmadan etkilenen Van Lancker (1980) ise duygu durumunu yansıtan prozodinin beynin sağ yarım küresinde lokalize olduğunu ancak ses dizgesini oluşturan sesbirimlerin beynin sol yarım küresinde konumlandığını ifade etmiştir (Van Lancker, 1980). Ross (1981) tarafından yapılan çalışmada ise prozodi dizgesinin beynin yalnızca sağ yarım küresinde işlendiği savunulmuştur (Ross, 1981). Ross (1981)'un aksine Cancelliere ve Kertesz (1990), prozodi dizgesinin beyindeki işlenişinde her iki yarım kürenin de baskın olduğunu belirtmiştir (Cancelliere & Kertesz, 1990). Cancelliere ve Kertesz (1990)'ı destekler şekilde Friederici ve Alter (2004) de prozodi dizgesinin beynin her iki yarım küresinde çift yönlü olarak işlendiğini ifade etmişlerdir (Friederici & Alter, 2004). Araştırmacılar, sol yarım küredeki frontal lob alanında konumlanan sesbirimlerin, beyin yarım kürelerini birbirine bağlayan korpus kallozum aracılığıyla prozodi dizgesine ait dinamik bağıntı kurulduğunu belirtmişlerdir.

Prozodinin beyindeki işlenişi üzerine yapılan çalışmalarda uzun süre davranışsal gözlem tekniklerinden yararlanılmıştır. Bireyin sözel ve sözel olmayan davranışlarına dayandırılan bu araştırmalarda, prozodiyi oluşturan parçalar üstü birimler, görsel ya da işitsel tekniklerin kullanıldığı davranışsal deneylerden elde edilen bulgular çerçevesinde yorumlanmıştır. Özellikle, sol yarım küre ya da sağ yarım küre hasarı bulunan hastalar ve sağlıklı bireylerin karşılaştırılmasına yönelik desenlenen bu çalışmalardan elde edilen bulgular, prozodinin algılanması ve anlamlandırılması sürecinde beyin görüntüleme çalışmalarına da temel oluşturmuştur. Prozodinin beyindeki işlenmesi sürecinde sağ yarım kürede serebral korteksin belirleyici rol oynadığını ileri süren Ross (1981), prozodinin anlamlandırılmasında duygu durumun sözel olmayan içeriğinin de önem taşıdığını belirtmiştir (Ross, 1981). Bu görüşten etkilenen Weintraub, Mesulam ve Kramer (1981) sağ yarım küre hasarı bulunan hastalar üzerinde yaptıkları çalışmalarında hastaların çeşitli duygu durumları içeren tümceleri yineleme, anlama, ayırt etme ve üretme yetkinliklerini sağlıklı bireylerle karşılaştırmışlardır. Prozodi dizgesi ile sözdizim ve anlambilim etkileşimi üzerine yapılan bu çalışmadan elde edilen bulgular, sağ yarım küre hasarlı hastaların sağlıklı bireylere göre daha başarısız olduğunu ortaya koymuştur (Weintraub, Mesulam, & Kramer, 1981). Bowers ve arkadaşları (1987) tarafından yapılan çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Araştırmada, farklı tonlarda sesletilmiş tümceleri anlamlandırmaları istenen sağ yarım küre hasarı bulunan hastaların yetkinlik düzeylerinin, sol yarım küre hasarı bulunan hastalar ve sağlıklı bireylere göre daha düşük olduğu belirtilmiştir (Bowers, Coslett, Bauer, Speedie, & Heilman, 1987).

Davranışsal gözlem tekniklerinden yararlanılarak prozodinin beyindeki işlenişi üzerine yapılan çalışmalarda en sık başvurulan yöntemlerden biri de göz hareketlerini izleme tekniği olmuştur. Bu tekniğin uygulanmasında görsel ya da işitsel yöntemlerden yararlanılarak desenlenen okuma deneylerinde hedef bir yapı belirlenmekte ve bireyin göz hareketleri sabitleme, sakkat boyutu, tepki süresi, geri dönme, bakma süresi gibi kimi ölçütler çerçevesinde izlenmektedir. Slowiaczek ve Clifton (1980) tarafından bu teknikte yapılan çalışmada İngilizcede iç seslendirme yoluyla sağlıklı bireylerin prozodi dizgesini anlamlandırma süreçleri incelenmiştir. Araştırmadan elde edilen bulgular, iç seslendirmenin prozodik yapılanmayı oluşturduğunu ve tümcenin anlamsal düzlemine etkilediğini ortaya koymuştur (Slowiaczek & Clifton Jr, 1980). Benzer şekilde Fodor (2002)' un İngilizce üzerine yaptığı çalışmasında da Slowiaczek ve Clifton (1980)'ün bulgularıyla örtüşür şekilde sözdizimsel belirsizliğin giderilmesi ve anlambilimsel işlemlerde prozodi dizgesinin araç niteliğinde olduğu belirtilmiştir (Fodor, 2002) . Bu araştırmayı izleyen Salverda ve arkadaşları (2003) tarafından yapılan çalışmada ise

sessiz okuma sırasında söz öbeklerinin tanımlanması ve anlamlandırılmasında prozodik sınırların sözdizimsel belirsizliği ortadan kaldırdığı sonucuna ulaşılmıştır (Salverda et al., 2007). Aynı tekniğin kullanıldığı başka bir çalışmada da Kreiner ve Koriat (2003) İbranicede sessiz okuma sırasında sözdizim ve prozodi etkileşimini incelemiştir. Çalışmanın sonuçları sessiz okuma sırasında, prozodi ve sözdizim etkileşiminin önemli bir işlevi olduğunu ayrıca tümcenin anlamsal düzleminin belirlenmesinde yine prozodi dizgesinin etkin rol oynadığını ortaya koymuştur.

Son dönemlerde beyin araştırmalarının ilerlemesiyle birlikte, davranışsal gözlem tekniklerinin uygulandığı çalışmaların yerini beyin görüntüleme tekniklerinin kullanıldığı araştırmalar almaya başlamıştır. Mayer ve arkadaşları (1999) tarafından yapılan işitsel fMRI tekniğinin kullanıldığı çalışmada Almandaki farklı prozodik koşullar incelenmiştir. Çalışmada bireylere dinlettirilen uydurma 'dadadadada' ses dizilimi odaklama, vurgulama ve duygu durum açısından yorumlanmıştır. Odaklama ve vurgulama koşulları için alçalan-yükselen ya da yükselen-alçalan tonlama düzenleri; duygudurum koşulu için ise "mutlu" ya da "üzgün" duygu durumları arasındaki farklılıkların karşılaştırıldığı çalışmada, beynin sol alt frontal girüs, sol insula ve premotor korteks alanlarında odaklamaya ilişkin çift yönlü bir aktivasyon olduğu görülmüştür. Prozodi dizgesinin sesbilimsel işleyişine ilişkin bulgularda beynin sol ön singulat, supramarginal ve arka üst temporal girüslerinde aktivasyon görülürken, bu dizgenin sözdizimsel işleyişine ilişkin bulgularda ise sol arka temporal girüs alanında aktivasyon olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar prozodinin beyindeki işleyişiyle bağlantısı olduğu düşünülen sesbilimsel ve sözdizimsel bileşenleri sol alt frontal girüsle; aynı bölgenin ön kısmını ise anlambilimsel bileşenle ilişkilendirmişlerdir (Mayer et al., 1999). Loevenbruck ve arkadaşları (2005) tarafından Fransızca tümceler üzerinde yapılan çalışmada da benzer bulgulara rastlanmıştır. fMRI tekniğinin kullanıldığı bu çalışmada da sol ön frontal, singulat ve supramarginal girüslerde, sol insulada, Wernicke bölgesinde ve premotor kortekste prozodi dizgesine ilişkin nöral aktivitelere rastlanmıştır (Loevenbruck et al., 2005). Beyin görüntüleme yöntemlerinden PET tekniğini kullanan George ve arkadaşları (1996) ise İngilizcede prozodi dizgesini duygu durum çözümlemesi açısından incelemiştir. Araştırmacılar, duygu durumların bağımsız işleyişinin beyinde çift yönlü olarak gerçekleştiğini, ancak prozodi dizgesiyle ilişkilendirildiğinde, yalnızca sağ yarım kürede ön frontal lobda aktivasyon görüldüğünü belirtmişlerdir (George et al., 1996) .

Son dönemlerde dikkat çekmeye başlayan ve çok yeni bir yöntem olan fNIRS beyin görüntüleme tekniğinin kullanıldığı prozodi dizgesine yönelik araştırmalar ise bebekler

üzerinde yapılan deneylerle sınırlı kalmıştır. Alanyazında özellikle de Japoncanın incelenmesinde çok sık kullanılan bu teknik ile yapılan çalışmalarda, genellikle sesbilgisel (akustik) uyarılara karşı bebeklerin verdiği hemodinamik yanıtların incelendiği görülmektedir. Homae ve arkadaşları (2006) üç aylık bebeklerin, uyku halindeyken Japoncada doğal tonlama düzeni taşıyan tümcelere verdikleri tepkiler ile düz ezgi taşıyan tek tonlu tümcelere verdikleri tepkileri fNIRS tekniği ile karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda araştırmacılar frontal, temporal ve tempoparietal bölgelerde çift yönlü bir aktivasyon saptadıklarını belirtmişlerdir (Homae, Watanabe, Nakano, Asakawa, & Taga, 2006). Aynı uyaran setinin kullanılarak 10 aylık bebekler üzerinde yapılan başka bir çalışmada ise Homae ve arkadaşları (2007), bebeklerin sağ tempo-parietal ve ön frontal loblarında çift yönlü aktivasyon görüldüğünü ifade etmişlerdir (Homae et al., 2007). Saito ve arkadaşları (2007) tarafından 1-9 ay aralığındaki 20 yeni doğan üzerinde yapılan çalışmada ise bebeklerin, duygu durumunu yansıtan prozodik özellikli tümcelere verdikleri tepkiler incelenmiştir. Araştırmadan elde edilen bulgular tümcelerin sesletilmesi sırasında bebeklerin uyurken dahi sağ yarım kürelerinde frontal lobda aktivasyon olduğunu göstermiştir (Saito et al., 2007). Bortfeld ve arkadaşları (2009) da 6-9 ay arasındaki bebeklerin uyanık durumda prozodik açıdan görsel-işitsel uyarılara verdikleri tepkileri inceledikleri fNIRS çalışmasında, elde edilen önceki çalışmaların bulgularından farklı olarak bebeklerin sol temporal loblarında özellikle görsel uyarılara ilişkin aktivasyon gözlemlediklerini belirtmişlerdir (Bortfeld, Fava, & Boas, 2009).

Alanyazında prozodinin beyindeki işlemlenişine yönelik yapılan çalışmalarda prozodik unsurlar ayrı ayrı ele alınmış olsa da işlevlerin gerçekleştiği sınırlar kesin olarak belirlenememiştir. Birçok araştırmanın sonucu beyin sağ yarım küresinin, prozodik işlevlerin gerçekleşmesinde önemli bir role sahip olduğunu göstermiştir (Lucy Alba-Ferrara, Hausmann, Mitchell, & Weis, 2011; Kotz, Meyer, & Paulmann, 2006; D Wildgruber et al., 2006; Zhang et al., 2018). Ancak, Pannekamp ve arkadaşları (2005) prozodi dizgesinin beyin yalnızca sağ yarım küresiyle ilişkili bir görünüm içermediğini, beyin sol yarım küresinde de prozodiye ilişkin izlere rastlanılabileceğini belirtmektedir (Pannekamp, Toepel, Alter, Hahne, & Friederici, 2005). Nitekim Bekâr (2016) tarafından yapılan elektrofizyolojik çalışmanın sonuçları ve Türkçeden elde edilen bulgular ile topografik görüntüler de bu görüşü büyük oranda desteklemektedir. Bu bağlamda hem dilin farklı yönleriyle ilişkili olması hem de parçalar üstü ses birimleri barındırması nedeniyle prozodinin beyindeki organizasyonun sağ ve sol yarım kürelerin ortak çalışmasını gerektirdiği söylenebilir.

1.3.3. Prozodinin İletişimsel Boyutları

Monrad-Krohn (1948) prozodiyi dört temel iletişimsel boyuta ayırmaktadır ve bu ayırım günümüzde de geçerliliğini sürdürmektedir (Monrad-Krohn, 1947).

1.3.3.1. Gramatik (Entrensek, Linguistik) Prozodi

Gramatik prozodi, tonlama, vurgu ve duraklamaların uygun dağılımı ile kelimenin anlamını açıklamakta kullanılmaktadır. Cümlelerin sonundaki soruyu belirtmek için ünleme karşılık olarak ses perdesinin konturunu yükseltmek veya dikkat çekilmek istenilen sözcükler üzerine vurgu yaparak konuşmak buna örnek verilebilir. Yine prozodini bu iletişimsel boyutu, yazı dilinde kullanılan noktalama işaretlerine de eşdeğer niteliktedir.

Gramatik prozodinin heceleri bağlama ve hece sıralamalarını belirleyen motor stratejiler ile yakından ilişkili olduğu belirtilmektedir (Türkbay ve Cöngöloğlu, 2007). Sesi başlatma zamanı (voice onset time) ve ünsüz seslerin üretimi de dâhil olmak üzere konuşma hızı işlemleri bu bağlamda değerlendirilmektedir. Sesi başlatma zamanı ve ünsüzlerin üretimi konuşmanın programlanmasında oldukça önemli görevler üstlenmektedir. Bunlar; dile özgü kelime sıralamasından, vurgulama ve konuşma hızından etkilenmektedir. Bu nedenlerle gramatik prozodide, diğer prozodilerden farklı olarak sol hemisfer yollarının (insula dâhil) daha fazla görev aldığı düşünülmektedir. Nitekim Riecker ve arkadaşları (2000) sol hemisfer-bazal ganglionlar-serebellum döngüsünün konuşmanın modülasyonunu sağladığını, daha hızlı ve düzgün konuşmanın da bu sayede mümkün olabildiğini ifade etmişlerdir (Riecker, Ackermann, Wildgruber, Dogil, & Grodd, 2000). Yine Boutsen (2003) de konuşmanın hızının ayarlanması sürecinde, daha hızlı konuşmaya doğru itki olduğunda sol hemisfer kortikal nöronlarının laringeal artikülasyondan daha çok supralaringeal (dudaklar/dil) düzeneklere yönelme eğilimi gösterdiğini belirtmiştir. Çalışmanın bulguları, hızlı konuşurken gırtlaktan çok dudak ve dili kullanma eğiliminin, yavaş konuşurken ise gırtlaktan konuşma eğiliminin arttığını göstermiştir (Boutsen, 2003).

1.3.3.2. Şivesel ve İdyosenkratik Prozodi

Şivesel ve idyosenkratik prozodideki özellikler; ifade, telaffuz, vurgu ve konuşmanın duraklama özelliklerindeki bölgesel (şivesel) ve kişisel (idyosenkratik) farklılıklarla ilgilidir. Kişinin kendine özgü ve başkalarından ayırt edici olan ses rengi şivesel ve idyosenkratik prozodiyi oluşturmaktadır (Türkbay ve Cöngöloğlu, 2007).

1.3.3.3. Pragmatik (Entellektüel) Prozodi

Pragmatik prozodide tavıra ilişkin bilgi söyleme aktarılmakta ve anlam güçlü bir şekilde etkilenmektedir. Örneğin, "O masum biri" cümlesinde "O" vurgulanarak söylendiğinde kişinin durumunun onaylandığı anlamının iletilmesi hedeflenirken, "masum" sözcüğü vurgulandığında ve tonasyonda bariz bir artış ile birlikte söylendiğinde ise kişinin masum olmadığı ya da masumiyeti hakkında tereddüt duyulduğu iletilmek istenir. Buradan hareketle pragmatik prozodinin niyeti aktarmada, empati ya da karşıtlığı ifade etmede iletişimsel olarak işlev gördüğü söylenebilir.

1.3.3.4. Duygusal (Emosyonel) Prozodi

Duygusal prozodi, dilde duygu durum değerlerinin işaretlenmesi, sözel ve sözel olmayan dilin ayrı ayrı veya her ikisinin birden kullanılmasıyla gerçekleşmektedir (Fidan, 2007). Sözel olmayan dilde duygu durumların sezdirimi, jestler ve mimikler yoluyla iletilirken sözlü dilde prozodik öğelerin yanı sıra sözdizimsel yapı içinde mutluluk, hüznün, kızgınlık, heyecan gibi duygu durum ifadelerini belirten sözcük veya eylemlerin kullanımıyla gerçekleşmektedir. Buradan hareketle prozodinin duygu durum belirten bir sözcük veya eylem ile birlikte ya da tek başına kullanılmasının, konuşucunun duygu durumu hakkında dinleyicinin çıkarım yapmasını kolaylaştırdığı söylenebilir.

Bireyin iletmek istediği duygunun konuşma dili üzerinden aktarılması "duygusal prozodi" kavramıyla ifade edilmektedir (L Alba-Ferrara et al., 2012). Alanyazında duygusal prozodinin konuşmada etkin olarak kullanılmasının iletilmek istenilen mesajın anlaşılabilirliğine katkıda bulunduğu belirtilmektedir. Nitekim Kimelman (1999), konuşmacının duygusuz ve tekdüze bir şekilde mesajını iletmesinin anlamayı olumsuz etkileyebileceği gibi ilgi de çekmeyeceğini söylemektedir (Kimelman, 1999). Çünkü

dinlenilenin anlaşılmasında duygusal prozodi belirleyici bir özelliğe sahiptir. Örneğin; "Ne yapıyorsun sen" söylemi kızgın ya da mutlu söyleme tarzına göre farklı anlamlara gelmektedir. Buna jestler ve mimikler de eklenirse, konuşmanın canlılığı artarak mesajın içerik ve ifade gücü oldukça etkilenir. Ancak ifade içeriği ile sözcük anlamı uyuşmazsa, erişkinlerde ve daha az derecede çocuklarda mesajın genellikle jest ve mimiklere bağlı yorumu öncelik kazanır. Bu anlamda duygusal prozodinin konuşmanın içeriğinin doğru bir şekilde aktarılmasında oldukça önemli bir işlevi bulunduğu söylenebilir.

Konuşma sırasında duygusal prozodinin dildeki görünümüne ilişkin yapılan araştırmalar, genellikle ya akustik ipuçlarından yola çıkılarak konuşmaya duygu yükleme becerisi (Diehl, Watson, Bennetto, McDonough, & Gunlogson, 2009; Keskin, 2012; Ross et al., 1988) ya da konuşmanın taşıdığı duyguyu fark edebilme yeteneğinin ölçülmesine yöneliktir (Bulut, 2008; ÖZBAY & ÇETİN, 2013; Özçelik & Nagai, 2010). Oysa sözlü iletişimin bu yapısının beynin yapısı ve işleyişinden ayrı tutulması olanaklı değildir.

Alanyazında duygusal prozodi özellikle sağ yarım küre hasarlı hastalar üzerinde çalışılmaktadır. Bu durumun, dilin duygu durum işlevlerine ait görünümlerinin beynin sağ yarım küresinde lokalize olduğu görüşünden kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim Mitchell ve Crow (2005)'un, sağ yarım küre hasarlı hastalar üzerine yürütülmüş birçok araştırmayı tarayarak yaptıkları derlem çalışmasında dildeki duygu durumların algılanması ve sese yüklenmesi gibi kimi temel işleyiş yapılarındaki bozulmaları göstermeleri de bu görüşü güçlendirmektedir (R. L. Mitchell & Crow, 2005). Mitchell ve Crow (2005)'u destekler şekilde Pell (1999) tarafından yapılan çalışmada da sağ yarım küre hasarı bulunan hastaların sağlıklı bireylere göre çok daha monoton ve duygusuz konuşma sergiledikleri belirtilmiştir (Pell, 1999). Yine Starkstein ve arkadaşları (1994) da yaptıkları çalışmalarında sağ yarım küre hasarı bulunan hastaların sol yarım küre hasarı bulunan hastalara göre duygusal prozodiyi ses tonuna yansıtma büyük zorluk çektiklerini ifade etmişlerdir (Starkstein, Federoff, Price, Leiguarda, & Robinson, 1994). Heilman ve arkadaşları (1975) tarafından yapılan çalışmada ise sağ ve sol yarım küre hasarı bulunan hastalara "mutlu", "üzgün", "kızgın", "ilgisiz" gibi çeşitli duygu durumları içeren tümceler dinlettirilmiş ve hastaların algılama ve anlamlandırma yetkinlikleri karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda sağ yarım küre hasarı bulunan hastaların, duygu durumunu oluşturan ses rengi çözümlemesinde sol yarım küre hasarı bulunan hastalara göre daha başarısız oldukları belirtilmiştir (Heilman, Scholes, & Watson, 1975). Heilman ve arkadaşları (1975)'ni destekler şekilde Brådvik ve arkadaşları (1991) da anadili İsveççe olan sağ yarım küre hasarlı hastalar üzerinde yaptıkları çalışmalarında

hastaların duygu durumları çözümleyemediği sonucuna ulaşmışlardır. Araştırmacılar bu durumun sağ yarım kürenin özellikle alt bölgesiyle ilişkili olduğuna dikkat çekmişlerdir (Brådvik et al., 1991).

Duygusal prozodinin beyindeki işlenişine yönelik yapılan araştırmaların büyük bir kısmında sağ yarım kürenin baskın olduğu belirtilmektedir. Ancak son dönemlerde yapılan bazı araştırmalarda duygusal prozodinin işlenmesinde sadece sağ yarım kürenin baskın rol oynamadığı, sol yarımkürenin de etkili olduğu ileri sürülmektedir. Nitekim Cancelliere ve Kertesz (1990) tarafından yapılan çalışmada duygu durumların algılanması, anlamlandırılması ve üretilmesi süreçlerinde beyin sol yarım küresinde de akut vasküler lezyonlar ile buna dayalı işlevsel bozuklukların ortaya çıkabileceği belirtilmiştir. Yine aynı çalışmada sol ya da sağ yarım küre hasarı bulunan hastaların duygu durum çözümlerinde beyin orta kısmında bulunan ve her iki yarım küreyle bağlantılı olan bazal ganglia ve insula bölgelerinde oluşan lezyonların lokalizasyon çerçevesinde yorumlanması gerektiği ifade edilmiştir (Cancelliere & Kertesz, 1990). Cancelliere ve Kertesz (1990)'i destekler şekilde Darby (1993)'de de dildeki duygu durum görünümlerinin çözümlenmesinde beyin yarımküreleri arasında karşılıklı bir işleme olduğu bildirilmiştir (Darby, 1993). Benzer şekilde Wildgruber ve arkadaşları (2009) da yaptıkları çalışmalarında sol beyin hasarından sonra duygusal prozodinin üretimi ve anlaşılmasında önemli bozukluklar olduğunu belirtmişlerdir (Dirk Wildgruber et al., 2009)

1.4. NÖROGÖRÜNTÜLEME YÖNTEMİ

1.4.1. Fonksiyonel Yakın Kızılötesi İşaretleme (fNIRS)

fNIRS, insan beynindeki nöronal aktivitenin çalışılabileceği, girişimsel olmayan, kullanımı kolay, taşınabilir, tekrarlanabilir ölçüm yapabilen ve düşük maliyetli bir beyin görüntüleme tekniğidir. Bu teknik ile beyne giren ve beyinden çıkan kanın farklı kromoforlar (renkler) oluşturmasına dayalı olarak bir nevi beyin aktivitesinin haritalandırılması amaçlanmaktadır. Serebral aktiviteyi değerlendirmede etkili olduğu bilinen bu yöntem, kandaki oksijenli (oxyhemoglobinin) ve oksijensiz (deoxyhemoglobinin) hemoglobin moleküllerinin konsantrasyonundaki değişiklikleri saptamak üzere tasarlanmıştır.

Tek bir insan alyuvarı yaklaşık 270 milyon hemoglobin molekülü içermektedir. Her bir hemoglobin molekülü ise dört “hem grubu”ndan oluşmaktadır. Oksijeni bağlayan hem grubudur ve her hem grubu bir oksijen molekülü bağlamaktadır. Bu anlamda her hemoglobin molekülü dört adet oksijen molekülü bağlayabilmektedir. Dört tane oksijen molekülü bağlayan hemoglobin “oksihemoglobin (oxyHb)” olarak adlandırılır. oxyHb parlak kırmızı renktedir. Eğer oxyHb, bağladığı dört oksijen molekülünden bir veya daha fazlasını kaybeder ise bu defa “deoksihemoglobin (deoxyHb)” adını alır. deoxyHb, oxyHb’nin aksine koyu kırmızı renktedir (Sonkaya et al., 2014) .

fNIRS tekniği temelde, kızıl ötesine yakın spektrumun biyolojik dokudan geçebileceği ve verilen bir görev sonucu ortaya çıkan kızılötesine yakın ışıktaki değişimlerin oxyHb ve deoxyHb konsantrasyonundaki değişimlere işaret edeceği sayıltılarına dayanmaktadır (Herrmann, Ehli, & Fallgatter, 2003). Bu anlamda fNIRS sinyallerinin, taranan bölgedeki oxyHb ve deoxyHb yığılmalarının zaman içindeki değişimini ifade ettiği söylenebilir.

İnvivo koşullarda beyin oksijenasyonunun sürekli ölçülmesine olanak sağlaması ve invazif olmayan optik bir yöntem olması nedeniyle fNIRS, son yıllarda özellikle de dil ve beyin çalışmaları için dikkat çekmeye başlamıştır. Bu teknik ile beyin aktivitesi boyunca deoxyHb ve oxyHb değişikliklerinin ölçümünde non-invazif niteliği sağlamak için ışıktaki özel dalgalar kullanılmaktadır. OxyHb ve indirgenmiş formu olan deoxyHb, ışığın özgül dalga boylarında farklı emilim spektrumları ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle fNIRS optikte kullanılan ve ışığın emilimine göre maddenin transmisyonuna ilişkin bilgi edinilmesine olanak tanıyan aynı zamanda da logaritmik ilişkiyi gösteren Beer-Lambert yasasını temel almaktadır. Bu yasaya göre tasarlanan fNIRS cihazı ile beyin dokusunda emilen (absorbe olan) ışığın emilim miktarı ve oxyHb - deoxyHb seviyelerinin hesaplanabilir olması sağlanmaktadır. Dolayısıyla cihaz aracılığıyla hesaplanan bu veriler beyin dokusu oksijenlenmesinin bir göstergesi olarak kullanılabilir. Ayrıca fNIRS, fMRI ve PET gibi diğer fonksiyonel beyin görüntüleme yöntemlerinden farklı olarak daha uzun sürede kayıt alabilme olanağı da sunmaktadır.

fNIRS’tan kayıt alınırken bilgisayar monitörünü andıran bir ana cihaz ve kablolar vasıtasıyla ana cihaza bağlanan oksimetre sensörlerinden yararlanılmaktadır. Ayrıca veri alma sırasında bireyin başına, üzerinde optodlar bulunan bir kep giydirilerek ölçüm yapılmaktadır (Şekil 7).



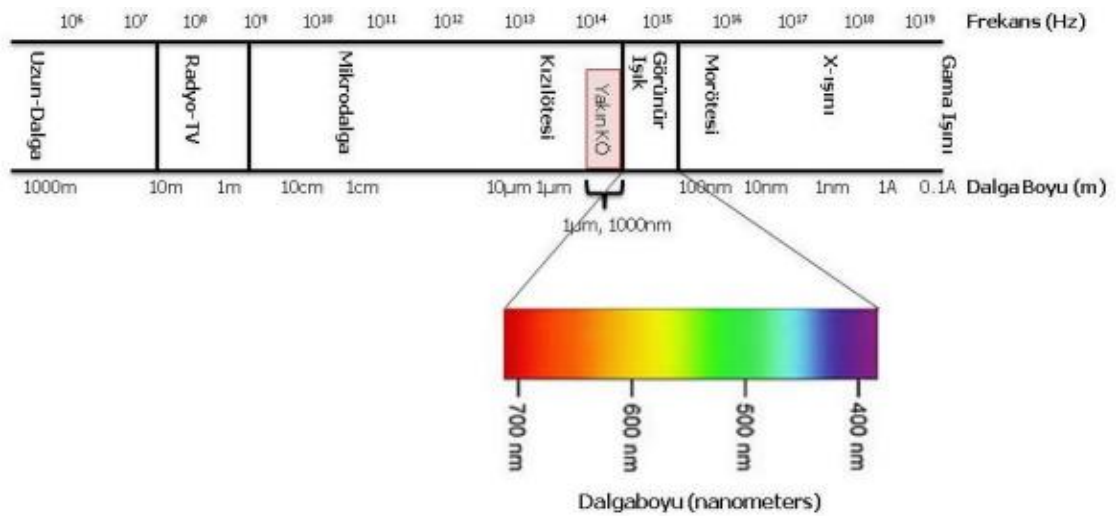
Şekil 7. fNIRS cihazından kayıt alınması

fNIRS tekniğinin beyin hemodinamiklerinin ölçümünde kullanılabileceği düşüncesi ilk olarak Jöbsis (1977) tarafından ortaya konulmuştur (Jobsis, 1977). Ancak cihazın ilk geliştirildiği yıllarda sadece birkaç kanala sahip olması beyin kan akımının ölçülebilmesinde dezavantaj ve kısıtlılık olarak görülmüştür. Daha sonra Maki ve arkadaşları (1995) aynı anda birçok beyin bölgesinden kayıt alınabilmesini olanaklı kılan çok kanallı (multi-channel) fNIRS cihazını tasarlamışlardır (Maki et al., 1995).

Alanyazında fNIRS tekniğinin daha çok bilişsel görevler sırasında beyin oksijenasyonundaki değişimleri ölçmek için kullanıldığı görülmektedir. Hermann ve arkadaşları (2003) tarafından yapılan bir çalışmada bilişsel zorlanma (çaba) gerektiren görevlerde fNIRS'ın kan oksijenlenmesindeki en ufak değişiklikleri bile tespit edebildiği saptanmıştır (Herrmann et al., 2003). Son dönemlerde bu tekniğin duygusal görevlerin ölçülmesinde de yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir. Nitekim Watanabe ve arkadaşları (2011) yaptıkları çalışmalarında fNIRS'ın duygusal değişimleri ölçmekte son derece etkili sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir (WATANABE et al., 2011).

1.4.2. fNIRS Çalışma Prensipleri

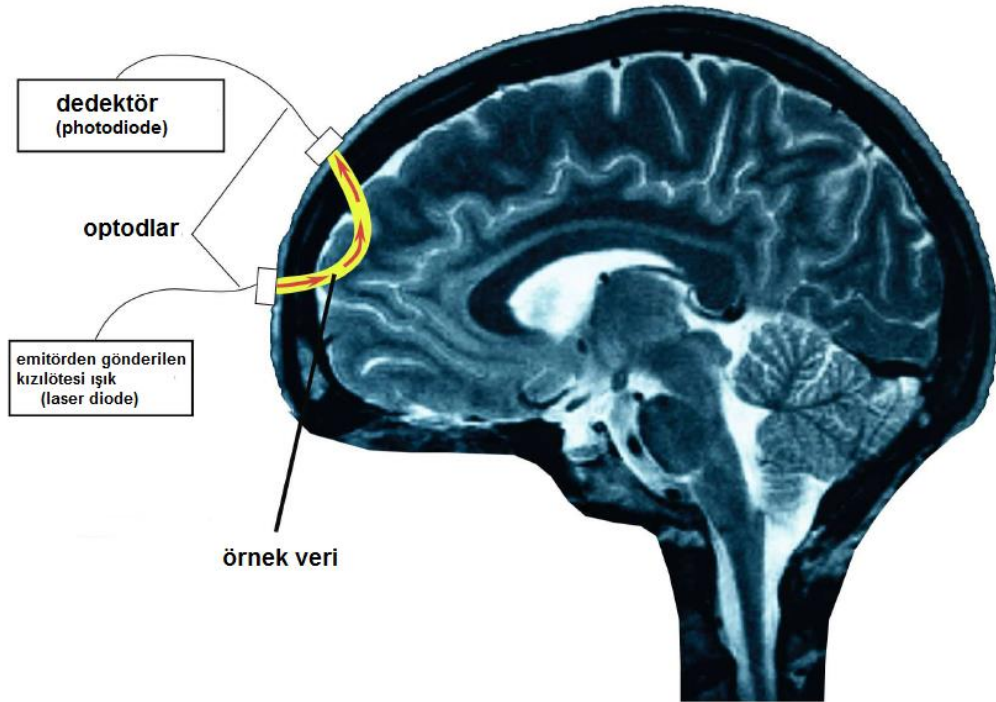
fNIRS, korteksin işlevlerini işaretlemeye kullanılan bir nörogörüntüleme teknolojisidir ve ışığın beyin dokusundaki emilimini ölçme prensibine dayanmaktadır. Bu teknikte yaklaşık olarak 650-1000 nanometre (nm) dalga boyunda ışık kullanılmaktadır. Kullanılan kızılötesi ışık elektromanyetik spektrumda yer alan dalga boylarından oluşmaktadır (Şekil 8).



Şekil 8. Elektromanyetik Spektrumda Yer Alan Kızılötesi Işığın Dalga Boyu

Elektromanyetik spektrumda yer alan kızılötesi ışık, 10^{-3} m'den $7,8 \cdot 10^{-7}$ m'ye kadar dalga boyları ile $3 \cdot 10^{11}$ Hz'den $4 \cdot 10^{14}$ Hz'e kadar olan frekans değerlerine sahiptir. Bu bölge üçe ayrılmaktadır: 10^{-3} m- $3 \cdot 10^{-5}$ aralığına "uzak kızılötesi", $3 \cdot 10^{-5}$ m- $3 \cdot 10^6$ m aralığına "orta kızılötesi" ve $3 \cdot 10^{-6}$ m- $7,8 \cdot 10^{-7}$ m aralığına da "yakın kızılötesi" adı verilmektedir (TETİK, 2012). fNIRS'ta ışık olarak yakın kızılötesi dalga boyu kullanılmaktadır.

fNIRS'ın çalışma prensibi, kızılötesi ışığın emilmesi ve saçılması sonucu ortaya çıkan beyin aktivitesinin kromoforlarla haritalandırılmasına yöneliktir. Beyne gönderilen bu ışık kafa derisinden yaklaşık 3 cm kadar derine inebilmektedir. Bir kep yardımıyla kafaya yerleştirilen optodlar üzerindeki emitörler vasıtasıyla beyne iki farklı dalga boyunda kızıl ötesine yakın ışıklar (laser diode) gönderilmekte ve bu ışıklar dokuda bir yay çizdikten sonra dokudan geri yansımaktadır. Dokudan geri yansıyan ışıklar ise yine optodlar üzerindeki dedektörler (photo diode) yardımıyla toplanmaktadır (Şekil 9).



Şekil 9. fNIRS çalışma prensibi

Emitörler tarafından gönderilen ve dedektörler yardımıyla toplanan ışıklar arasındaki fark Modifiye Beer-Lambert yasasına göre hesaplanmaktadır (Boas, Dale, & Franceschini, 2004). Böylelikle dokudaki görece oxyHb ve deoxyHb konsantrasyonları ölçülmektedir. Bu ölçüm sonucunda elde edilen değerler, fMRI'daki bold aktivitesine karşılık gelerek nöronal aktiviteyi yansıtmaktadır (Heeger & Ress, 2002). fNIRS tekniğinde gönderilen ışıklar dokuda 3 cm derinliğe kadar inerek oradan geri yansıdığı için yapılan ölçümler de bu derinlikle sınırlı kalmaktadır. Dolayısıyla bu yöntem beyinde yalnızca kortikal aktivitenin değerlendirilmesine olanak tanımakta bu da fNIRS cihazının en büyük sınırlılığı olarak kabul edilmektedir.

2. BÖLÜM

YÖNTEM

2.1. Çalışma Grubu

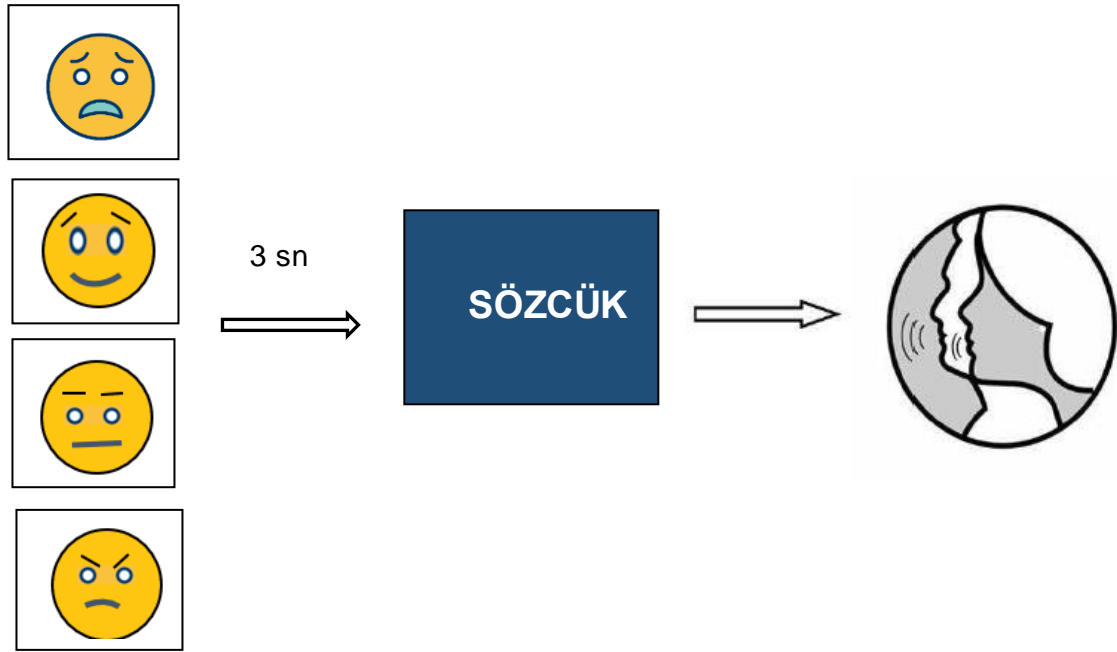
Çalışmaya Indiana Üniversitesinde lisans ve lisansüstü eğitime devam eden, herhangi bir nörolojik, psikiyatrik, duyma ve konuşma problemi bulunmayan ve sağ elini dominant olarak kullanan 20 Türkçe anadili konuşuru (6 kadın+14 erkek, yaş ortalaması 32,24) ile aynı özelliklere sahip anadili İngilizce olan ve Türkçeyi ikinci dil olarak öğrenen başlangıç seviyesindeki (elementary) 20 (13 erkek+7 kadın, yaş ortalaması 21.67) birey katılmıştır. Deney uygulaması için Indiana Üniversitesi Etik Kurul onayı (protokol no: 1712586128) alınmıştır (EK 1). Uygulama öncesinde katılımcılar görüntüleme cihazı, uygulama şekli, uygulama süresi olmak üzere çalışmanın bütün aşamaları hakkında yazılı ve sözlü olarak bilgilendirilmiştir (EK 2). Ayrıca, katılımcılara uygulama sırasında herhangi bir rahatsızlık hissetmeleri veya uygulamadan çekilmek istemeleri halinde hangi aşamada olursa olsun uygulamanın sonlandırılacağı belirtilmiştir. Tüm katılımcılar, aydınlatılmış gönüllü formunu (EK 3) okuyup imzaladıktan sonra fNIRS uygulaması için ses ve ışık izolasyonun sağlandığı Indiana Üniversitesi Neuroscience Laboratuvarı'na alınmıştır.

2.2. Duygusal Prozodi Üretiminde Kullanılan Stimuli ve Değerlendirme

Uygulama için araştırmacı tarafından Türkçede herhangi bir duygusal ifade içeriği olmayan dört sözcük belirlenmiştir. Bu sözcüklerden ikisi hem Türkçe hem de İngilizcede ortak kullanılan ancak farklı sesletilebilen sözcüklerdir (EK 4). Testin sözcüklerden oluşturulmasının sebebi, literatürde duygusal ifade gücünün cümle boyunca değişebileceğinin belirtilerek özellikle de duygusal prozodi üretimini inceleyen beyin görüntüleme çalışmalarında cümle yerine sözcüklerden oluşan uyarıların (stimuli) kullanılmasının önerilmesidir (Arsic, 2008; Buchanan et al., 2000; Hammerschmidt & Jürgens, 2007).

Uygulama prosedürünün belirlenmesinde, Arsic (2008)'in Alman yetişkin bireylerin duygusal prozodiyi algılama ve üretme potansiyellerini elektrofizyolojik olarak incelediği araştırmasından yararlanılmıştır (Arsic, 2008). Buna göre bilgisayar monitörüne önce

kızgın, mutlu, kaygılı ve nötr duygu durumlarını simgeleyen emoji'ler yansıtılmakta hemen ardından da Türkçede herhangi bir duygusal ifade içeriği olmayan sözcükler ekranda gösterilmektedir. Duygusal prozodi uygulama prosedürü katılımcılardan ekrana yansıtılan sözcüğü daha önce gördükleri emojiyi simgeleyen duygu durumunda sesletmeleri esasına dayanmaktadır (Şekil 10).



Şekil 10. Duygusal prozodi üretimi uygulama prosedürü

Konuşma örnekleri AKG-C-420 mikrofona (AKG acoustics, Vienna, Austria) kullanılarak kaydedilmiş ve dijital ortama aktarılmıştır. Daha sonra seslerin ilgili duygu durumunu doğru yansıtma düzeyi bir Türk Dili ve bir Dilbilim uzmanı tarafından değerlendirilmiştir. Değerlendiricilerin seslerin ilgili duygu durumunu doğru yansıttığına ilişkin "katılma" durumlarının belirlenmesinde Fleiss'in kappa metriği kullanılmıştır (Fleiss, 1971) (EK 4).

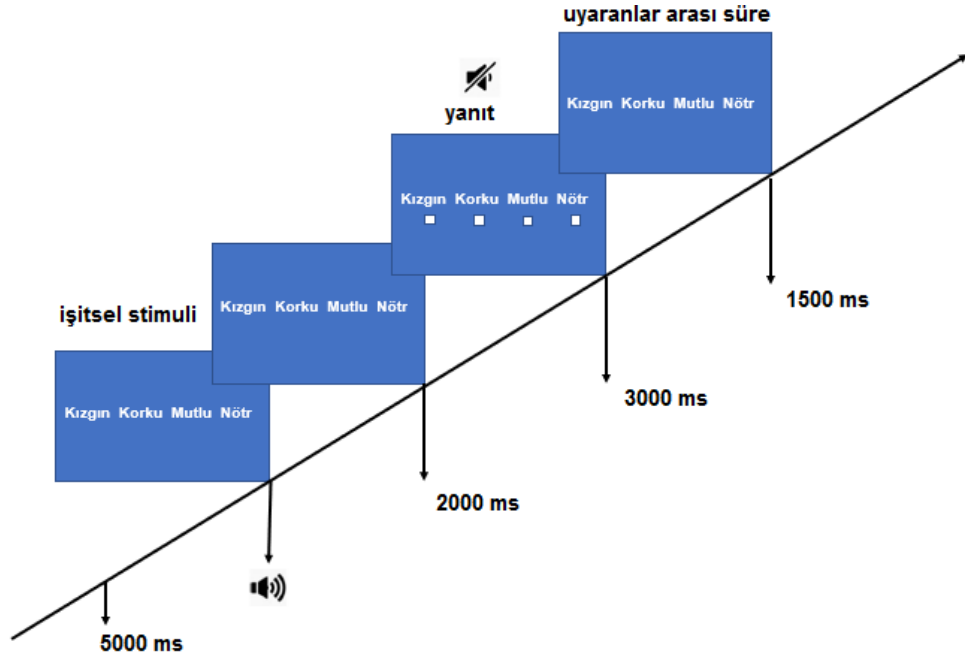
2.3. Duygusal Prozodi Tanımda Kullanılan İşitsel Stimuli ve Değerlendirme

İşitsel stimulinin oluşturulmasında Kotz ve arkadaşları (2003)'nin Almanca anadili konuşurları üzerinde duygusal prozodin beyindeki lokalizasyonunu belirlemeye yönelik yaptıkları fMRI çalışmasından yararlanılmıştır (Kotz et al., 2003). Stimulinin oluşturulması aşamasında araştırmacı tarafından herhangi bir duygusal ifade içermeyen

ve basit sözdiziminde oluşturulmuş dört Türkçe cümle belirlenmiştir. Sözcüklerin çalışmaya uygunluğunun belirlenmesi amacıyla iki Türk Dili ve bir Dilbilim alan uzmanının görüşleri alınmış ve yapılan değerlendirmeler sonucu üzerinde görüş birliğine varılan dört cümle uygulama için kullanılmıştır. Üzerinde görüş birliğine varılan cümlelerin ikisi hem Türkçe hem de İngilizcede ortak kullanılan ancak farklı sesletilebilen sözcüklerden ikisi de sadece Türkçede anlamlı karşılığı olan sözcüklerden oluşturulmuştur (EK 5).

Üzerinde görüş birliğine varılarak belirlenen cümleler, Indiana Üniversitesi Tiyatro Bölümünde doktora eğitimine devam eden Türkçe anadili konuşuru bir erkek uzman tarafından kızgın, mutlu, kaygılı ve nötr olarak sesletilmiştir. Tüm sesletimler sestem ve manyetik alandan %99 oranında yalıtılmış olan Indiana Üniversitesi Speech and Hearing Laboratuvarı'nda bulunan Shure Beta 54 WBH model kardoid dijital stereo mikrofon kullanılarak 44.100 Hz ve 16 bit örnekleme oranında Windows PCM. wav formatında Adobe Audition Yazılım'ında kaydedilmiştir. Kayıt aşaması tamamlandıktan sonra bu sesletimler, asıl araştırmaya katılmayan 25 Türkçe anadili konuşuru (yaş ort=28,24, SS=5,68) ile 45 İngilizce anadili konuşuruna (yaş ort= 21.20, SS=7,41) dinlettirilerek katılımcılardan dinledikleri bu sesleri kızgın, mutlu, korku ve nötr duygu durumlarını yansıtması açısından 5'li Likert tipi ölçek üzerinde değerlendirmeleri istenmiştir. Likert tipi ölçekte her bir duygu durumu için 1- Hiç yansıtıyor, 2- Yansıtıyor, 3- Kararsız, 4- Yansıtıyor ve 5-Çok yansıtıyor maddelerine karşılık gelmektedir. Bu aşamada elde edilen veriler istatistiksel ortama aktarılarak analiz edilmiştir. (EK 5). Yapılan analizlerde, sesletilen sözcüklerin kızgın, korku, mutlu ve nötr duygu durumlarını "çok yansıttığı" sonucuna ulaşılmıştır.

İşitsel Stimuli prosedürünün uygulanmasında, katılımcıya uygulama başladığı anda bilgisayar ekranının ortasında 5000 ms süresince mutlu, korku, kızgın ve nötr yazıları gösterilmekte ve sürenin bitiminde işitsel uyarın verilmektedir. İşitsel uyarın ortalama 1000 ms içinde bitmektedir. Bu süre bittikten 2000 ms sonrasına kadar duygu durumların yazılı ifadeleri ekranda kalmaya devam etmektedir. Ardından katılımcıya bu defa duygu durumların yazılı ifadelerinin yanı sıra her bir duygu durumunun hemen altında yer alan kutucukların bulunduğu 3000 ms'lik yanıt ekranı gösterilmektedir. Katılımcıdan, bu süre içinde işittiği uyarını bilgisayar faresi (mouse) aracılığıyla doğru kabul ettiği duygu durum kutucuğuna işaretlemesi istenmektedir. Bir sonraki uyarına geçmek için 1500 ms boyunca 'uyarınlar arası süre' (interstimulus interval) başlamaktadır. Bu sürenin bitiminde aynı prosedür tekrar edilmektedir (Şekil 11). Uygulama yaklaşık 25-30 dakika sürmektedir.



Şekil 11. İşitsel stimuli uygulama prosedürü

2.4. fNIRS ve Uygulama Prosedürü

fNIRS uygulaması Indiana Üniversitesi Neuroscience Laboratuvarı'nda 16 LED emitörü ve 23 dedektörü bulunan NIRx Medical Technologies, LLC. Los Angeles, ABD cihazıyla gerçekleştirilmiştir. Uygulama başlamadan önce araştırmaya dahil olma kriterlerini taşıyıp taşımadığını kontrol etmek için katılımcılara 'Katılımcı Değerlendirme Ölçeği' uygulanmıştır (EK 5). Araştırmaya dahil olma kriterlerini taşıyan katılımcılar bireysel olarak Neuroscience Laboratuvarında ses ve ışıktan izole edilmiş fNIRS uygulama odasına alınmıştır. Katılımcılar uygulama hakkında yazılı olarak bilgilendirilmişlerdir (EK 6). Gerekli olduğu durumlarda katılımcılara araştırmacı tarafından ayrıca sözlü olarak da bilgi verilmiştir.

Çalışmamızda verileri toplamaya başlamadan önce 5 katılımcı üzerinde pilot uygulama yapılmıştır. fNIRS odasına bireysel olarak alınan katılımcılar 22 inch ekranlı bilgisayar monitörü önüne yaklaşık 65-70 cm mesafe olacak şekilde oturtulmuş ve katılımcılara uluslararası 10/5 sistemine göre dizayn edilmiş NIRS-EEG kepi giydirilmiştir (Şekil 12). Ardından araştırmacı tarafından beyin frontal ve temporal bölgelerine optodlar yerleştirilerek gerekli kalibrasyonlar yapılmıştır.



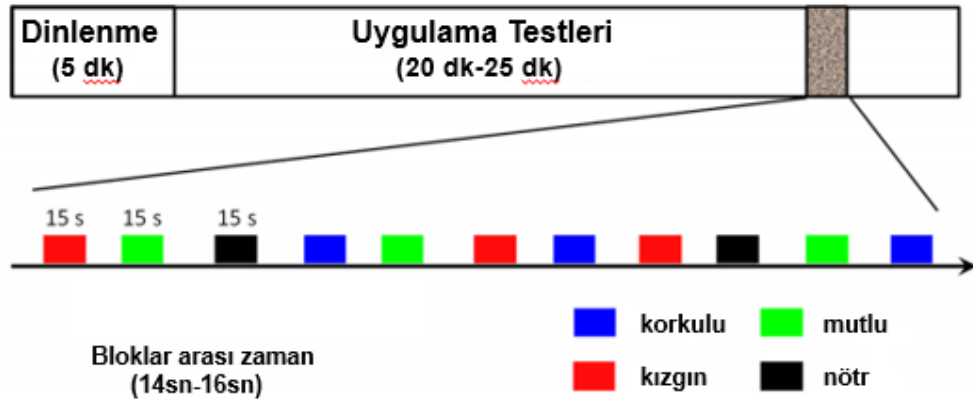
Şekil 12. NIRS-EEG kepi

Kep üzerine yerleştirilen emitör ve dedektör optodları arasındaki mesafe literatür bilgisi doğrultusunda (Herrmann et al., 2003; Zhang et al., 2018; Zhu et al., 2015) 3,0 cm olarak ayarlanmıştır. Her bir kanal ise emitör ve detektör çifti arasında kalan alan olarak belirlenmiştir. Emitörden gönderilen yakın kızılötesi ışınlar dokuda 3-4 cm derinliğe kadar inerek oradan geri yansıdığı için, yapılan ölçümler bu derinlikle sınırlı kalmıştır. Bu nedenle de beyinde yalnızca kortikal aktivitenin değerlendirilmesi mümkün olmuştur.

fNIRS kaydı alınmaya başlamadan önce heyecanlanma, yorgunluk vb. gibi beyin aktivasyonunu etkileyecek durumları en aza indirmek için katılımcılara yaklaşık 10 dakika dinlenme süresi verilmiştir. Buradaki amaç katılımcıların oxyHb düzeylerinin temel seviyeye (baseline) gelmesini sağlamaktır. Katılımcılar kendilerini hazır hissettiklerini belirttikleri anda uygulamanın ilk aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada bilgisayar monitörüne önce beyaz zemin üzerinde kızgın, mutlu, kaygılı ve nötr duygu durumlarını simgeleyen emoji'ler yansıtılmıştır. Her bir emoji yaklaşık 3 saniye ekranda kaldıktan hemen sonra Microsoft power point (ppt) programında mavi zemin üzerine "Arial" yazı karakteri ile beyaz renkte ve 96 punto büyüklüğünde yazılmış olan sözcükler ekranda gösterilmiştir. Burada katılımcılardan ekranda gördükleri sözcüğü daha önce gördükleri emojiyi simgeleyen duygu durumunda prozodik olarak sesletmeleri istenmiştir. Eş zamanlı olarak fNIRS kaydı yapılmıştır. Çalışmanın bir sonraki aşamasına geçmeden önce katılımcıların oxyHb düzeylerinin baseline seviyeye inmesini sağlamak için yine yaklaşık 5 dakikalık dinlenme süresi verilmiştir. Beyindeki aktivasyon baseline düzeye ulaştığında ise uygulamanın ikinci aşamasına geçilmiştir.

Uygulamanın ikinci aşamasında, katılımcılara temel duygu durumlarını içeren ve daha önce bir erkek aktör tarafından prozodik olarak sesletilen cümleler dinlettirilmiş ve bu defa katılımcılardan dinledikleri cümlelerin hangi duygu durumunu yansıttığını belirtmeleri istenmiştir. Yanıt sırasında katılımcılara bilgisayar faresi (mouse) kullanırılmış ve eş zamanlı olarak da fNIRS kaydı yapılmıştır.

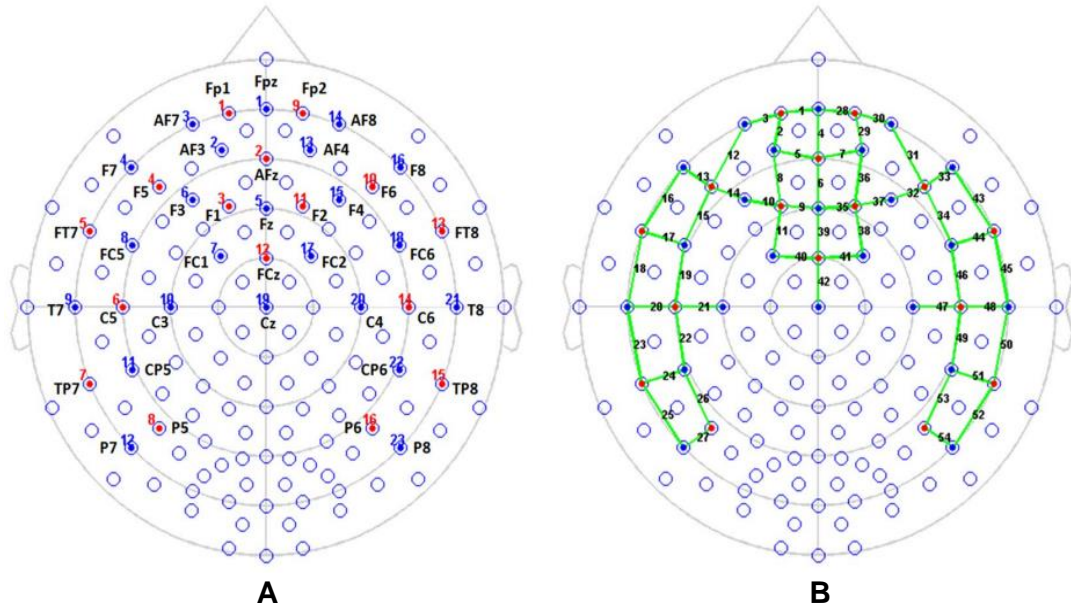
Pilot uygulamanın ardından esas uygulamaya geçilmiştir. Pilot uygulamadan elde edilen veriler bu çalışmada değerlendirmeye alınmamıştır. Uygulama prosedürü pilot araştırma ve temel araştırma süreçleri açısından hiçbir farklılık göstermemiştir (Şekil 13).



Şekil 13. Uygulama Prosedürünün genel görünüşü

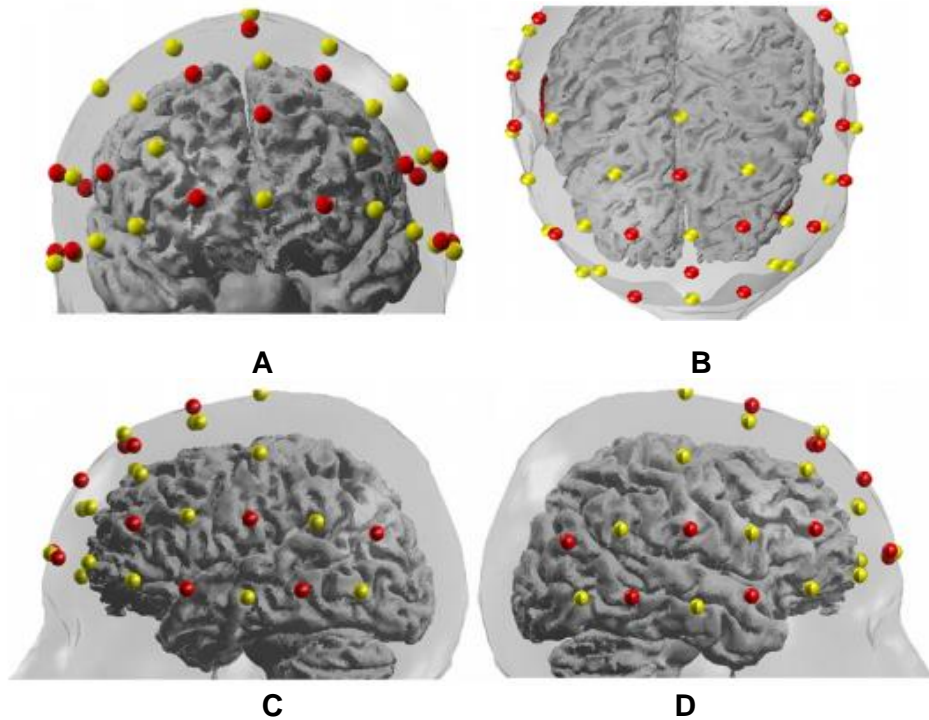
2.5. fNIRS Verilerinin Kaydı

fNIRS verileri, Indiana Üniversitesi Neuroscience Laboratuvarı'nda bulunan 16 LED emitörü (yoğunluk=5mW / dalga boyu) ve iki dalga boyundaki 23 dedektörden (760 nm ve 850 nm) oluşan NIRScout 1624 (NIRx Medical Technologies, LLC. Los Angeles, ABD) sistemi ile sürekli dalga modunda kaydedilmiştir. fNIRS düzeneğinin oluşturulmasında literatürde daha önce yapılan araştırmalar (Brück, Kreifelts, & Wildgruber, 2011; Frühholz, Trost, & Kotz, 2016) referans alınmış ve bu çalışmada da uluslararası 10/5 sistemine göre NIRS-EEG uyumlu bir kep (EASYCAP, Herrsching, Almanya) yardımıyla beynin frontal ve temporal bölgelerine optodlar yerleştirilmiştir. Bu sistemde emitör ve detektörlerin ortalama 3.2 cm (2.8cm ile 3.6 cm aralık değerinde) aralıklarla yerleştirilebileceği 54 uygun kanal yer almaktadır. Optodların beyindeki yerleşimi Şekil 14 ve Şekil 15'de gösterilmiştir.



Şekil 14. EEG 10/5 sistemine göre optodların yerleşimi.

(A) Emitörden gönderilecek kızıl ötesine yakın ışınlar (kırmızı noktalar) ve dedektörlerin (mavi noktalar) yerleşimi. (B) 54 kanalın yayılımı (yeşil çizgiler).



Şekil 15. Emitörler

(kırmızı noktalar, $n=16$) ve dedektörlerin (yeşil noktalar, $n=23$) kafa üzerindeki 3 boyutlu yerleşimi: (A) önden görünüş (B) üstten görünüş (C) soldan görünüş (D) sağdan görünüş

fNIRS kaydı sırasında veriler 4Hz frekans değerinde kesintisiz olarak örneklenmiştir. Verilerin kaydı süresince detektör saturasyonu (doymunluğu) oluşmamıştır. NIRS kanallarının altında yatan kortikal yapıların değerlendirilmesinde, EEG 10/5 pozisyonlarına göre optodların MNI koordinatlarını tahmin etmek için Matlab toolbox NFRI (Singh, Okamoto, Dan, Jurcak, & Dan, 2005) kullanılmıştır.

fNIRS kanallarının yerleşimi her bitişik emitör-detektör çifti arasındaki ışık yolunun orta bölgesinde tanımlanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. MNI koordinatları ve fNIRS kanallarının korteks bölgesi

Kanal		MNI koordinatları			Brodmann alanı ve anatomik olarak karşılıkları (örtüşme yüzdesi)*
		x	Y	z	
1	Fp1-Fpz	-10	68	-5	10- Frontopolar alan (0.62)
2	Fp1-AF3	-25	66	4	10- Frontopolar alan (1.00)
3	Fp1-AF7	-32	62	-8	10- Frontopolar alan (0.58) 11- Orbitofrontal alan (0.42)
4	AFz-Fpz	3	66	11	10- Frontopolar alan (1.00)
5	AFz-AF3	-12	65	20	10- Frontopolar alan (1.00)
6	AFz-Fz	2	54	38	9- Dorsolateral prefrontal korteks(0.83)
7	AFz-AF4	16	65	20	10- Frontopolar alan (1.00)
8	F1-AF3	-24	55	31	9- Dorsolateral prefrontal korteks(0.56) 10- Frontopolar alan (0.44)
9	F1-Fz	-10	44	48	8- Frontal göz alanlarını içerir (1.00)
10	F1-F3	-30	45	39	9- Dorsolateral prefrontal korteks (0.80)
11	F1-FC1	-23	31	55	8- Frontal göz alanlarını içerir (0.85)
12	F5-AF7	-46	48	0	10- Frontopolar alan (0.46) 47- Inferior prefrontal girus (0.34)
13	F5-F7	-52	39	0	47- Inferior prefrontal girus (0.62)
14	F5-F3	-46	42	21	46- Dorsolateral prefrontal korteks (0.83)
15	F5-FC5	-56	27	16	45- pars triangularis, Broca alanının parçası (0.64)
16	FT7-F7	-57	21	-13	38- Temporopolar alan (0.68)
17	FT7-FC5	-61	8	2	22- Üst temporal girus(0.61)
18	FT7-T7	-66	-7	-14	21- Orta temporal girus (1.00)
19	C5-FC5	-64	-2	24	6- Premotor ve supplementary motor korteks (0.67)
20	C5-T7	-68	-17	8	42- Primer ve işitsel korteksin birleştiği alan (0.51)
21	C5-C3	-61	-16	41	6- Premotor ve supplementary motor korteks (0.55)
22	C5-CP5	-66	-30	28	40- Supramarginal girus, Wernicke'nin bir parçası (0.73)
23	TP7-T7	-69	-31	-9	21- Orta Temporal girus (1.00)
24	TP7-CP5	-67	-44	11	22- Üst Temporal girus (0.92)
25	TP7-P7	-64	-55	-4	21- Orta temporal girus (0.58) 37- Fusiform girus (0.42)
26	P5-CP5	-60	-56	28	40- Supramarginal girus, Wernicke'nin parçası (0.58)
27	P5-P7	-58	-68	13	39- Angüler girus, Wernicke'nin parçası (0.42)
28	Fp2-Fpz	14	68	-5	10- Frontopolar alan (0.66)

Tablo 1. MNI koordinatları ve fNIRS kanallarının korteks bölgesi (Devam)

Kanal		MNI koordinatları			Brodmann alanı ve anatomik olarak karşılıkları (örtüşme yüzdesi)*
		x	Y	z	
29	Fp2-AF4	28	66	4	10- Frontopolar alan (1.00)
30	Fp2-AF8	35	63	-8	10- Frontopolar alan (0.63)
31	F6-AF8	49	48	1	10- Frontopolar alan (0.45)
32	F6-F4	48	42	22	46- Dorsolateral prefrontal korteks (0.82)
33	F6-F8	54	39	1	47- Inferior prefrontal girus (0.56)
34	F6-FC6	58	25	16	45- pars triangularis, Broca alanının parçası (0.69)
35	F2-Fz	12	45	48	8- Frontal göz alanlarını içerir (0.98)
36	F2-AF4	26	55	31	9- Dorsolateral prefrontal korteks (0.57) 10- Frontopolar alan (0.43)
37	F2-F4	33	44	40	9- Dorsolateral prefrontal korteks (0.72)
38	F2-FC2	25	31	55	8- Frontal göz alanlarını içerir (0.84)
39	FCz-Fz	1	30	57	8- Frontal göz alanlarını içerir (0.52) 6- Premotor ve supplementary motor korteks (0.48)
40	FCz-FC1	-12	16	64	6- Premotor ve supplementary motor korteks (1.00)
41	FCz-FC2	14	17	64	6- Premotor ve supplementary motor korteks (1.00)
42	FCz-Cz	1	1	69	6- Premotor ve supplementary motor korteks (1.00)
43	FT8-F8	59	21	-12	38- Temporopolar alan (0.62)
44	FT8-FC6	63	7	3	22- Üst temporal girus (0.63)
45	FT8-T8	67	-7	-12	21- Orta temporal girus (1.00)
46	C6-FC6	66	-3	24	6- Premotor ve supplementary motor korteks (0.66)
47	C6-C4	62	-16	40	6- Premotor ve supplementary motor korteks (0.57)
48	C6-T8	70	-17	8	42- Primer ve işitsel korteksin birleştiği alan (0.48)
49	C6-CP6	67	-30	28	40- Supramarginal girus, Wernicke'nin parçası (0.78)
50	TP8-T8	70	-30	-9	21- Orta temporal girus (0.98)
51	TP8-CP6	68	-43	11	22- Üst temporal girus (0.92)
52	TP8-P8	64	-54	-4	37- Fusiform girus (0.54) 21- Ortatemporal girus (0.46)
53	P6-CP6	61	-56	28	40- Supramarginal girus, Wernicke'nin parçası (0.61)
54	P6-P8	57	-67	13	39- Angüler girus, Wernicke'nin parçası (0.54)

*MNI koordinatlar Talairach alanına dönüştürülmüştür (Laird et al., 2010; Lancaster et al., 2007). Bir fNIRS kanalı, birkaç Brodmann alanı ile ilişkili olabilir. Bu nedenle bu çalışmada sadece örtüşme yüzdesi > 0.40 olan Brodmann alanları bildirilmiştir.

2.6. Verilerin İşlenmesi

Verilerin işlenmesinde Indiana Üniversitesi nirs-LAB analiz paketi (v2016.05, NIRx Medical Technologies, LLC. Los Angeles, USA) kullanılmıştır. 5'ten fazla kanalın yoğunluğu (volt cinsinden) düşük değer gösterdiği için 22 veri setinden 4'ü silinmiştir. Bu çalışmada toplam 18 veri kümesi analiz edilmiştir (NIRx cihazının kazanç ayarı > 7).

NIRS verilerinde ağırlıklı olarak geçici diken dalgalar ve ani keskin dalgalar olmak üzere iki hareket artefaktı görülebilmektedir. Çalışmamızda ilk olarak geçici diken dalgaları oluşturan artefaktlar, doğrusal interpolasyon (ara değer) ile yer değiştirmeye olanak tanıyan yarı otomatik bir prosedürle modifiye edilmiştir. Ani keskin dalgalar sonucu

oluşan düzensizlikler (sıçramalar) otomatik olarak nirs-LAB programı ile tespit edilerek düzeltilmiştir (standart eşik=5). Solunum ve kalp ritimleri gibi yavaş ve yüksek frekanslarda Band-geçiş filtresi (band-pass filter) 0.01Hz'den 0.2 Hz'e kadar uygulanmıştır. Daha sonra yoğunluk verileri optik yoğunluk verilerine (ΔOD) çevrilmiş ve ölçülen her iki dalga boyundaki ΔOD , modifiye Beer-Lambert yasası kullanılarak oxyHb ($\Delta [HbO]$) ve deoxyHb ($\Delta [Hb]$) nispi konsantrasyon değişikliklerine dönüştürülmüştür (Cope & Delpy, 1988). İlk kanalın emitör-dedektör mesafesi 3,0 cm olarak ayarlanmıştır; diğer 53 kanalın tam mesafesi ise optod konumlarına göre nirs-LAB programı tarafından hesaplanmıştır. Diferansiyel yol uzunluğu (differential path length) faktörünün 760 nm dalga boyu için 7.25; 850 nm dalga boyu için 6.38 olduğu varsayılmıştır (Essenpreis et al., 1993).

2.7. Verilerin İstatistiksel Analizi

Verilerin istatistiksel analizinde Sosyal Bilimler için İstatistik Paket Programı 18 (SPSS 18) kullanılmıştır. Demografik verilerin analizinde betimsel istatistikler, deney sonucu elde edilen doğru tepki sayısı verileri için parametrik olmayan (non-parametrik) testler ve tepki süresi verilerinin analizinde de Kovaryans Analizi (ANCOVA) uygulanmıştır. Yaş ve cinsiyet kovaryant olarak alınmıştır. ANCOVA sonucunda anlamlı çıkan temel ve ortak etkilerin kaynağını belirlemek amacıyla post hoc analizler (Bonferroni Düzeltmesi) kullanılmıştır. Tüm istatistiksel analizlerde $p < 0.05$ değeri anlamlı kabul edilmiştir.

fNIRS kaydında her katılımcının görev esnasındaki bireysel aktivite artış puanını elde etmek için ham veriler matematiksel bir işlemle geçirilerek temel analize hazırlanmıştır. Bu puanlar her katılımcı için bireysel (baseline) puanının, performans esnasındaki maksimum puana bölünmesiyle hesaplanmıştır. Her bir katılımcının, performans öncesindeki 60 saniye içerisinde kaydedilen ham verilerinin kuadratik ortalamasının (RMS: Root Mean Square), performans esnasındaki maksimum değerine (max) bölünmesiyle elde edilen aktivite artış puanı, hem bireysel taban puanın hem de katılımcının görev öncesi taban puanının göz önünde bulundurulmasını sağlayacaktır. f-NIRS verilerinin (her bir duygusal koşul için $\Delta[HbO]$ değişim düzeyleri) analizi için nirs-LAB paket programı kullanılmıştır.

Konsantrasyon değişikliklerinin istatistiksel değeri, zamansal filtrelemede kullanılan ayırık bir kosinüs dönüşümü (yüksek geçişli frekans kesme = 128 saniye) ile standart

hemodinamik tepki işlevinin genel bir doğrusal modeli (nirs-LAB parametreleri = [6 16 1 1 6 0 32]) temel alınarak belirlenmiştir. $\Delta[\text{HbO}]$ ve $\Delta[\text{Hb}]$ değerlerinden her ikisinden de sinyal elde edilmiş olmasına rağmen, bu çalışmada $\Delta[\text{Hb}]$ 'ye göre üstün sinyal-gürültü oranı nedeniyle, istatistiksel analizler için sadece $\Delta[\text{HbO}]$ konsantrasyonu dikkate alınmıştır. Beta tahmininde, SPM tabanlı algoritma (kısıtlanmış maksimum olasılık) hesaplamaları için nirs-LAB analiz paketi kullanılmıştır.

2.8. fNIRS Dalga Formlarının Görselleştirilmesi

Çalışmamızda istatistiksel dağılımların yanı sıra dalga biçimlerinin görselleştirilmesinde (waveforms visualization) dört duygusal koşulun $\Delta[\text{HbO}]$ ve $\Delta[\text{Hb}]$ dalga formları kullanılmıştır.

Verilerin ışıksal yoğunluğa (optical density) dönüştürülmesinde, ışıksal yoğunluk (OD);

$$OD = -\log_{10}(I_{out} / I_{in})$$

formülü ile tanımlanmaktadır. Burada I_{out} algılanan ışığın yeğinliğini, I_{in} ise gelen ışığı temsil etmektedir. Pratikte I_{in} değerinin fNIRS'in sürekli dalgalarında (continuous wave) ölçülmesi çoğunlukla mümkün olmamaktadır. Bu nedenle gelen ışığı sıfırlamak yerine ışıksal yoğunluktaki değişimi ölçmek için başlangıç zamanına t_0 karşı bir zaman noktası t_1 kullanılmaktadır:

$$\Delta OD = OD_{t_1} - OD_{t_0} = -\log_{10}(I_{out}^{t_1} / I_{in}) + \log_{10}(I_{out}^{t_0} / I_{in}) = -\log_{10} I_{out}^{t_1} / I_{out}^{t_0}$$

Modifiye Beer-Lambert yasasına göre $\Delta[\text{HbO}]$ ve $\Delta[\text{Hb}]$ değişimleri çoklu yakın kızılötesi ışık dalga boylarının (λ) algılanmasından itibaren hesaplanmaktadır:

$$\Delta OD^{\lambda_1} = (\varepsilon_{HbO}^{\lambda_1} \Delta C_{HbO} + \varepsilon_{Hb}^{\lambda_1} \Delta C_{Hb}) \cdot r \cdot DPF^{\lambda_1}$$

$$\Delta OD^{\lambda_2} = (\varepsilon_{HbO}^{\lambda_2} \Delta C_{HbO} + \varepsilon_{Hb}^{\lambda_2} \Delta C_{Hb}) \cdot r \cdot DPF^{\lambda_2}$$

Burada $\varepsilon_{HbO}^{\lambda}$ ve $\varepsilon_{Hb}^{\lambda}$ sırasıyla HbO ve Hb 'nin molar sönüm katsayılarını; r detektör ve emitörden giden ışık kaynağı arasındaki bölgeyi; DPF 'de doku içine saçılan ışığın artışının hesaplanmasında kullanılan diferansiyel yol uzunluğu faktörünü göstermektedir

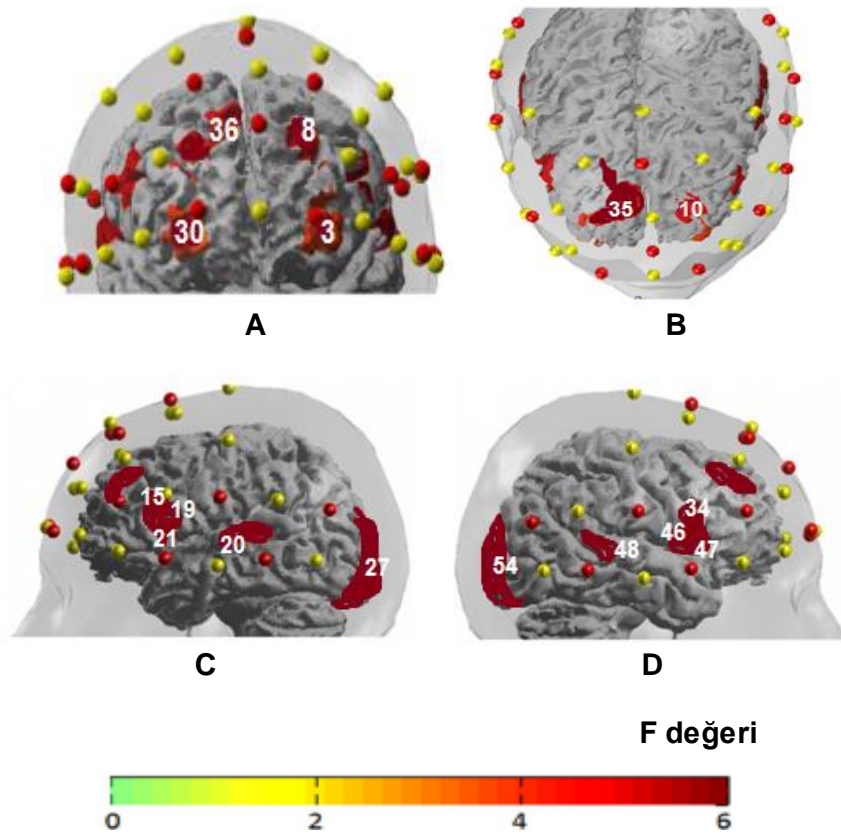
Çalışmamızda $\Delta[HbO]$ ve $\Delta[Hb]$ değerleri, literatürle paralel olarak (Byun et al., 2014; Leff et al., 2008; Zhang et al., 2018) duygusal prozodi ifadelerinin başlangıcından sonra -5 ile 25 saniye arasında bir zaman aralığında değerlendirilmiştir. Her bloktan hemen önce 5 saniyelik ortalama konsantrasyon süresi başlangıç noktası olarak belirlenmiştir.

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Duygusal Prozodi Üretimi Deney Koşullarının Temel Etkisi

Çalışmamızda tek yönlü ANCOVA analizi 3,8,10,15,19,20, 21,30,34,35,36,47, 48, ve 54 olmak üzere 14 fNIRS kanalının dinlenme durumu (sessizlik), nötr, korku, mutlu ve kızgın duygusal prozodi üretimi deney koşullarında, beyin bölgelerinin farklı aktivasyon paternlerine sahip olduğunu göstermiştir. Eşik değer (düzeltilmiş $p < 0.05$) F-istatistik haritası Şekil 16'da yer almaktadır.



Şekil 16. Sessiz ortam, nötr, korku, mutlu ve kızgın duygusal prozodi deney koşulları boyunca farklı aktivasyon paternleri gösteren beyin bölgelerinin F-istatistik haritası.

Raporlanan F değerleri için $p < 0,05$ eşik değer kabul edilmiştir (çoklu karşılaştırmalarda Benjamin ve Hochberg (1995) in FDR oranı (false discovery rate) kullanılarak düzeltme faktörü yapılmıştır) (Benjamini & Hochberg, 1995). (A) önden görünüş. (B) üstten görünüş. (C) soldan görünüş. (D) sağdan görünüş. Beyaz renkteki numaralar kanal numaralarını göstermektedir.

F-istatistik haritasına ilişkin F değerleri Tablo 2’te özetlenmiştir. Duygusal prozodi üretimi deney koşulları genel hatlarıyla beyinde oksipital korteks, frontal korteks, primer motor korteks ve primer işitme korteksinde aktivasyon artışına neden olmuştur.

Tablo 2. Sessiz ortam, nötr, korku, mutlu ve kızgın duygusal prozodi deney koşulları boyunca farklı aktivasyon paternleri gösteren beyin bölgeleri

Kanal	Broadmann Alanı ve örtüşme oranı*	LPBA40 (örtüşme oranı)**	F(4,68)	p değeri	Düzeltilmiş p değeri***
24 TP7-CP5	22- Üst temporal girus (0.91)	Sol üst temporal girus (0.56)	6,4	<0.001	0.016
20 C5-T7	42- Primer ve İşitsel birleşme korteksi (0.53)	Sol üst temporal girus (0.65)	5,65	<0.001	0.016
51 TP8-CP6	22- Üst temporal girus (0.92)	Sağ orta temporal girus (0.61)	5,35	<0.001	0.016
		Sağ üst temporal girus (0.43)			
48 C6-T8	42- Primer ve İşitsel birleşme korteksi (0.50)	Sağ üst temporal girus (0.85)	5.34	<0.001	0.016
34 F6-FC6	45- Broka alanının pars triangularis bölümü (0.69)	Sağ inferior frontal girus (0.67)	5,07	0.001	0.016
15 F5-FC5	45- Broka alanının pars triangularis bölümü (0.64)	Sol inferior frontal girus (0.98)	5,25	0.001	0.016
35 F2-Fz	8- Frontal göz alanını içeren bölge (0.97)	Sağ üst frontal girus (0.96)	4,27	0.002	0.019
8 F1-AF3	9- Dorsolateral prefrontal korteks (0.57)	Sol orta frontal girus (0.94)	4,69	0.003	0.025
	10- Frontopolar bölge (0.47)				
36 F2-AF4	9- Dorsolateral prefrontal korteks (0.57)	Sağ orta frontal girus (1.00)	4,45	0.005	0.039
	10- Frontopolar bölge (0.48)				
30 Fp2-AF8	10- Frontopolar bölge (0.65)	Sağ orta frontal girus (0.39)	3,87	0.009	0.037
3 Fp1-AF7	10- Frontopolar bölge (0.59)	Sol orta frontal girus (0.48)	3,96	0.008	0.038
	11- Orbitofrontal bölge (0.48)	Sol orta orbitofrontal girus (0.29)			
27 P7-P5	17-Primer görme alanı (0,45)	Sağ orta oksipital girus	3,78	0.005	0.021
54 P6-P8	17-Primer görme alanı (0,47)	Sol orta oksipital girus	3,85	0.003	0.034

*Broadman Alanı ve örtüşme oranları Yale Üniversitesi Talairach daemon programına göre belirlenmiştir (programa erişim <http://sprout022.sprout.yale.edu/mni2tal/mni2tal.html>)

** Beyin bölgelerinin örtüşme oranlarının hesaplanmasında LPBA40 (The LONI Probabilistic Brain Atlas)tan yararlanılmıştır (programa erişim <http://www.loni.usc.edu/>)

*** Benjamin ve Hochberg (1995)'in FDR oranı kullanılarak çoklu karşılaştırmalar için p değerleri düzeltilmiştir.

Ayrıca bireyler arasındaki beta değerlerinin değişimini ölçmek için beta değerlerinin standart sapması hesaplanmıştır. Beta değerlerinin standart sapması Tablo 3’te gösterilmiştir.

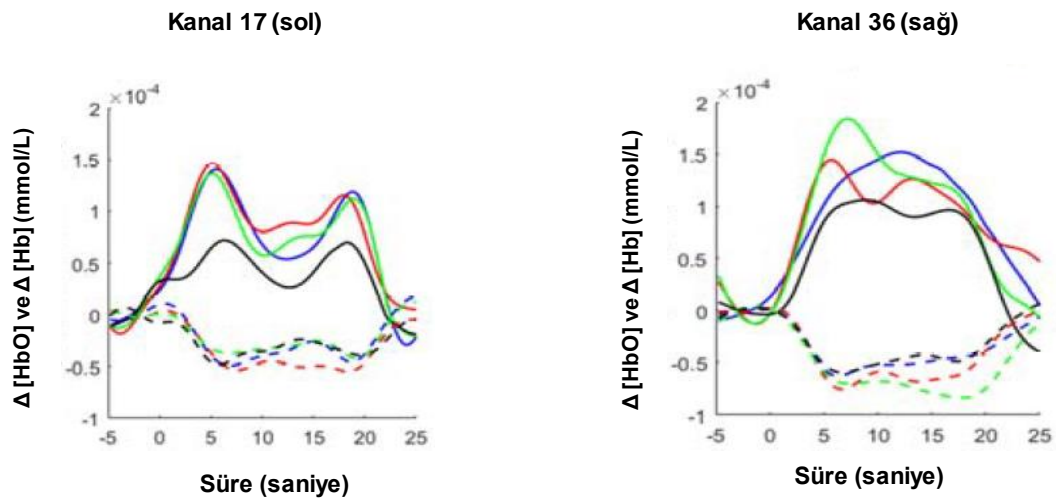
Tablo 3. 54 kanalı bireyler arasındaki beta değerlerinin standart sapması

Koşul	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Korku duygu durum prozodisi	0,15	0,13	0,16	0,10	0,07	0,13	0,09	0,11	0,12	0,17	0,19	0,14	0,5	0,12	0,05	0,12	0,06	0,12
Kızgın duygu durum prozodisi	0,29	0,17	0,14	0,22	0,06	0,10	0,16	0,06	0,15	0,16	0,11	0,16	0,6	0,14	0,11	0,06	0,05	0,13
Mutlu duygu durum prozodisi	0,21	0,17	0,21	0,25	0,19	0,16	0,17	0,19	0,18	0,18	0,14	0,14	0,12	0,16	0,17	0,23	0,19	0,24
Nötr prozodi	0,27	0,11	0,27	0,14	0,12	0,14	0,15	0,18	0,13	0,14	0,18	0,18	0,16	0,17	0,11	0,12	0,11	0,16
Sessizlik	0,06	0,02	0,04	0,03	0,05	0,02	0,04	0,05	0,01	0,04	0,06	0,06	0,05	0,04	0,02	0,01	0,07	0,04
Koşul	19	20	21	22	23	24	25	25	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Korku duygu durum prozodisi	0,16	0,19	0,11	0,11	0,12	0,15	0,13	0,11	0,12	0,19	0,11	0,10	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,15
Kızgın duygu durum prozodisi	0,14	0,14	0,15	0,08	0,16	0,13	0,15	0,19	0,13	0,25	0,14	0,22	0,12	0,12	0,17	0,06	0,10	0,14
Mutlu duygu durum prozodisi	0,18	0,14	0,16	0,16	0,12	0,16	0,19	0,14	0,12	0,21	0,29	0,27	0,19	0,10	0,10	0,13	0,19	0,24
Nötr prozodi	0,12	0,13	0,12	0,12	0,16	0,14	0,11	0,15	0,19	0,22	0,15	0,18	0,10	0,16	0,6	0,10	0,15	0,25
Sessizlik	0,04	0,02	0,03	0,04	0,03	0,02	0,05	0,06	0,05	0,06	0,03	0,05	0,05	0,03	0,02	0,05	0,04	0,06
Koşul	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Korku duygu durum prozodisi	0,15	0,08	0,21	0,35	0,25	0,39	0,22	0,12	0,15	0,12	0,11	0,08	0,17	0,16	0,14	0,14	0,22	0,16
Kızgın duygu durum prozodisi	0,13	0,06	0,16	0,22	0,11	0,27	0,27	0,17	0,13	0,13	0,17	0,19	0,18	0,07	0,13	0,17	0,17	0,19
Mutlu duygu durum prozodisi	0,19	0,15	0,12	0,12	0,18	0,23	0,19	0,22	0,27	0,26	0,15	0,16	0,11	0,15	0,11	0,13	0,23	0,24
Nötr prozodi	0,15	0,14	0,18	0,16	0,14	0,18	0,24	0,26	0,24	0,12	0,14	0,12	0,19	0,13	0,15	0,14	0,16	0,18
Sessizlik	0,04	0,02	0,03	0,15	0,07	0,10	0,06	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05	0,06	0,02	0,04	0,08	0,05	0,026

3.1.2. Çift Yönlü Karşılaştırmaların İzlenmesi

3.1.2.1. Türkçe Anadili Konuşurları> Yabancı Dil Olarak Türkçe Öğrenenler Karşılaştırması

Çalışmamızda ilk olarak Türkçe anadili konuşurları ile Türkçeyi yabancı dil olarak öğrenen bireylerin Türkçede duygusal prozodiyi üretmeleri sırasında oluşan beyin bölgelerindeki aktivasyon karşılaştırılmıştır. t-testi sonuçları Türkçe anadili konuşurlarının Türkçeyi yabancı dil olarak öğrenen bireylere göre 2 fNIRS kanalında (Kanal 17: $t(17) = 4.17$, $p < 0.001$ ve Kanal 36: $t(17)=5.61$, $p < 0.001$, düzeltilmiş $p = 0.003$;, düzeltilmiş $p = 0.004$) prozodi üretimi sırasında beyin aktivasyonunun önemli ölçüde arttığını göstermiştir. Bu iki kanaldan ilki beyinde sol üst temporal girüs (Brodmann alanına göre (BA) 22) ikincisi ise sağ dorselateral ön frontal korteks (BA 9) alanlarına rast gelmektedir (Şekil 17). Bu alanlar sözcüklerin anlamlandırılması ve yorumlanmasından sorumlu olan beyin bölgeleridir.



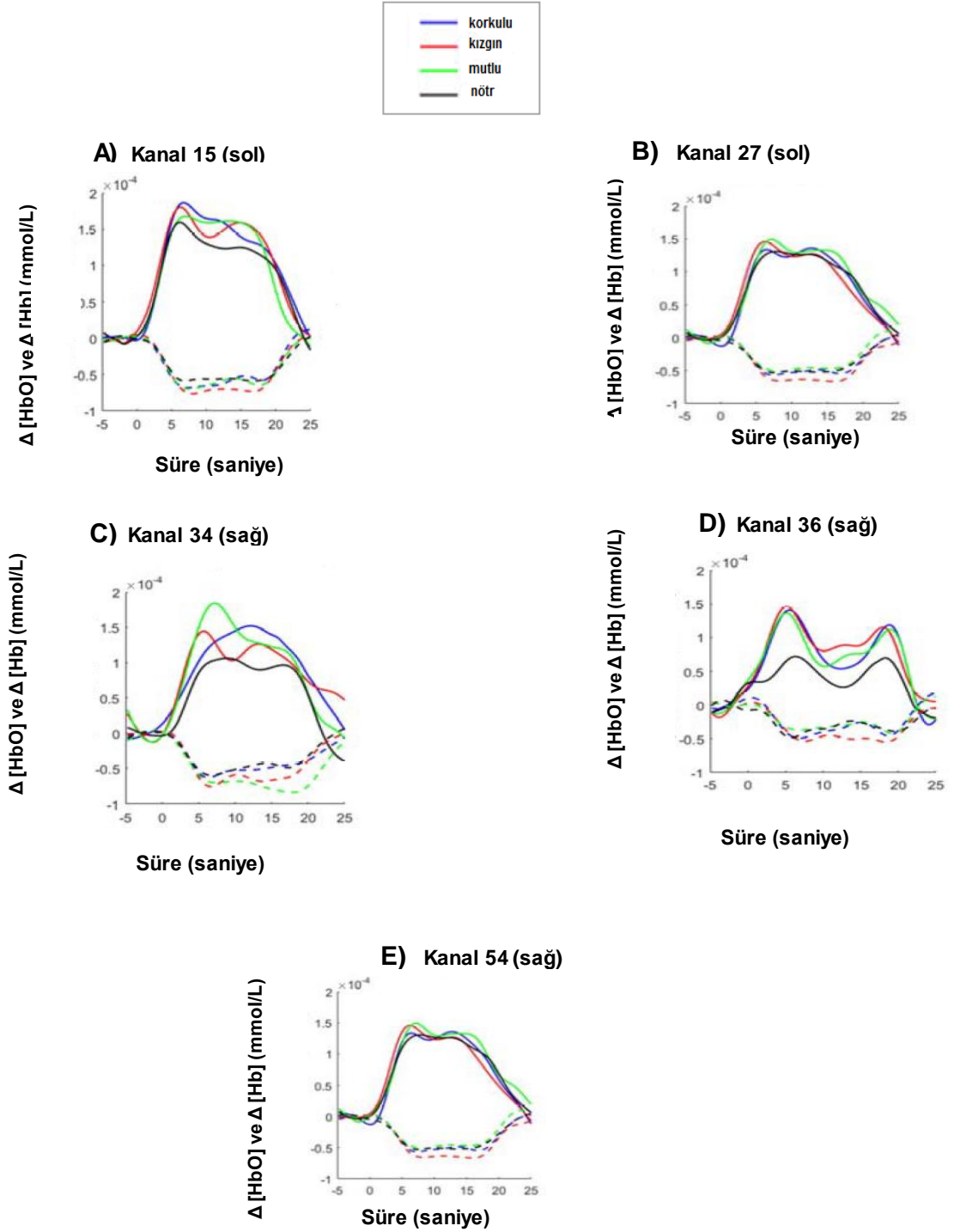
Şekil 17. Türkçe anadili konuşurlarının korku, kızgın, mutlu ve nötr prozodileri seslendirmeleri sırasında beyinde oluşan $\Delta[HbO]$ ve $\Delta[Hb]$ zaman aralığı.

Dört duygusal prozodinin üst temporal girüs (Kanal 17) ve sağ dorselateral ön frontal girüs (Kanal 36) dalga formları.

Türkçeyi yabancı dil olarak öğrenen bireylerin, her iki dilde de kullanılan sözcüklerin yer aldığı Türkçe cümleleri sesletmeleri sırasında Kanal 17 ve Kanal 36' da aktivasyon artışı olduğu gözlemlense de bu istatistiksel olarak anlamlı sonuç vermemiştir ($p < 0,07$).

3.1.2.2. Prozodi> Sessiz Ortam Karşılaştırması

Çalışmamızda ikinci olarak katılımcıların dinlenme durumu (sessizlik) karşısında nötr ve diğer duygusal prozodilerin üretimi ile ilişkili beyin bölgelerinin karşılaştırılması yapılmıştır. t-testi sonuçları, sessiz ortamla kıyaslandığında beş fNIRS kanalında (Kanal 15: $t(17) = 4.42$, $p < 0.001$, düzeltilmiş $p = 0.002$; Kanal 27: $t(17) = 4.13$, $p < 0.001$, düzeltilmiş $p = 0.007$; Kanal 34: $t(17) = 3.35$, $p = 0.003$, düzeltilmiş $p = 0.020$; Kanal 36: $t(17) = 3.29$, $p = 0.005$; Kanal 54: $t(17) = 3.25$, $p = 0.001$, düzeltilmiş $p = 0.010$) prozodi üretimi sırasında beyin aktivasyonunun önemli ölçüde arttığını göstermiştir. Bu beş kanal beyinde sırasıyla sol inferior frontal girus (BA 45), sol orta oksipital girus (BA 17), sağ inferior frontal girus (BA 45), sağ orta frontal girus (BA 9) ve sol orta oksipital girus (BA 17) alanlarına rast gelmektedir. Bu beyin bölgeleri arasında, sağ ve sol primer (birincil) görme korteksi ile bilateral (iki taraflı) motor konuşma alanlarında dört koşulda da (korku, kızgın, mutlu ve nötr) Δ [HbO] ve Δ [Hb] yakınsak dalga formları gözlenmiştir. Ayrıca motor korteks içindeki aktivasyon belirgin bir şekilde sol yana laterizasyon (yanallaşma) göstermiştir (bağımlı örneklem t-testi (paired-samples t-test): $t(17) = 3.32$, $p = 0.003$) (Şekil 18).

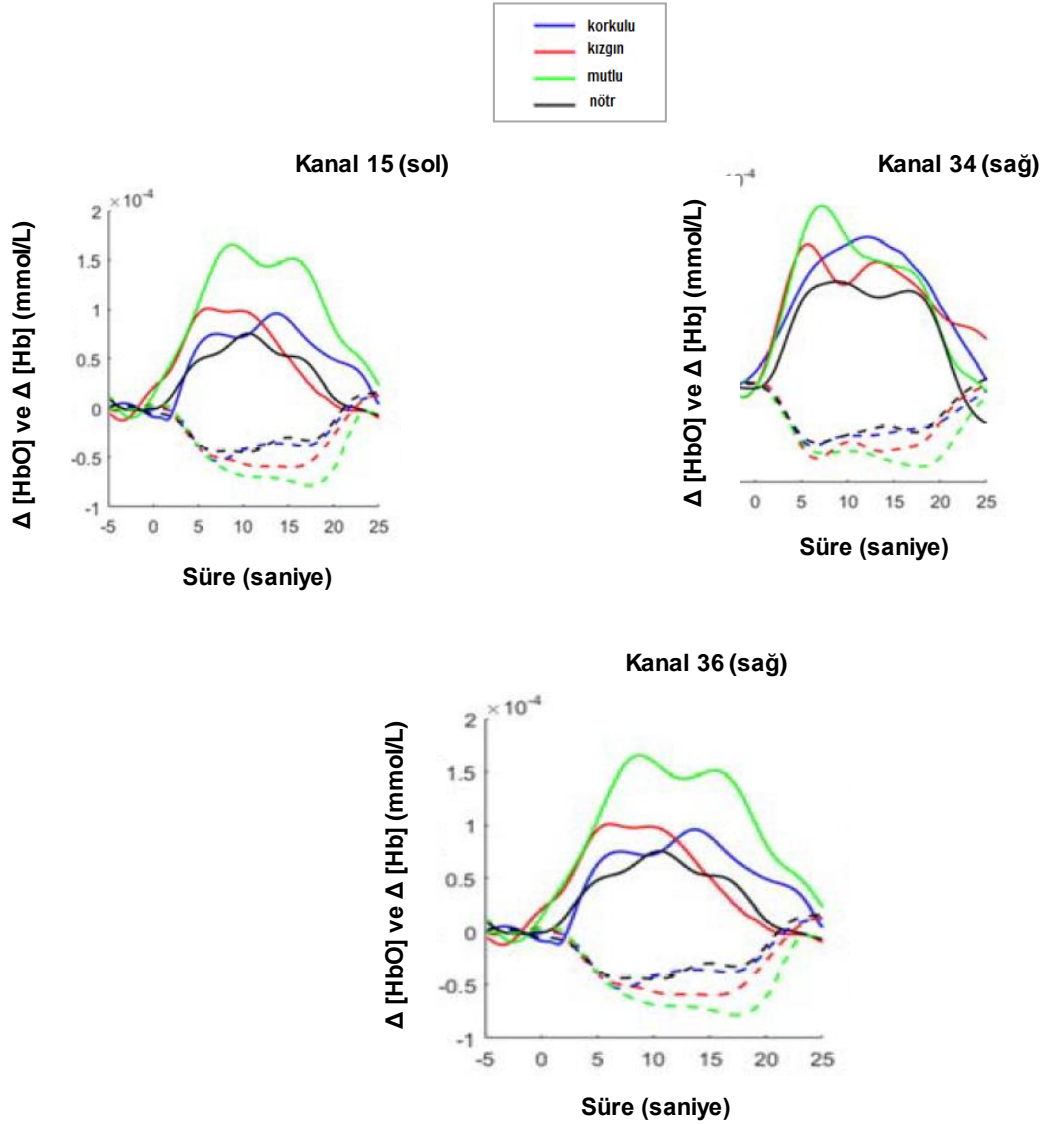


Şekil 18. Korku, kızgın, mutlu ve nötr prozodilerin sesletimi sırasında beyinde aktive olan Δ [HbO] ve Δ [Hb] zaman aralığı.

Dört duygusal prozodinin; A) ve C) bilateral primer motor korteksteki (Kanal 15 ve Kanal 34) dalga formları. B) ve E) bileteral oksipital korteksteki (Kanal 27 ve Kanal 54) dalga formları. D) Orta inferior frontal girus (Kanal 36) dalga formları.

3.1.2.3. Pozitif Prozodi> Negatif Prozodi Karşılaştırması

Çalışmamızda pozitif ve negatif duygu durumlarını yansıtan prozodilerin üretimi sırasında beyin bölgelerinde oluşan aktivasyonlar da karşılaştırılmıştır. Pozitif kategorisini “mutlu”, negatif kategorisini ise “korku” ve “kızgın” duygu durumları oluşturmuştur. Bulgularımız “korku” ve “kızgın” prozodilere nazaran “mutlu” duygu durumunu ifade eden prozodinin üretimi sırasında beyin bölgelerinde daha fazla aktivasyon artışı olduğunu göstermiştir. t- test sonuçlarına göre negatif ve pozitif prozodinin üretimi sırasında üç kanalda önemli ölçüde aktivasyon artışı olduğu tespit edilmiştir (Kanal 15; $t(17) = 3.78$, $p = 0.003$, düzeltilmiş $p = 0.023$; Kanal 34; $t(17) = 3.61$, $p = 0.003$, düzeltilmiş $p = 0.039$, Kanal 36; $t(17) = -2.81$, $p = 0.010$). Bu kanallardan ilki (Kanal 15) orta inferior frontal giruste yer alan sol pars triangularis (BA 45), ikincisi kanal (Kanal 34) üst temporal girusün frontal göz alanı (BA 8) ve son kanal (Kanal 36) ise sağ dorsalateral infrontal girus (BA 9/10) ile örtüşmektedir (Şekil 19).



Şekil 19. Pozitif ve negatif prozodilerin üretimi sırasında beyinde oluşan $\Delta[\text{HbO}]$ ve $\Delta[\text{Hb}]$ zaman aralığı.

Dört duygusal prozodinin bileteral orta inferior frontal girus (Kanal 15 ve Kanal 34) ve sağ dorsalateral frontal girus (Kanal 36) dalga formları.

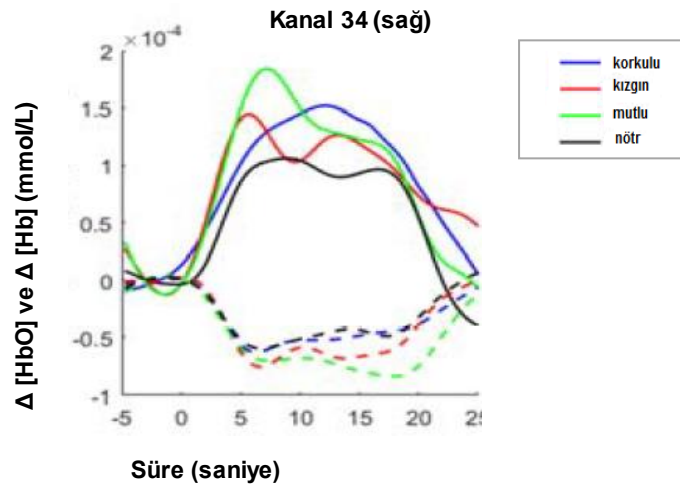
3.1.2.4. Mutlu Duygu Durum Prozodisi> Nötr Prozodi Karşılaştırması

Çalışmamızda mutlu duygu durumunu yansıtan prozodinin üretilmesi sırasında nötr prozodiye göre beyin bölgelerinde daha fazla aktivasyon artışı gözlenmiştir. t-test sonuçları Kanal 15'te, mutlu duygu durumunu yansıtan prozodinin üretimi sırasında beyin bölgelerinde anlamlı derecede aktivasyon artışı olduğunu göstermiştir ($t(17) =$

4.11, $p < 0.001$, düzeltilmiş $p = 0.032$). Bu kanal beyin bölgelerinden orta inferior frontal girusun sol pars triangularis alanına rast gelmektedir (BA 45) (Şekil 19).

3.1.2.5. Kızgın Duygu Durum Prozodisi> Nötr Prozodi Karşılaştırması

Çalışmamızda kızgın duygu durumunu yansıtan prozodinin üretilmesi sırasında nötr prozodiye göre beyin bölgelerinde daha fazla aktivasyon artışı gözlenmiştir. t-test sonuçları kızgın duygu durumunu yansıtan prozodinin üretimi sırasında Kanal 34'te anlamlı derecede aktivasyon artışı olduğunu göstermiştir ($t(17) = 3.71$, $p = 0.003$, düzeltilmiş $p = 0.080$). Bu kanal beyinde Broca'nın pars triangularis alanına (BA 45) rast gelmektedir (Şekil 20).



Şekil 20. Kızgın ve nötr prozodilerin üretimi sırasında beyindeki $\Delta[\text{HbO}]$ ve $\Delta[\text{Hb}]$ zaman aralığı.

Bilateral frontopolar ve orbitofrontal bölge (Kanal 3 ve Kanal 30) dalga formları.

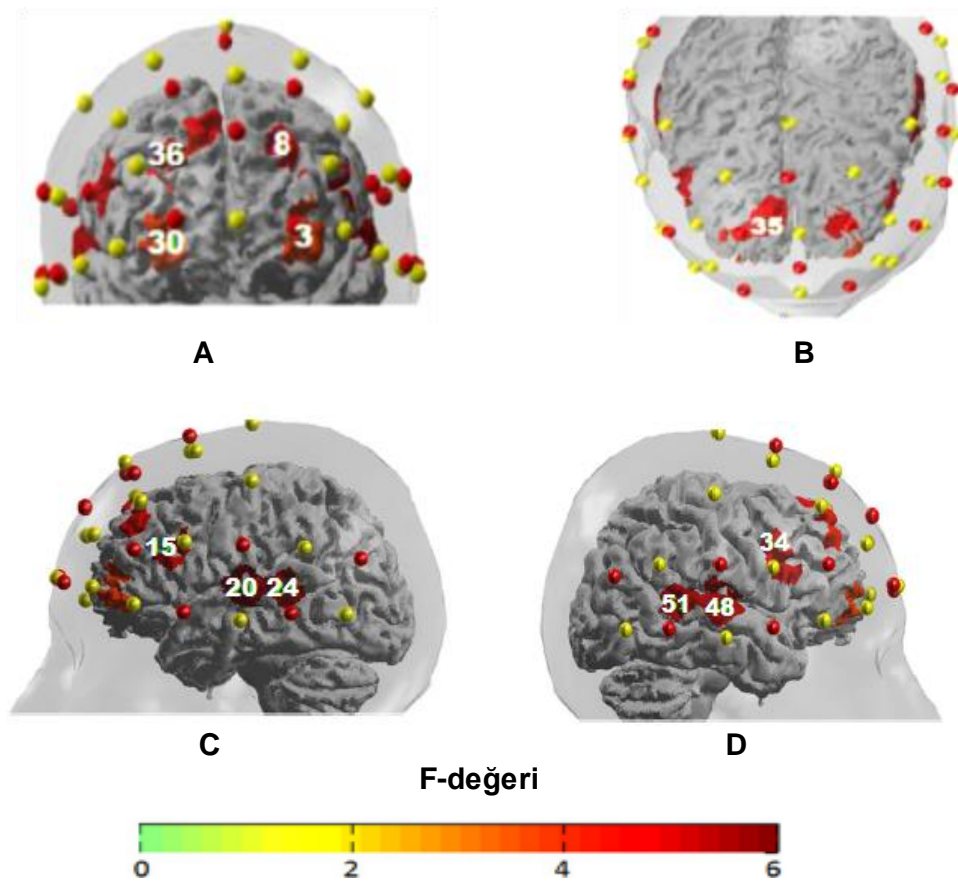
3.1.2.6. Korku Duygu Durum Prozodisi> Nötr Prozodi Karşılaştırması

Çalışmamızda son olarak korku duygu durum prozodisi ile nötr duygu durum prozodisine yanıt olarak aktive olan beyin bölgelerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Korku duygu durumunu yansıtan prozodinin, nötr prozodiye göre beyin bölgelerinde daha fazla aktivasyon artışına neden olduğu gözlenmiştir. Ancak çoklu karşılaştırma

düzeltilmesinde de bu düzeltmeyi uygulamadan önce de hiçbir kanal anlamlılık ifade edecek derecede etkinleşmemiştir.

3.2. İşitsel Uyarın Deneş Koşullarının Temel Etkisi

Tek yönlü ANOVA analizi 3,8,15,20,24,30,34,35,36, 48 ve 51 olmak üzere 11 fNIRS kanalının dinlenme durumu (sessizlik), nötr, korku, mutlu ve kızgın duygusal prozodi deneş koşullarında farklı aktivasyon paternlerine sahip olduğunu göstermiştir. Eşik değeri (düzeltilmiş $p < 0.05$) F-istatistik haritası Şekil 21'te yer almaktadır.



Şekil 21. İşitsel uyarılara yanıt olarak sessiz ortam, nötr, korku, mutlu ve kızgın duygusal prozodi deneş koşulları boyunca farklı aktivasyon paternleri gösteren beyin bölgelerinin F-istatistik haritası.

Raporlanan F değeri için $p < 0,05$ eşik değeri kabul edilmiştir (çoklu karşılaştırmalarda Benjamin ve Hochberg (1995) in FDR oranı kullanılarak düzeltme faktörü yapılmıştır). (A) önden görünüş. (B) üstten görünüş. (C) soldan görünüş. (D) sağdan görünüş. Beyaz renkteki numaralar kanalların sayısını göstermektedir.

Ayrıca bireyler arasındaki beta değerlerinin değişimini ölçmek için beta değerlerinin standart sapması hesaplanmıştır. Beta değerlerinin standart sapması Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. İşitsel uyarılara tepki olarak sessiz ortam, nötr, korku, mutlu ve kızgın duygusal prozodi deney koşulları boyunca farklı aktivasyon paternleri gösteren beyin bölgeleri

Kanal	Broadmann Alanı ve örtüşme oranı*	LPBA40 (örtüşme oranı)**	F(4,68)	p değeri	Düzeltilmiş p değeri***
24 TP7-CP5	22- Üst temporal girus (0.91)	Sol üst temporal girus (0.56)	6,4	<0.001	0.016
20 C5-T7	42- Primer ve İşitsel birleşme korteksi (0.53)	Sol üst temporal girus (0.65)	5,65	<0.001	0.016
51 TP8-CP6	22- Üst temporal girus (0.92)	Sağ orta temporal girus (0.61)	5,35	<0.001	0.016
		Sağ üst temporal girus (0.43)			
48 C6-T8	42- Primer ve İşitsel birleşme korteksi (0.50)	Sağ üst temporal girus (0.85)	5.34	<0.001	0.016
34 F6-FC6	45- Broka alanının pars triangularis bölümü (0.69)	Sağ inferior frontal girus (0.67)	5,07	0.001	0.016
15 F5-FC5	45- Broka alanının pars triangularis bölümü (0.64)	Sol inferior frontal girus (0.98)	5,25	0.001	0.016
35 F2-Fz	8- Frontal göz alanını içeren bölge (0.97)	Sağ üst frontal girus (0.96)	4,27	0.002	0.019
8 F1-AF3	9- Dorsolateral prefrontal korteks (0.57)	Sol orta frontal girus (0.94)	4,69	0.003	0.025
	10- Frontopolar bölge (0.47)				
36 F2-AF4	9- Dorsolateral prefrontal korteks (0.57)	Sağ orta frontal girus (1.00)	4,45	0.005	0.039
	10- Frontopolar bölge (0.48)				
30 Fp2-AF8	10- Frontopolar bölge (0.65)	Sağ orta frontal girus (0.39)	3,87	0.009	0.037
3 Fp1-AF7	10- Frontopolar bölge (0.59)	Sol orta frontal girus (0.48)	3,96	0.008	0.038
	11- Orbitofrontal bölge (0.48)	Sol orta orbitofrontal girus (0.29)			

*Broadman Alanı ve örtüşme oranları Yale Üniversitesi Talairach daemon programına göre belirlenmiştir (programa erişim <http://sprout022.sprout.yale.edu/mni2tal/mni2tal.html>)

** Beyin bölgelerinin örtüşme oranlarının hesaplanmasında LPBA40 (The LONI Probabilistic Brain Atlas)tan yararlanılmıştır (programa erişim <http://www.loni.usc.edu/>)

*** Benjamin ve Hochberg (1995)'in FDR oranı kullanılarak çoklu karşılaştırmalar için p değerleri düzeltilmiştir.

Çalışmamızda bireyler arasındaki beta değerlerinin değişimini ölçmek için beta değerlerinin standart sapması hesaplanmıştır (Tablo 5).

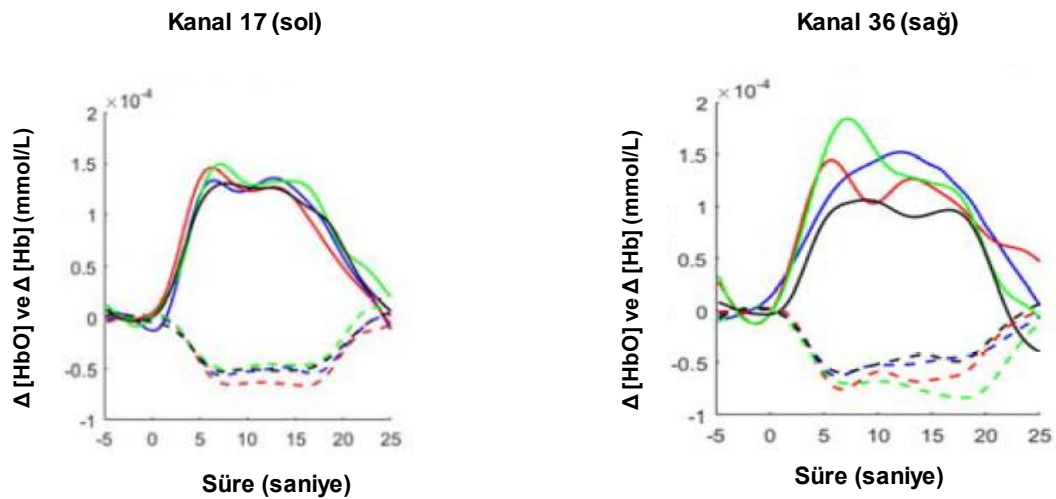
Tablo 5. İşitsel uyarılara tepki olarak 54 kanalın bireyler arasındaki beta değerlerinin standart sapması

Koşul	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Korku duygu durum prozodisi	0,24	0,14	0,11	0,10	0,09	0,13	0,07	0,10	0,10	0,11	0,13	0,15	0,9	0,11	0,09	0,11	0,07	0,14
Kızgın duygu durum prozodisi	0,26	0,12	0,17	0,20	0,08	0,10	0,12	0,08	0,13	0,15	0,11	0,13	0,9	0,11	0,11	0,08	0,06	0,13
Mutlu duygu durum prozodisi	0,21	0,14	0,22	0,24	0,15	0,17	0,14	0,11	0,19	0,13	0,11	0,13	0,14	0,13	0,16	0,25	0,14	0,21
Nötr prozodi	0,29	0,17	0,24	0,12	0,14	0,11	0,13	0,15	0,14	0,12	0,15	0,13	0,12	0,17	0,18	0,14	0,12	0,13
Sessizlik	0,07	0,03	0,05	0,04	0,02	0,04	0,03	0,05	0,02	0,04	0,04	0,05	0,04	0,03	0,04	0,4	0,04	0,03
Koşul	19	20	21	22	23	24	25	25	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Korku duygu durum prozodisi	0,16	0,16	0,16	0,12	0,14	0,11	0,11	0,15	0,14	0,17	0,13	0,10	0,08	0,06	0,07	0,08	0,09	0,14
Kızgın duygu durum prozodisi	0,12	0,13	0,13	0,09	0,14	0,13	0,17	0,16	0,15	0,26	0,12	0,21	0,11	0,10	0,13	0,07	0,10	0,15
Mutlu duygu durum prozodisi	0,16	0,13	0,18	0,18	0,13	0,18	0,15	0,14	0,16	0,24	0,27	0,26	0,11	0,10	0,10	0,13	0,16	0,20
Nötr prozodi	0,15	0,11	0,12	0,11	0,18	0,11	0,14	0,14	0,16	0,22	0,15	0,15	0,10	0,11	0,8	0,10	0,16	0,21
Sessizlik	0,04	0,03	0,05	0,04	0,03	0,04	0,02	0,05	0,06	0,07	0,02	0,04	0,03	0,03	0,02	0,04	0,03	0,08
Koşul	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Korku duygu durum prozodisi	0,13	0,08	0,24	0,37	0,24	0,37	0,23	0,18	0,17	0,11	0,14	0,07	0,15	0,12	0,12	0,14	0,21	0,15
Kızgın duygu durum prozodisi	0,17	0,07	0,12	0,21	0,13	0,25	0,29	0,16	0,16	0,10	0,16	0,13	0,14	0,09	0,11	0,18	0,16	0,17
Mutlu duygu durum prozodisi	0,19	0,14	0,11	0,21	0,17	0,23	0,17	0,24	0,22	0,20	0,15	0,14	0,16	0,13	0,13	0,17	0,21	0,19
Nötr prozodi	0,11	0,16	0,14	0,14	0,13	0,14	0,27	0,22	0,29	0,16	0,16	0,17	0,17	0,15	0,17	0,15	0,18	0,15
Sessizlik	0,06	0,03	0,05	0,10	0,08	0,10	0,07	0,05	0,05	0,04	0,06	0,04	0,07	0,06	0,04	0,07	0,07	0,05

3.2.1. Çift Yönlü Karşılaştırmaların İzlenmesi

3.2.1.1. Türkçe Anadili Konuşurları> Türkçeyi Yabancı Dil Olarak Öğrenenler Karşılaştırması

Çalışmamızda Türkçe anadili konuşurları ile Türkçeyi yabancı dil olarak öğrenen bireylerin Türkçe konuşma dilinde duygusal prozodiyi tanımaları ve anlamlandırmaları sırasında oluşan beyin bölgelerindeki aktivasyon karşılaştırılmıştır. t-testi sonuçları Türkçe anadili konuşurlarının Türkçeyi yabancı dil olarak öğrenen bireylere göre iki fNIRS kanalında (Kanal 17: $t(17) = 5.17$, $p < 0.001$, düzeltilmiş $p = 0.002$ ve Kanal 36: $t(17)=5.81$, $p < 0.001$, düzeltilmiş $p = 0.004$) prozodiye yanıt olarak önemli ölçüde aktivasyon artışı olduğunu göstermiştir. Bu iki kanaldan ilki beyinde sol süperior temporal girus (BA 22) ikincisi ise sağ dorselateral ön frontal korteks (BA 9) alanlarına rast gelmektedir (Şekil 22). Bu alanlar dilin anlamlandırılması ve yorumlanmasından sorumlu olan beyin bölgeleridir.



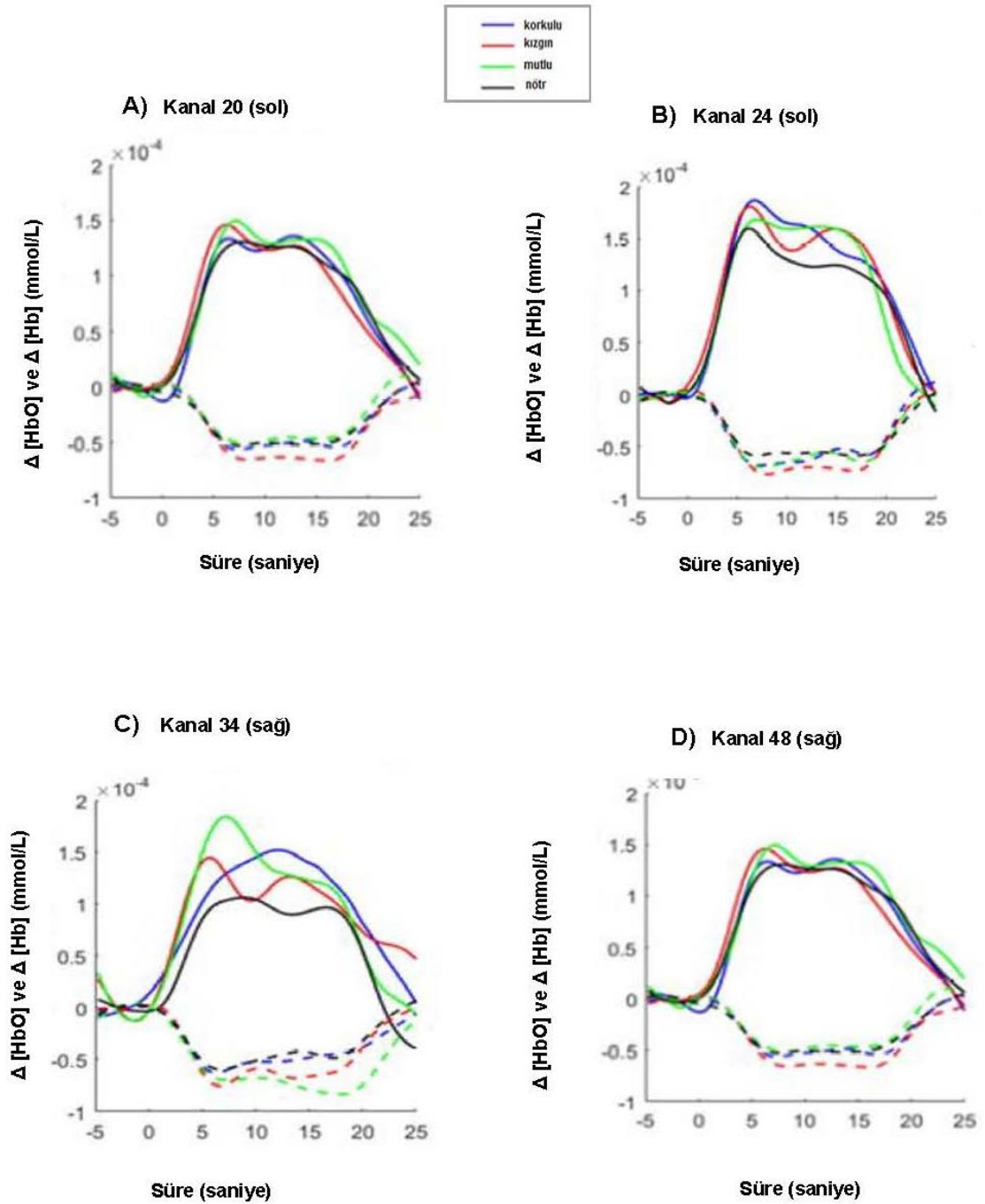
Şekil 22. Türkçe anadili konuşurlarının korku, kızgın, mutlu ve nötr prozodilere yanıt olarak beyindeki $\Delta[HbO]$ ve $\Delta[Hb]$ zaman aralığı.

Dört duygusal prozodinin üst temporal girus (Kanal 17) ve sağ dorsalateral ön frontal girus (Kanal 36) ve dalga formları.

Türkçeyi yabancı dil olarak öğrenen bireylerin, her iki dilde de kullanılan sözcüklerin yer aldığı Türkçe cümleleri dinlemeleri sırasında Kanal 17 ve Kanal 36' da aktivasyon artışı olduğu gözlenmiştir ($p < 0,02$).

3.2.2.2. Prozodi> sessiz ortam karşılaştırması

Çalışmamızda katılımcıların dinlenme durumu (sessizlik) karşısında nötr ve diğer duygusal prozodiler ile ilişkili beyin bölgelerinin karşılaştırılması yapılmıştır. t-testi sonuçları, sessiz ortamla kıyaslandığında dört fNIRS kanalının (Kanal 20: $t(17) = 4.51$, $p < 0.001$, düzeltilmiş $p = 0.004$; Kanal 24: $t(17) = 4.12$, $p < 0.001$, düzeltilmiş $p = 0.004$; Kanal 34: $t(17) = 3.31$, $p = 0.004$, düzeltilmiş $p = 0.023$; Kanal 48: $t(17) = 3.75$, $p = 0.002$, düzeltilmiş $p = 0.010$) prozodiye cevap olarak beyin aktivasyonunun önemli ölçüde arttığını göstermiştir. Bu dört kanal beyinde primer ve sekonder işitme korteksi (BA 42), sol posterior üst temporal girus (BA 22) ve sağ pars triangularis (BA 45) alanlarına rast gelmektedir. Bu beyin bölgeleri arasında, sadece sol primer ve sekonder işitme korteksinde (Kanal 20) dört koşulda da (korku, kızgın, mutlu ve nötr) $\Delta [HbO]$ ve $\Delta [Hb]$ yakınsak dalga formları gözlenmiştir. Ayrıca primer ve sekonder işitme korteksi içindeki aktivasyon belirgin bir şekilde sol yana laterizasyon (yanallaşma) göstermiştir (bağımlı örneklem t-testi (paired-samples t-test): $t(17) = 3.35$, $p = 0.003$) (Şekil 23).



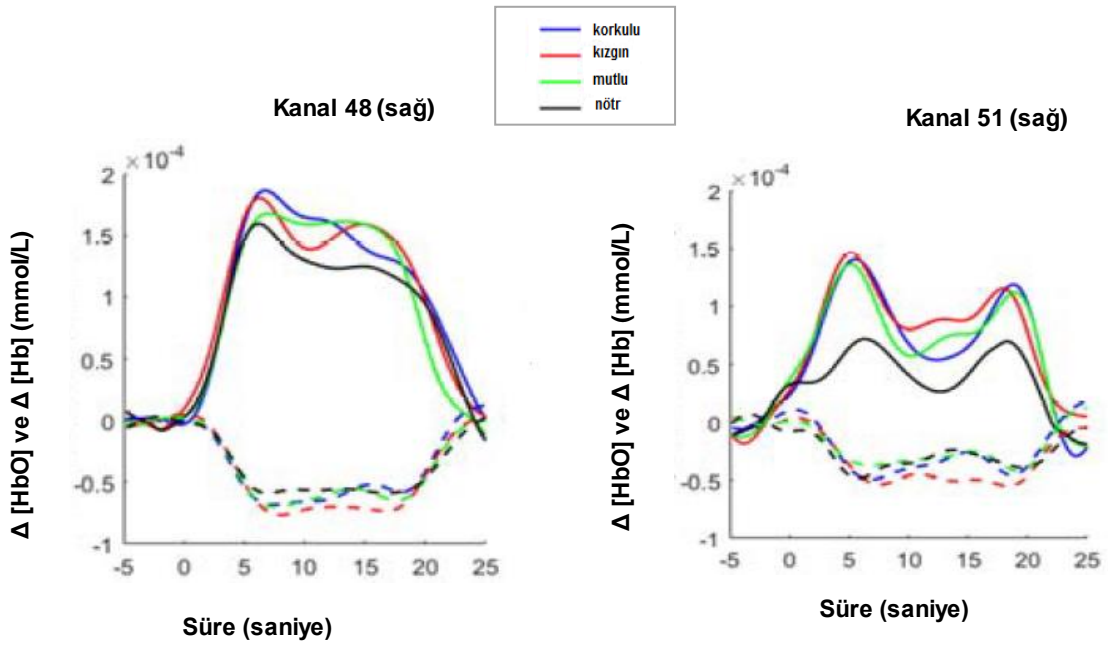
Şekil 23. Korku, kızgın, mutlu ve nötr prozodilere cevap olarak $\Delta[\text{HbO}]$ ve $\Delta[\text{Hb}]$ zaman aralığı

Dört duygusal prozodinin; A) ve D) bileteral primer işitsel korteksteki (Kanal 20 ve Kanal 48) dalga formları. B) Üst temporal korteksteki (Kanal 24) dalga formları. C) Orta inferior frontal girus (Kanal 34) dalga formları.

Bunun yanısıra prozodiye yanıt olarak iki kanalda önemli ölçüde aktivasyon düşüşü (negatif t-değeri) gözlenmiştir (Kana 8: $t(17) = -5.41$, $p < 0.001$, düzeltilmiş $p = 0.001$; Kanal 36: $t(17) = -5.53$, $p < 0.001$, düzeltilmiş $p = 0.004$). Bu iki kanal beyin bölgelerinden dorsolateral prefrontal korteks (BA 9) ve frontopolar prefrontal korteks (BA 10) ile örtüşmektedir.

3.2.2.3. Duygusal Prozodi> Nötr Prozodi Karşılaştırması

Çalışmamızda duygusal prozodi ve nötr prozodi karşılaştırması yapılmıştır. Nötr prozodiye nazaran diğer duygusal prozodilere yanıt olarak beyin bölgelerinin aktivasyonunda önemli derecede artış tespit edilmiştir. t-test sonuçları nötr prozodiyle karşılaştırıldığında diğer duygusal prozodilere yanıt olarak iki kanalda belirgin şekilde aktivasyon artışı olduğunu göstermiştir (Kanal 51; $t(17) = 4.06$, $p < 0.001$, düzeltilmiş $p = 0.032$; Kanal 48; $t(17) = 3.12$, $p = 0.023$, düzeltilmiş $p = 0.048$). Bu kanallardan ilki (Kanal 51) beyin bölgelerinden sağ posterior üst temporal girus (BA 22), ikincisi ise (Kanal 48) sağ primer ve sekonder işitme korteksi (BA 42) ile örtüşmektedir. Bunun yanı sıra dikkate değer bir şekilde çalışmamızda sessizliğe karşıt olarak prozodinin temel etkisi posterior üst temporal girus (bağımlı örneklem t-test: $t(17) = 2.67$, $p = 0.016$) ve primer ve sekonder işitme korteksinde (bağımlı örneklem t-testi (paired-samples t-test): $t(17) = 3.32$, $p = 0.003$) sola doğru laterizasyon göstermişti (Şekil 13), nötr prozodiye tezat olarak duygusal prozodi ise aynı beyin bölgelerinde sağa doğru laterizasyon göstermiştir (AC: $t(17) = -3.70$, $p = 0.002$; STG: $t(17) = -3.78$, $p = 0.001$) (Şekil 24).

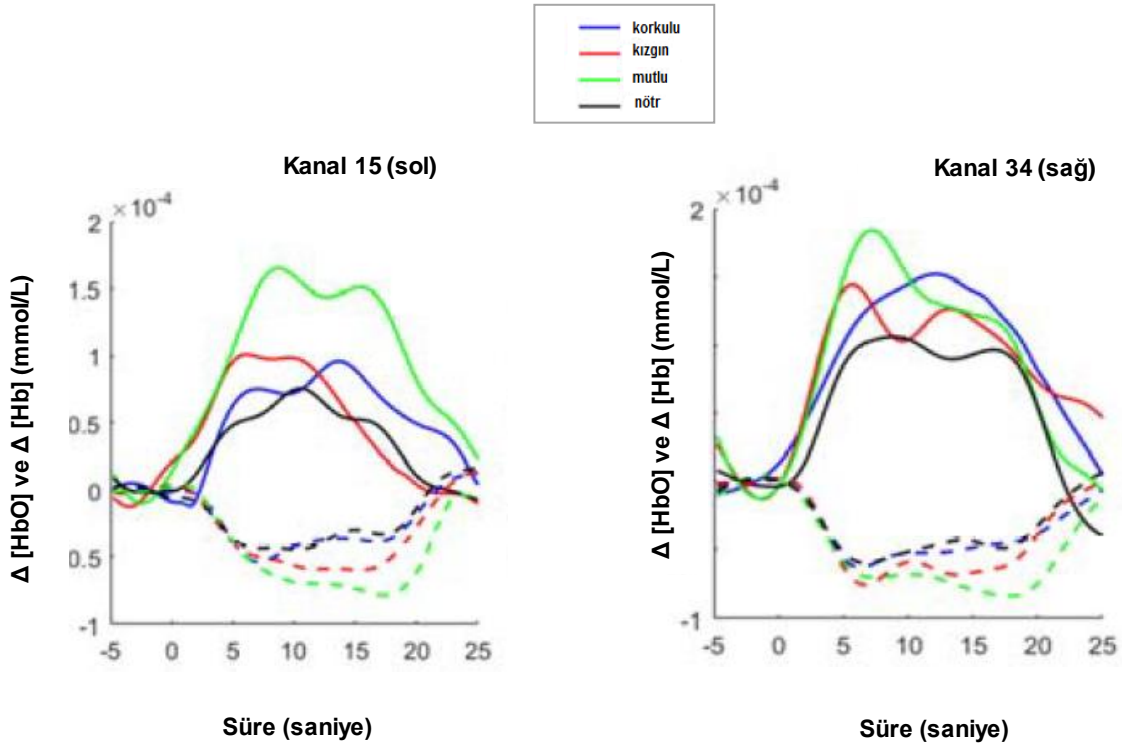


Şekil 24. Korku, kızgın, mutlu ve nötr prozodilere cevap olarak $\Delta[\text{HbO}]$ ve $\Delta[\text{Hb}]$ zaman aralığı

Dört duygusal prozodinin üst temporal korteks (Kanal 48 ve Kanal 51) dalga formları.

3.2.2.4. Pozitif Prozodi > Negatif Prozodi Karşılaştırması

Çalışmamızda pozitif ve negatif duygu durumlarını yansıtan prozodilerin beyin bölgelerindeki aktivasyonları karşılaştırılmıştır. Pozitif kategorisini “mutlu”, negatif kategorisini ise “korkulu” ve “kızgın” duygu durumları oluşturmuştur. Bulgularımız “korkulu” ve “kızgın” prozodilere karşı “mutlu” duygu durumunu ifade eden prozodinin beyin bölgelerinde daha fazla aktivasyon artışına sebep olduğunu göstermiştir ($p < 0,021$). Ayrıca t- test sonuçları negatif prozodinin aksine pozitif prozodiye cevap olarak iki kanalda önemli ölçüde aktivasyon artışı olduğunu göstermiştir (Kanal 15; $t(17) = 3.71$, $p = 0.004$, düzeltilmiş $p = 0.033$; Kanal 34; $t(17) = 3.62$, $p = 0.003$, düzeltilmiş $p = 0.037$). Bu kanallardan ilki (Kanal 15) orta inferior frontal girusta yer alan sol pars triangularis (BA 45) ile, ikinci kanal (Kanal 34) ise üst temporal girusün frontal göz alanı (BA 8) ile örtüşmektedir. Ayrıca, çalışmamızda orta inferior frontal girusta sessizliğe karşı olarak prozodinin temel etkisinin sağa doğru laterizasyon gösterdiği (bağımlı örneklem t-test: $t(17) = -2.91$, $p = 0.010$) ancak mutlu ve korkulu/kızgın prozodi tezatlığının aynı bölgede sola doğru laterizasyon gösterdiği tespit edilmiştir (bağımlı örneklem t-test: $t(17) = 2.74$, $p = 0.011$) (Şekil 25) .



Şekil 25. Korku, kızgın, mutlu ve nötr prozodilere cevap olarak beyinde oluşan $\Delta[\text{HbO}]$ ve $\Delta[\text{Hb}]$ zaman aralığı

Dört duygusal prozodinin bileteral orta inferior frontal girus (Kanal 15 ve Kanal 34) dalga formları.

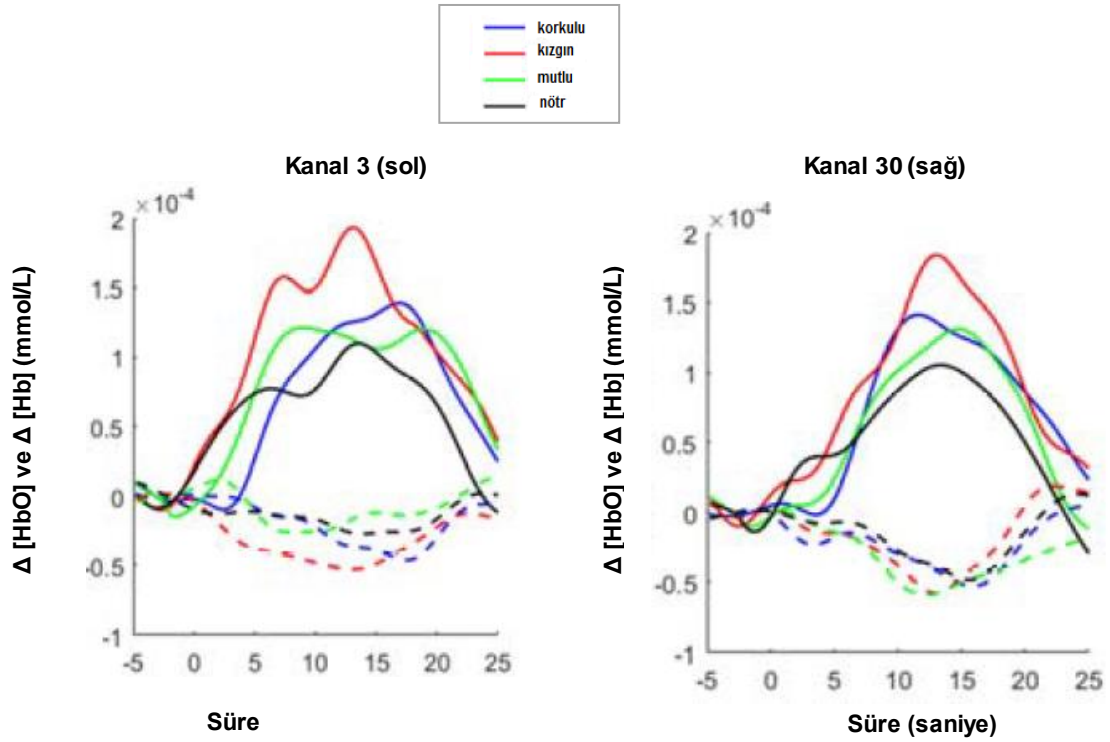
3.2.2.5. Mutlu Duygu Durum Prozodisi> Nötr Prozodi Karşılaştırması

Çalışmamızda mutlu duygu durumunu yansıtan prozodinin, nötr prozodiye göre beyin bölgelerinde daha fazla aktivasyon artışına neden olduğu gözlenmiştir. t-test sonuçları Kanal 15'in, mutlu duygu durumunu yansıtan prozodiye yanıt olarak anlamlı derecede aktivasyon artışı olduğunu göstermiştir ($t(17) = 4.17$, $p < 0.001$, düzeltilmiş $p = 0.037$). Bu kanal beyin bölgelerinden orta inferior frontal girusun sol pars triangularis alanına rast gelmektedir (BA 45) (Şekil 25).

3.2.2.6. Kızgın Duygu Durum Prozodisi> Nötr Prozodi Karşılaştırması

Çalışmamızda kızgın duygu durumunu yansıtan prozodinin, nötr prozodiye göre beyin bölgelerinde daha fazla aktivasyon artışına neden olduğu gözlenmiştir. t-test sonuçları kızgın duygu durumunu yansıtan prozodiye yanıt olarak simetrik konumlanan

kanallardan Kanal 3 ($t(17) = 3.71$, $p = 0.003$, düzeltilmiş $p = 0.080$) ve Kanal 30'un ($t(17) = 3.61$, $p = 0.002$, düzeltilmiş $p = 0.060$) beyin bölgelerinden orbito frontal korteksin frontopolar (BA 10) ve orbitofrontal (BA 11) alanlarında anlamlı derecede aktivasyon artışına neden olduğunu göstermiştir (Şekil 26).



Şekil 26. Kızgın ve nötr prozodilere cevap olarak beyindeki $\Delta[HbO]$ ve $\Delta[Hb]$ zaman aralığı

Bilateral frontopolar ve orbitofrontal bölge (Kanal 3 ve Kanal 30) dalga formları.

3.2.2.7. Korku Duygu Durum Prozodisi> Nötr Prozodi Karşılaştırması

Çalışmamızda son olarak korku duygu durum prozodisi ile nötr duygu durum prozodisine yanıt olarak aktive olan beyin bölgelerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Korku duygu durumunu yansıtan prozodinin, nötr prozodiye göre beyin bölgelerinde daha fazla aktivasyon artışına neden olduğu gözlenmiştir. Ancak çoklu karşılaştırma düzeltilmesinde de bu düzeltmeyi uygulamadan önce de hiçbir kanal anlamlılık ifade edecek derecede etkinleşmemiştir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Prozodi dizgesi, literatürde genellikle beynin sağ yarım küresinde frontal ve temporal alanlarda aktivasyon gösteren bir bileşen olarak gösterilmektedir ((Brådvik et al., 1991; George et al., 1996; Ross & Mesulam, 1979; Weintraub et al., 1981). Temelde sesbilimsel bileşenin parçalar üstü (suprasegmental) bir alt bileşeni olduğu kabul edilen bu dizgenin dilin anlamlandırma, yorumlama ve algılama süreçleriyle ilişkili olması, dolayısıyla daha öznel bir yapılanma içermesi, bu dizgenin beynin sağ yarım küresiyle ilişkili olduğunu düşündürmektedir. Çünkü bu alan, sağ frontal lobda yer alan yürütücü/üst bilişsel işlevler (executive functions) ile prozodi dizgesinin de temel özelliklerinden olan duygu durumlar, anlamlandırma ve yorumlama gibi özelliklerle ilişkilidir. Ancak prozodinin bunların ötesinde beynin sol yarım küresinin temel işlevlerinden olan analitik çözümlenmeyle de ilişkili bir birim olduğu düşünülmektedir. Buna dayalı olarak, prozodinin yalnızca sesbilimsel bir işlevinin olmaması, cümlelerin bilgi yapısına bağlı işlemesi ve sözdizimsel-anlamsal-kullanımsal dil bileşenlerinden etkilenmesi sonucu, bu dizgenin beynin sol yarım küresinde de gözlemlenmesi beklenmektedir.

İlk olarak Astésano ve arkadaşları (2004) tarafından Fransızca prozodi dizgesi ve sözdizim üzerine yapılan çalışmada, bu dizgenin yalnızca beynin sağ yarım küresiyle ilişkili olmadığı, beynin sol yarım küresinde de prozodiye ilişkin izlere rastlandığı bildirilmiştir (Astésano, Besson, & Alter, 2004). Benzer şekilde Türkçede de prozodi dizgesi ve sözdizimsel dizgenin beyin yarım küreleri arasında bağımlı bir işleme ilişkisinin olduğu ifade edilmektedir. Bekar (2016) tarafından yapılan Türkçede eylem-sonu konumundaki prozodi-sözdizim etkileşiminin incelendiği elektrofizyolojik çalışmada prozodi-sözdizim etkileşiminin beynin her iki yarım küresinde de çift yönlü olarak işlemlendiği gösterilmiştir. Türkçe açısından özgün sonuçlar içeren çalışmada, prozodinin, sözdizim üzerinde yoğun etkisinin olduğu belirtilmiş, ek olarak da beyinde bu öğenin sözdizimden önce işlemlendiği yönünde bulgulara ulaşılmıştır (Bekar, 2016).

Prozodinin iletişimsel boyutlarından biri olan ve konuşma sırasında duyguların konuşmaya aktarılmasını ifade eden duygusal prozodi ise ses rengi bileşeni, duygu durumu ve prozodik anlamın sezdirilmesinde anahtar rol oynamaktadır. Dolayısıyla bu dizgenin beyindeki işleyişinin bilinmesi hem ana dili ediniminde hem yabancı dil öğretiminde hem de sözlü iletişim güçlüğü yaşayan bireylerin klinik değerlendirmesi ve

sağaltımı sürecinde uygun yaklaşımların belirlenmesine katkı sağlayacaktır. Nitekim bu düşünceden olsa gerek pek çok disiplinle ilişkili olan bu dizgenin beyindeki laterizasyonu (yanallaşma), lokalizasyonu (konumlanma), aktivasyon alanları ve diğer dil bileşenleriyle olan bağıntısına yönelik yapılan araştırmalarda belirgin bir artış gözlenmektedir (Lucy Alba-Ferrara et al., 2011; Kotz et al., 2013; Liebenthal, Silbersweig, & Stern, 2016; Zhang et al., 2018). Bunun temel nedenlerinden biri hem nörogörüntüleme hem de hastalar üzerinde yapılan lezyon çalışmalarından elde edilen bulguların, prozodi ve özellikle de duygusal prozodinin sağ hemisferik lateralizasyonunu doğrulayan tutarlı bir resim çizmemesidir. Bu durum literatürde, duygusal prozodi işleme sürecinin beyin farklı alanlarında laterize olan bir takım alt işlemlere dayanarak gerçekleştiği veya nörogörüntüleme tekniklerinde kullanılan yöntemsel farklılıklardan kaynaklandığı şeklinde yorumlanmaktadır. Zira, Kotz ve arkadaşları (2006) duygusal prozodi üzerine yaptıkları meta-analiz çalışmasında, nörogörüntüleme teknikleriyle yapılan araştırmalarda duygusal değerliliğin ağırlıklı olarak sağ hemisferde laterize olduğunu, olaya ilişkin potansiyellerin değerlendirildiği elektrofizyolojik incelemelerde ise bilateral veya sol hemisferin laterizasyonuna yönelik bulgular elde edildiğini belirtmişlerdir (Kotz et al., 2006). Bu bulguları destekler şekilde, Wildgruber ve arkadaşları (2006) tarafından nörogörüntüleme tekniği fMRI ile yapılan duygusal prozodi araştırmalarının incelendiği derlem (review) çalışmasında duygusal prozodinin sağ hemisferde laterize olduğu belirtilmiş (D Wildgruber et al., 2006), ancak Arsic (2008) tarafından yapılan elektrofizyolojik incelemede bu dizgenin beyin her iki yarım küresinde de çift yönlü olarak işlendiği gösterilmiştir (Arsic, 2008). Türkçe konuşma dilinde duygusal prozodi ve sözel bileşenlerin incelendiği bu çalışmada ise henüz kullanımı yaygınlaşmamış olan ancak dil ve dilbilim araştırmaları için oldukça uygun olduğu düşünülen fNIRS tekniğinden yararlanılmış ve elde edilen bulgular duygusal prozodi için güçlü bir sağ hemisfer laterizasyonu göstermiştir. Bununla birlikte bulgularımız konuşma uyarılarına (speech stimuli) bağlı olarak seslerin beyinde işlenmesi sırasında sol hemisferin primer ve sekonder korteksi ile arka üst temporal kortekste de (superior temporal cortex) aktivasyon göstermiştir. Ancak anadili İngilizce olan ve hiç Türkçe bilmeyen bireylerde sadece Türkçe sözcüklerden oluşan uyarıların algılanmasında sol hemisferde anlamlı bir aktivasyon gözlenmemiştir. Türkçe ve İngilizcede ortak kullanılan sözcüklerden oluşan uyarılarda ise tüm katılımcılarda beyin sol hemisferinde güçlü aktivasyon tespit edilmiştir. Bu bulgular Buchanan ve arkadaşları (2000) tarafından yapılan fMRI çalışmasının bulgularıyla da benzerlik göstermektedir. İngilizce duygusal prozodinin beyindeki işleyişinin araştırıldığı çalışmada yazarlar örneklem grubuna anlamsız

sözcükler (pseudo verbs) ile İngilizcede semantik karşılığı olan sözcüklerden oluşan duygusal prozodik sesleri dinlettirmişler ve beyindeki aktivasyonu incelemiştir. Çalışmanın sonunda yazarlar anlamsız sözcüklerden oluşan uyaranlarda baskın olarak sağ hemisferin frontal ve temporal alanlarında, semantik karşılığı olan uyaranlarda ise sol hemisferin arka üst temporal bölgesinde belirgin aktivasyon olduğunu belirtmişlerdir (Buchanan et al., 2000). Bu bulgular, duygusal prozodi dizgesinin beyinde algılanma ve işleme sürecinde dil sisteminin diğer bileşenlerini de kapsayacak şekilde bir yapılanma içerdiğini göstermektedir.

Duygusal prozodinin beyindeki işleme sürecine ilişkin literatürde sıklıkla arka üst temporal kortekse dikkat çekilmekte ve laterizasyon tartışmaları yapılmaktadır (Belyk & Brown, 2013). Bu tartışmalarda daha çok laterizasyon çalışmaları için fenomen hale gelmiş olan fMRI tekniğinin kullanılması, ancak tekniğin en büyük dezavantajı sayılan gürültü sorunu nedeniyle sağlam kanıtlara dayalı laterizasyonun yapılamadığı belirtilmektedir (Lucy Alba-Ferrara et al., 2011; Belyk & Brown, 2013; Kim, Seo, Jeon, Lee, & Lee, 2017). Bu anlamda, fMRI'a göre daha kolay tekrarlanabilir ölçüm yapma olanağı sunan ve herhangi bir gürültü problemi olmayan fNIRS tekniğini kullandığımız bu çalışmanın bulgularının, duygusal prozodinin arka üst temporal korteksteki laterizasyonuna ilişkin daha net fikirler verdiği söylenebilir. Bulgularımız işitsel duygusal prozodinin algılanması sürecinde arka üst temporal kortekste güçlü bir sağ laterizasyon olduğunu göstermiştir. Bu bulgu Plichta ve arkadaşları (2011)'nin ifade ettikleri beyin sağ yarım küresinin duyguların yavaş değişen akustik profillere daha duyarlı olduğu bulgusuyla tutarlık göstermektedir (Plichta et al., 2011). Yine verilerimiz duygusal prozodik uyaranların sesletilmesi sırasında da primer ve sekonder işitme korteksi ile arka temporal girüste sol laterizasyon göstermiştir. Bu da hızlı değişen fonetiklerin analizi için sol hemisferin daha iyi bir şekilde donatıldığı fikriyle örtüşmektedir (Kotz et al., 2013; Schirmer & Kotz, 2006; D Wildgruber et al., 2006).

Üst temporal korteksin, primer işitsel korteks ve orta temporal korteks (middle temporal cortex) gibi alt düzey yapıları işitsel ifadelerde akustik özellikleri çözümlerken, daha yüksek düzeydeki yapıları deşifre edilmiş işitsel özellikleri bütünleştirmekte ve vokal ifadelerin algılanmasını sağlamaktadır (Schirmer & Kotz, 2006). Bu savı destekler şekilde çalışmamızda da Türkçe konuşma prozodisinin sessizliğin tersine sol birincil işitme korteksini (BA 42) aktive ettiği; duygusal prozodinin ise nötr sözel ifadelerin aksine sağ üst temporal girüste (orta ve arka BA 22/42) aktivasyon gösterdiği bulunmuştur. Benzer şekilde Ethofer ve arkadaşları (2011) tarafından yapılan fMRI görüntüleme

çalışmasında da sağ üst temporal girüsün sadece duygusal seslerin alanını oluşturan yapı olduğu, konuşma diline ait duygusal sesletimlerin ise nötr vokal seslere nazaran ön (anterior), birincil ve ikincil işitme korteksinin bulunduğu orta ve arka (posterior) bölüme güçlü aktivasyona neden olduğu tespit edilmiştir (Ethofer et al., 2011).

Çalışmamızda elde edilen bulgular duygusal değerliliğe (emotional valence) bakılmaksızın Türkçede konuşma prozodisinin üst temporal girüs, primer ve sekonder işitme korteksinin uzandığı orta temporal girüs ve temporal sulkusu kapsayan üst temporal kortekste kodlandığını göstermiştir. Bu bulgu, daha önce üst temporal kortekste prozodinin duygusal değerliliği ve beyin aktivasyonu arasındaki bağımlılığı inceleyen U-biçimli (U-shaped) pek çok çalışmayla da örtüşmektedir (Frühholz et al., 2011; Wiethoff et al., 2008; Zhang et al., 2018). Ancak çalışmamızda frontal kortekste (BA 9/10) iki kanalda prozodiye yanıt olarak deaktivasyon (aktivasyon düşüşü) gözlenmiştir. Söz konusu bu alan, daha önce fMRI çalışmalarında aktivasyon gözlemlendiği rapor edilen medial prefrontal kortekse yakın olmakla birlikte tam olarak burayla eşleşmemektedir.

Frontal korteksin konuşma prozodisi ile farklı duygu kategorilerini ayırdığı bilinmektedir (Belyk & Brown, 2013; Bortfeld et al., 2009). Çalışmamızda alan için özgün olduğunu düşündüğümüz bulgularımızdan biri mutlu, korku ve sinirli duygu durumlarını yansıtan Türkçe konuşma prozodisinin sol inferior frontal girüste yer alan pars triangularis (BA 45) ve frontal göz alanlarında (frontal eye field) (BA 8) yüksek aktivasyon gözlemlenmesidir. Daha önceki çalışmalarda pek çok defa inferior frontal girüsün semantik kavramada önemli rol oynadığına dikkat çekilmiştir (Goucha & Friederici, 2015; Schirmer & Kotz, 2006). Literatürle örtüşür şekilde bulgularımız, Türkçe konuşma dilindeki duygusal prozodinin inferior frontal girüste semantik işlemeye yönelik yüksek aktivasyon göstermiştir. Ayrıca çalışmamızda şaşırtıcı bir şekilde korku ve sinirli duygu durumlarına nazaran mutlu duygu durumunu yansıtan Türkçe konuşma prozodisinin inferior frontal girüste semantik işlemeye yönelik daha yüksek aktivasyon gösterdiği gözlenmiştir. Bu durum katılımcıların pasif dinleyici olmalarına rağmen, korkulu ve sinirli duygu durumlarının aksine mutlu duygu durumunu yansıtan prozodik konuşmayı anlamaya motive oldukları şeklinde yorumlanabilir.

Çalışmamızda ilginç bir şekilde sözel duygusal prozodinin algılanması sürecinde nötr ve korku duygu durumunu yansıtan sözel prozodik ifadeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir beyin aktivasyonu gözlenmemiştir. Oysa Liebenthal ve arkadaşları (2016) ile Iredela ve arkadaşları (2013) tarafından yapılan çalışmalarda nötr ve korku içerikli görsel

duygusal uyarıların hızlı bir şekilde beyinin amigdala ve oksipito-temporal bölgelerinde aktivasyona neden olduğu bildirilmiştir. Bu durumda sözel duygusal prozodi sürecinin biyolojik olarak belirgin bir ipucu ifade etmediği düşünülebilir çünkü bu sürecin perde, ses yüksekliği ve ritim gibi ince taneli özellikleri (fine-grained features) belirli bir zaman ölçeğinde gelişmektedir (Belyk & Brown, 2013). Ayrıca fNIRS tekniğinde korteksten 3 cm ye kadar veri alınabildiği için yapılan ölçümler de bu derinlikle sınırlı kalmaktadır. Dolayısıyla amigdaladan veri elde edilememesi büyük oranda cihazın bu teknik sınırlılığı ile ilgili olabilir.

Gerek yöntemsel açıdan gerekse nörodilbilimsel açıdan Türkçeye ilişkin literatürde öncü araştırmalardan biri olma niteliği taşıyan bu çalışma, Türkçe konuşma dilinde duygusal prozodinin dil sisteminin bütünüyle ilişkili olduğunu, dilin tüm küçük ölçekli bileşenleri ile birlikte işlemlendiğini ve bu iki öğenin birbirinden bağımsız olarak ele alınamayacağını ortaya koymuştur. Dolayısıyla verilerimiz Türkçe konuşma dilinde duygusal prozodinin beyinin her iki yarım küresinde de çift yönlü olarak işlemlendiğini göstermiştir.

KAYNAKÇA

- Abo, M., Senoo, A., Watanabe, S., Miyano, S., Doseki, K., Sasaki, N., . . . Yonemoto, K. (2004). Language-related brain function during word repetition in post-stroke aphasics. *Neuroreport*, 15(12), 1891-1894.
- Akbayır, S. (2007). *Dil ve diksiyon: yazılı ve sözlü anlatım bozuklukları*: Akçağ Yayınları.
- Alba-Ferrara, L., Ellison, A., & Mitchell, R. (2012). Decoding emotional prosody: resolving differences in functional neuroanatomy from fMRI and lesion studies using TMS. *Brain Stimulation: Basic, Translational, and Clinical Research in Neuromodulation*, 5(3), 347-353.
- Alba-Ferrara, L., Hausmann, M., Mitchell, R. L., & Weis, S. (2011). The neural correlates of emotional prosody comprehension: disentangling simple from complex emotion. *PLoS One*, 6(12), e28701.
- Alder, H. (2000). *Sağ beyin yöneticisi: Kişisel ve mesleki başarıya ulaşmada beyin gücünü etkin kullanma*: Kariyer Yayıncılık.
- Arsic, M. (2008). *Electrophysiology of Emotional Prosody Production and Perception*. University of Veterinary Medicine Hannover,
- Astésano, C., Besson, M., & Alter, K. (2004). Brain potentials during semantic and prosodic processing in French. *Cognitive Brain Research*, 18(2), 172-184.
- Ateş, F. E. (2013). Alzheimer Tipi Demans Hastalarında Duygusal Çalışma Belleğinin Fonksiyonel Kızıl Ötesine Yakın Spektroskopi (F-Nirs) ile İncelenmesi.
- AVCI, D. E., & YAĞBASAN, R. (2008). Beyin yarı kürelerinin baskın olarak kullanılmasına yönelik öğretim stratejileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(2).
- Aydın, Ö. (2011). İkinci Dil Olarak Türkçe Ediniminde Uyum ve Özne Konumu Yetkilendirilmesi, (proje yürütücüsü) *TÜBİTAK Bilimsekl ve Teknolojik Araştırma Projeleri Destekleme Programı (1001) projesi*, 111K230.

- Aygüneş, M. (2013). Türkçede uyum özelliklerinin Olaya İlişkin Beyin Potansiyelleri (OİP) çerçevesinde incelenmesi. In: Yayınlanmamış doktora tezi. Ankara Üniversitesi.
- BAYAZIT, Z. (2012). Türk Edebiyatı İle Dil Ve Anlatım Derslerinde Karşılaşılan Sorunlar Ve Bu Sorunlara Yönelik Çözüm Önerileri. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.*
- Bekar, I. P. (2016). *Türkçede Eylem-Sonu Konumunda Bürün-Sözdizim Etkileşimi Üzerine Elektrofizyolojik Bir İnceleme.* (PhD), Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Belyk, M., & Brown, S. (2013). Perception of affective and linguistic prosody: an ALE meta-analysis of neuroimaging studies. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 9(9)*, 1395-1403.
- Benjamini, Y., & Hochberg, Y. (1995). Controlling the false discovery rate: a practical and powerful approach to multiple testing. *Journal of the royal statistical society. Series B (Methodological)*, 289-300.
- Bilgin, M. (2002). *Anlamdan Anlatıma Türkçemiz* (Vol. 368): TC Kültür Bakanlığı.
- Birkenbihl, V. F. (2007). Stroh im Kopf. *Vom Gehirn-Besitzer zum Gehirn-Benutzer*, 47.
- Boas, D. A., Dale, A. M., & Franceschini, M. A. (2004). Diffuse optical imaging of brain activation: approaches to optimizing image sensitivity, resolution, and accuracy. *Neuroimage, 23*, S275-S288.
- Bortfeld, H., Fava, E., & Boas, D. A. (2009). Identifying cortical lateralization of speech processing in infants using near-infrared spectroscopy. *Developmental neuropsychology, 34(1)*, 52-65.
- Boutsen, F. (2003). Prosody: the music of language and speech. *ASHA Leader, 5*, 7-9.
- Bowers, D., Coslett, H. B., Bauer, R. M., Speedie, L. J., & Heilman, K. M. (1987). Comprehension of emotional prosody following unilateral hemispheric lesions: Processing defect versus distraction defect. *Neuropsychologia, 25(2)*, 317-328.
- Brådvik, B., Dravins, C., Holtås, S., Rosen, I., Ryding, E., & Ingvar, D. (1991). Disturbances of speech prosody following right hemisphere infarcts. *Acta Neurologica Scandinavica, 84(2)*, 114-126.

- Brain, B. W. R. B., & Bannister, R. (1985). *Brain's clinical neurology*: Oxford University Press, USA.
- Breznitz, Z. (2006). *Fluency in reading: Synchronization of processes*: Routledge.
- Brinkman, J., & Kuypers, H. (1973). Cerebral control of contralateral and ipsilateral arm, hand and finger movements in the split-brain rhesus monkey. *Brain*, 96(4), 653-674.
- Brück, C., Kreifelts, B., & Wildgruber, D. (2011). Emotional voices in context: a neurobiological model of multimodal affective information processing. *Physics of Life Reviews*, 8(4), 383-403.
- Buchanan, T. W., Lutz, K., Mirzazade, S., Specht, K., Shah, N. J., Zilles, K., & Jäncke, L. (2000). Recognition of emotional prosody and verbal components of spoken language: an fMRI study. *Cognitive Brain Research*, 9(3), 227-238.
- Bullmore, E., & Sporns, O. (2009). Complex brain networks: graph theoretical analysis of structural and functional systems. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(3), 186.
- Bulut, M. (2008). *Emotional speech resynthesis*: University of Southern California.
- Bulut, M., Lee, S., & Narayanan, S. (2008). *Recognition for synthesis: Automatic parameter selection for resynthesis of emotional speech from neutral speech*. Paper presented at the Acoustics, Speech and Signal Processing, 2008. ICASSP 2008. IEEE International Conference on.
- Byun, K., Hyodo, K., Suwabe, K., Ochi, G., Sakairi, Y., Kato, M., . . . Soya, H. (2014). Positive effect of acute mild exercise on executive function via arousal-related prefrontal activations: an fNIRS study. *Neuroimage*, 98, 336-345.
- Cancelliere, A. E., & Kertesz, A. (1990). Lesion localization in acquired deficits of emotional expression and comprehension. *Brain and cognition*, 13(2), 133-147.
- Caplan, D. (1987). *Neurolinguistics and linguistic aphasiology: An introduction*: Cambridge University Press.
- Chomsky, N. (2014). *Aspects of the Theory of Syntax* (Vol. 11): MIT press.

- Cochin, S., Barthelemy, C., Lejeune, B., Roux, S., & Martineau, J. (1998). Perception of motion and qEEG activity in human adults. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 107(4), 287-295.
- Cope, M., & Delpy, D. T. (1988). System for long-term measurement of cerebral blood and tissue oxygenation on newborn infants by near infra-red transillumination. *Medical and Biological Engineering and Computing*, 26(3), 289-294.
- Coşkun, M. V. (2009). Ana dili eğitiminde parçalarüstü birimlerin önemi ve teknoloji destekli olarak kavratılması. *Bilgi*, 48, 41-52.
- Coşkun, M. V. (2010). *Türkçenin Ses Bilgisi* (2. Baskı). İstanbul: IQ Kültür Sanat Yayıncılık
- Cruttenden, A. (1997). Intonation Cambridge University Press. In: Cambridge.
- Crystal, D. (2011). *A dictionary of linguistics and phonetics* (Vol. 30): John Wiley & Sons.
- Damasio, H. (1995). *Human brain anatomy in computerized images*: Oxford university press.
- Dara, C., & Pell, M. D. (2006). Effects of right-hemisphere damage on explicit and implicit processing of emotional prosody. *Brain and Language*, 99(1-2), 51-52.
- Darby, D. G. (1993). Sensory aprosodia A clinical clue to lesions of the inferior division of the right middle cerebral artery? *Neurology*, 43(3 Part 1), 567-567.
- Dayan, E., Censor, N., Buch, E. R., Sandrini, M., & Cohen, L. G. (2013). Noninvasive brain stimulation: from physiology to network dynamics and back. *Nature neuroscience*, 16(7), 838.
- Dehaene-Lambertz, G., Hertz-Pannier, L., & Dubois, J. (2006). Nature and nurture in language acquisition: anatomical and functional brain-imaging studies in infants. *TRENDS in Neurosciences*, 29(7), 367-373.
- Démonet, J.-F., Thierry, G., & Cardebat, D. (2005). Renewal of the neurophysiology of language: functional neuroimaging. *Physiological reviews*, 85(1), 49-95.

- Diehl, J. J., Watson, D., Bennetto, L., McDonough, J., & Gunlogson, C. (2009). An acoustic analysis of prosody in high-functioning autism. *Applied Psycholinguistics*, 30(3), 385-404.
- Dosenbach, N. U., Fair, D. A., Miezin, F. M., Cohen, A. L., Wenger, K. K., Dosenbach, R. A., . . . Raichle, M. E. (2007). Distinct brain networks for adaptive and stable task control in humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(26), 11073-11078.
- Doyon, J., & Benali, H. (2005). Reorganization and plasticity in the adult brain during learning of motor skills. *Current opinion in neurobiology*, 15(2), 161-167.
- Ergenç, İ. (1989). *Türkiye Türkçesinin Görevsel Sesbilimi*. Ankara: Engin Yayınevi
- Ergenç, İ. (2000). Dilin Beyindeki Organizasyonu ve Konuşmanın Gerçekleşmesi, Multidisipliner Yaklaşımla Beyin ve Kognisyon. 113-126.
- Ergenç, İ. (2008). Dilin Beyindeki Gerçekleşimi ve Konuşma Eylemi. *Kognitif Neurobilimler*, 169-185.
- Esmer, E. (2003). Şizofrenlerin Sözlü Anlatı Metinlerinin Çözümlemesi. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara*.
- Essenpreis, M., Elwell, C., Cope, M., Van der Zee, P., Arridge, S., & Delpy, D. (1993). Spectral dependence of temporal point spread functions in human tissues. *Applied optics*, 32(4), 418-425.
- Ethofer, T., Brettecher, J., Gschwind, M., Kreifelts, B., Wildgruber, D., & Vuilleumier, P. (2011). Emotional voice areas: anatomic location, functional properties, and structural connections revealed by combined fMRI/DTI. *Cerebral Cortex*, 22(1), 191-200.
- Fidan, D. (2002). Türkçede Ezgi Örüntüleri. *Ankara Üniversitesi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi*.
- Fidan, D. (2007). Türkçe Ezgide Duygudurum ve Söz Edimi Görünümü. *Yayımlanmamış Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara*.

- Fiez, J. A., Raichle, M. E., Balota, D. A., Tallal, P., & Petersen, S. E. (1996). PET activation of posterior temporal regions during auditory word presentation and verb generation. *Cerebral Cortex*, 6(1), 1-10.
- Fleiss, J. L. (1971). Measuring nominal scale agreement among many raters. *Psychological bulletin*, 76(5), 378.
- Fodor, J. D. (2002). *Psycholinguistics cannot escape prosody*. Paper presented at the Speech Prosody 2002, International Conference.
- França, A. I. (2004). Introduction to neurolinguistics. *Manuscript [Available at: http://www.punksin-science.org/kleanthes/courses/UCY10S/IBL/mareial/Franca_Neurolinguistics.pdf]*.
- Friederici, A. D. (2002). Towards a neural basis of auditory sentence processing. *Trends in cognitive sciences*, 6(2), 78-84.
- Friederici, A. D., & Alter, K. (2004). Lateralization of auditory language functions: a dynamic dual pathway model. *Brain and Language*, 89(2), 267-276.
- Friederici, A. D., & Weissenborn, J. (2007). Mapping sentence form onto meaning: The syntax–semantic interface. *Brain research*, 1146, 50-58.
- Frühholz, S., Ceravolo, L., & Grandjean, D. (2011). Specific brain networks during explicit and implicit decoding of emotional prosody. *Cerebral Cortex*, 22(5), 1107-1117.
- Frühholz, S., Trost, W., & Kotz, S. A. (2016). The sound of emotions—Towards a unifying neural network perspective of affective sound processing. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 68, 96-110.
- Gazzaniga, M. S. (1967). The split brain in man. *Scientific American*, 217(2), 24-29.
- Gazzaniga, M. S. (2003). The split brain revisited. *SCIENTIFIC AMERICAN-AMERICAN EDITION*, 287, 26-31.
- George, M. S., Parekh, P. I., Rosinsky, N., Ketter, T. A., Kimbrell, T. A., Heilman, K. M., . . . Post, R. M. (1996). Understanding emotional prosody activates right hemisphere regions. *Archives of neurology*, 53(7), 665-670.

- Goucha, T., & Friederici, A. D. (2015). The language skeleton after dissecting meaning: a functional segregation within Broca's Area. *Neuroimage*, 114, 294-302.
- Guranski, K., & Podemski, R. (2015). Emotional prosody expression in acoustic analysis in patients with right hemisphere ischemic stroke. *Neurologia i neurochirurgia polska*, 49(2), 113-120.
- Güryıldırım, M.(2014). Epilepsi Cerrahisi Sonrasında Dil Fonksiyonlarında İntra ve İnterhemisferik Reorganizasyonun Fonksiyonel MR Görüntüleme İle İncelenmesi. *Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi. Tıpta Uzmanlık Tezi*. Ankara.
- Hagoort, P. (2003). How the brain solves the binding problem for language: a neurocomputational model of syntactic processing. *Neuroimage*, 20, S18-S29.
- Hagoort, P. (2005). On Broca, brain, and binding: a new framework. *Trends in cognitive sciences*, 9(9), 416-423.
- Hahne, A., Eckstein, K., & Friederici, A. D. (2004). Brain signatures of syntactic and semantic processes during children's language development. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16(7), 1302-1318.
- Hammerschmidt, K., & Jürgens, U. (2007). Acoustical correlates of affective prosody. *Journal of Voice*, 21(5), 531-540.
- Hauser, S., & Josephson, S. (2013). *Harrison's neurology in clinical medicine*: McGraw-Hill.
- Heeger, D. J., & Ress, D. (2002). What does fMRI tell us about neuronal activity? *Nature Reviews Neuroscience*, 3(2), 142.
- Heilman, K. M., Scholes, R., & Watson, R. (1975). Auditory affective agnosia. Disturbed comprehension of affective speech. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 38(1), 69-72.
- Herrmann, M. J., Ehlis, A.-C., & Fallgatter, A. J. (2003). Prefrontal activation through task requirements of emotional induction measured with NIRS. *Biological psychology*, 64(3), 255-263.

- Hickok, G., & Poeppel, D. (2000). Towards a functional neuroanatomy of speech perception. *Trends in cognitive sciences*, 4(4), 131-138.
- Hird, K. (1993). Prosody and Emotion: Acoustic Analysis of "Emotional Tone" in Nondominant Hemisphere Damaged Subjects. *Australian Journal of Human Communication Disorders*, 21(1), 50-64.
- Homae, F., Watanabe, H., Nakano, T., Asakawa, K., & Taga, G. (2006). The right hemisphere of sleeping infant perceives sentential prosody. *Neuroscience Research*, 54(4), 276-280.
- Homae, F., Watanabe, H., Nakano, T., & Taga, G. (2007). Prosodic processing in the developing brain. *Neuroscience Research*, 59(1), 29-39.
- Hughlings Jacksons, J. (1878). On affections of speech from disease of the brain. *Brain*, 1, 304-330.
- Iida, A., Campbell, N., Higuchi, F., & Yasumura, M. (2003). A corpus-based speech synthesis system with emotion. *Speech Communication*, 40(1-2), 161-187.
- Ingram, J. C. (2007). *Neurolinguistics: An introduction to spoken language processing and its disorders*: Cambridge University Press.
- Ivošević, S. (2011). Bütün, Bilgi Yapısı ve Sözcük Dizilişi Etkileşimi: Türkçe – Sırpça Örneği. *Yayımlanmamış Doktora Tezi*, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Jan, S., Santin, G., Strul, D., Staelens, S., Assie, K., Autret, D., . . . Bloomfield, P. (2004). GATE: a simulation toolkit for PET and SPECT. *Physics in Medicine & Biology*, 49(19), 4543.
- Jobsis, F. F. (1977). Noninvasive, infrared monitoring of cerebral and myocardial oxygen sufficiency and circulatory parameters. *Science*, 198(4323), 1264-1267.
- Jung, T.-D., Kim, J.-Y., Lee, Y.-S., Kim, D.-H., Lee, J.-J., Seo, J.-H., . . . Chang, Y. (2010). Effect of repetitive transcranial magnetic stimulation in a patient with chronic crossed aphasia: fMRI study. *Journal of rehabilitation medicine*, 42(10), 973-978.
- Keleş, E., & Çepni, S. (2006). Beyin ve öğrenme. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 3(2), 66-82.

- Keskin, H. K. (2012). Akıcı okuma yöntemlerinin okuma becerileri üzerindeki etkisi. *Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.*
- Kim, H. Y., Seo, K., Jeon, H. J., Lee, U., & Lee, H. (2017). Application of Functional Near-Infrared Spectroscopy to the Study of Brain Function in Humans and Animal Models. *Molecules and cells, 40(8), 523.*
- Kimelman, M. D. (1999). Prosody, linguistic demands, and auditory comprehension in aphasia. *Brain and Language, 69(2), 212-221.*
- Konrot, A. (1981). Physical correlates of linguistic stress in Turkish. *University of Essex Language Centre Occasional Papers, 24, 26-53.*
- Kotz, S. A., Kalberlah, C., Bahlmann, J., Friederici, A. D., & Haynes, J. D. (2013). Predicting vocal emotion expressions from the human brain. *Human brain mapping, 34(8), 1971-1981.*
- Kotz, S. A., Meyer, M., Alter, K., Besson, M., von Cramon, D. Y., & Friederici, A. D. (2003). On the lateralization of emotional prosody: an event-related functional MR investigation. *Brain and Language, 86(3), 366-376.*
- Kotz, S. A., Meyer, M., & Paulmann, S. (2006). Lateralization of emotional prosody in the brain: an overview and synopsis on the impact of study design. *Progress in brain research, 156, 285-294.*
- Kroll, J. F., & Dussias, P. E. (2013). The comprehension of words and sentences in two languages. *The Handbook of Bilingualism and Multilingualism, Second Edition, 216-243.*
- Kuhn, M. R., Schwanenflugel, P. J., & Meisinger, E. B. (2010). Aligning theory and assessment of reading fluency: Automaticity, prosody, and definitions of fluency. *Reading Research Quarterly, 45(2), 230-251.*
- Kuperberg, G. R. (2007). Neural mechanisms of language comprehension: Challenges to syntax. *Brain research, 1146, 23-49.*
- Kutas, M., & Hillyard, S. A. (1980). Reading senseless sentences: Brain potentials reflect semantic incongruity. *Science, 207(4427), 203-205.*

- Ladefoged, P. (2003). *Phonetic data analysis: An introduction to fieldwork and instrumental techniques*: Wiley-Blackwell.
- Laird, A. R., Robinson, J. L., McMillan, K. M., Tordesillas-Gutiérrez, D., Moran, S. T., Gonzales, S. M., . . . Fox, P. T. (2010). Comparison of the disparity between Talairach and MNI coordinates in functional neuroimaging data: validation of the Lancaster transform. *Neuroimage*, *51*(2), 677-683.
- Lancaster, J. L., Tordesillas-Gutiérrez, D., Martinez, M., Salinas, F., Evans, A., Zilles, K., . . . Fox, P. T. (2007). Bias between MNI and Talairach coordinates analyzed using the ICBM-152 brain template. *Human brain mapping*, *28*(11), 1194-1205.
- Law, J., Garrett, Z., & Nye, C. (2004). The efficacy of treatment for children with developmental speech and language delay/disorder: A meta-analysis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *47*(4), 924-943.
- Leff, D. R., Elwell, C. E., Orihuela-Espina, F., Atallah, L., Delpy, D. T., Darzi, A. W., & Yang, G. Z. (2008). Changes in prefrontal cortical behaviour depend upon familiarity on a bimanual co-ordination task: an fNIRS study. *Neuroimage*, *39*(2), 805-813.
- Levi, S. V. (2005). Acoustic correlates of lexical accent in Turkish. *Journal of the International Phonetic Association*, *35*(1), 73-97.
- Liebenthal, E., Silbersweig, D. A., & Stern, E. (2016). The language, tone and prosody of emotions: neural substrates and dynamics of spoken-word emotion perception. *Frontiers in neuroscience*, *10*, 506.
- Lieberman, P. (2002). On the nature and evolution of the neural bases of human language. *American Journal of Physical Anthropology*, *119*(S35), 36-62.
- Loevenbruck, H., Baciú, M., Segebarth, C., & Abry, C. (2005). The left inferior frontal gyrus under focus: an fMRI study of the production of deixis via syntactic extraction and prosodic focus. *Journal of Neurolinguistics*, *18*(3), 237-258.
- Mahmoodzadeh, M. (2015). The influence of neurolinguistic applications on second language research: Reviewing the issues and refocusing the debate. *BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, *3*(4), 13-18.

- Maki, A., Yamashita, Y., Ito, Y., Watanabe, E., Mayanagi, Y., & Koizumi, H. (1995). Spatial and temporal analysis of human motor activity using noninvasive NIR topography. *Medical physics*, 22(12), 1997-2005.
- Martin, A., & Chao, L. L. (2001). Semantic memory and the brain: structure and processes. *Current opinion in neurobiology*, 11(2), 194-201.
- Martin, J. H. (2012). *Neuroanatomy text and atlas*: McGraw Hill Professional.
- Mayer, J., Dogil, G., Wildgruber, D., Riecker, A., Ackermann, H., & Grodd, W. (1999). PROSODY IN SPEECH PRODUCTION: A fMRI STUDY.
- McFadden, K. S. (2001). An investigation of attitudes, anxiety, and achievement of college algebra students using brain-compatible teaching techniques.
- Mergen, F. (2010). *İkidilli bireylerin anadilinde ve ikinci dilinde dilbilgisel ve anlambilimsel işlemlerinin nörodilbilimsel açıdan incelenmesi*. DEÜ Sosyal Bilimleri Enstitüsü,
- Mesulam, M.-M. (1985). *Principles of behavioral neurology*: Oxford University Press, USA.
- Mesulam, M. (2004). Davranışsal ve kognitif nörolojinin ilkeleri. *İstanbul: Yelkovan Yayınları*.
- Mitchell, R. L., & Crow, T. J. (2005). Right hemisphere language functions and schizophrenia: the forgotten hemisphere? *Brain*, 128(5), 963-978.
- Mitchell, T. M., Hutchinson, R., Niculescu, R. S., Pereira, F., Wang, X., Just, M., & Newman, S. (2004). Learning to decode cognitive states from brain images. *Machine learning*, 57(1-2), 145-175.
- Mohr, B., Difrancesco, S., Harrington, K., Evans, S., & Pulvermüller, F. (2014). Changes of right-hemispheric activation after constraint-induced, intensive language action therapy in chronic aphasia: fMRI evidence from auditory semantic processing1. *Frontiers in human neuroscience*, 8, 919.
- Monrad-Krohn, G. H. (1947). Dysprosody or altered" melody of language.". *Brain: a journal of neurology*.

- Montenegro, C. S., & Maravillas, E. A. (2015). *Acoustic-prosodic recognition of emotion in speech*. Paper presented at the Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment and Management (HNICEM), 2015 International Conference on.
- Moritz-Gasser, S., Herbet, G., & Duffau, H. (2013). Mapping the connectivity underlying multimodal (verbal and non-verbal) semantic processing: a brain electrostimulation study. *Neuropsychologia*, *51*(10), 1814-1822.
- Moro, A., Tettamanti, M., Perani, D., Donati, C., Cappa, S. F., & Fazio, F. (2001). Syntax and the brain: disentangling grammar by selective anomalies. *Neuroimage*, *13*(1), 110-118.
- Nelson, D. G. K., Hirsh-Pasek, K., Jusczyk, P. W., & Cassidy, K. W. (1989). How the prosodic cues in motherese might assist language learning. *Journal of child Language*, *16*(1), 55-68.
- Newman, S. D., Carpenter, P. A., Varma, S., & Just, M. A. (2003). Frontal and parietal participation in problem solving in the Tower of London: fMRI and computational modeling of planning and high-level perception. *Neuropsychologia*, *41*(12), 1668-1682.
- Obler, L. K., & Gjerlow, K. (1999). *Language and the Brain*: Cambridge University Press.
- Ojemann, G. A. (1983). Brain organization for language from the perspective of electrical stimulation mapping. *Behavioral and Brain Sciences*, *6*(2), 189-206.
- Onan, B. (2010). BEYNİN BİLİŞSEL İŞLEVLERİ ÜZERİNE YAPILAN ARAŞTIRMALAR VE ANA DİLİ EĞİTİMİNE YANSIMALARI. *Journal of Türklük Bilimi Arastirmalari*, *15*(27).
- Ornstein, R. E. (1997). *The right mind: Making sense of the hemispheres*: Harcourt.
- Osterhout, L., & Holcomb, P. J. (1992). Event-related brain potentials elicited by syntactic anomaly. *Journal of memory and language*, *31*(6), 785-806.
- Öge, A. (2004). İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Temel ve Klinik Bilimler Ders Kitapları, Nöroloji. *İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri*, 367-415.

- ÖZBAY, M., & ÇETİN, D. (2013). Dinleme becerisinin geliştirilmesinde prozodik farkındalığın önemi. *Sosyal ve beşeri bilimler araştırmaları dergisi*(26), 155-175.
- Özcan, A. (2009). *Beyindilbilimi açısından afazili hastalarda perseverasyon*. DEÜ Sosyal Bilimleri Enstitüsü,
- Özçelik, Ö., & Nagai, M. (2010). *Possible syntactic subject positions in Turkish: Evidence from phonology*. Paper presented at the Proceedings of the 6th Workshop on Altaic Formal Linguistics (WAFL 6). Cambridge, MA: MIT Working Papers in Linguistics (MITWPL).
- Pannekamp, A., Toepel, U., Alter, K., Hahne, A., & Friederici, A. D. (2005). Prosody-driven sentence processing: An event-related brain potential study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17(3), 407-421.
- Papathanassiou, D., Etard, O., Mellet, E., Zago, L., Mazoyer, B., & Tzourio-Mazoyer, N. (2000). A common language network for comprehension and production: a contribution to the definition of language epicenters with PET. *Neuroimage*, 11(4), 347-357.
- Paradis, M. (2004). *A neurolinguistic theory of bilingualism* (Vol. 18): John Benjamins Publishing.
- Peele, T. L. (1954). *The neuroanatomical basis for clinical neurology*: McGraw-Hill New York, Toronto, London.
- Pell, M. D. (1999). The temporal organization of affective and non-affective speech in patients with right-hemisphere infarcts. *Cortex*, 35(4), 455-477.
- Pijnenborg, G., Withaar, F., Van den Bosch, R., & Brouwer, W. (2007). Impaired perception of negative emotional prosody in schizophrenia. *The Clinical Neuropsychologist*, 21(5), 762-775.
- Plichta, M. M., Gerdes, A. B., Alpers, G. W., Harnisch, W., Brill, S., Wieser, M. J., & Fallgatter, A. J. (2011). Auditory cortex activation is modulated by emotion: a functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) study. *Neuroimage*, 55(3), 1200-1207.

- Polat, G. (2007). Duygu Sınıflandırma Probleminde Öznitelik Seçim Algoritmaları Kullanarak Özniteliklerin Sınıf Ayırt Edebilme Kabiliyetinin İyileştirilmesi. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde.
- Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual review of neuroscience*, 13(1), 25-42.
- Pulvermüller, F., Hauk, O., Nikulin, V. V., & Ilmoniemi, R. J. (2005). Functional links between motor and language systems. *European Journal of Neuroscience*, 21(3), 793-797.
- Riecker, A., Ackermann, H., Wildgruber, D., Dogil, G., & Grodd, W. (2000). Opposite hemispheric lateralization effects during speaking and singing at motor cortex, insula and cerebellum. *Neuroreport*, 11(9), 1997-2000.
- Ritchie, B. W., Hsarrison, G. J., Zantop, D., & Harrison, L. (1997). Avian medicine: principles and application, abridged edition. *Idaho Falls, ID: Wings Publishing*.
- Rosenzweig, M., Breedlove, S., & Watson, N. (2005). Biological psychology: An introduction to behavioral and cognitive neuroscience (G. Donini, Ed.). *Sunderland, MA: Sinauer Associates*.
- Ross, E. D. (1981). The aprosodias: Functional-anatomic organization of the affective components of language in the right hemisphere. *Archives of neurology*, 38(9), 561-569.
- Ross, E. D. (2000). Affective prosody and the aprosodias. *Principles of behavioral and cognitive neurology*, 316-331.
- Ross, E. D., Edmondson, J. A., Seibert, G. B., & Homan, R. W. (1988). Acoustic analysis of affective prosody during right-sided Wada test: a within-subjects verification of the right hemisphere's role in language. *Brain and Language*, 33(1), 128-145.
- Ross, E. D., & Mesulam, M.-M. (1979). Dominant language functions of the right hemisphere?: Prosody and emotional gesturing. *Archives of neurology*, 36(3), 144-148.

- Saito, Y., Kondo, T., Aoyama, S., Fukumoto, R., Konishi, N., Nakamura, K., . . . Toshima, T. (2007). The function of the frontal lobe in neonates for response to a prosodic voice. *Early Human Development*, 83(4), 225-230.
- Sakai, K. L. (2005). Language acquisition and brain development. *Science*, 310(5749), 815-819.
- Sakai, K. L., Miura, K., Narafu, N., & Muraishi, Y. (2004). Correlated functional changes of the prefrontal cortex in twins induced by classroom education of second language. *Cerebral Cortex*, 14(11), 1233-1239.
- Salverda, A. P., Dahan, D., Tanenhaus, M. K., Crosswhite, K., Masharov, M., & McDonough, J. (2007). Effects of prosodically modulated sub-phonetic variation on lexical competition. *Cognition*, 105(2), 466-476.
- Schirmer, A., & Kotz, S. A. (2006). Beyond the right hemisphere: brain mechanisms mediating vocal emotional processing. *Trends in cognitive sciences*, 10(1), 24-30.
- Schlosser, M. J., Aoyagi, N., Fulbright, R. K., Gore, J. C., & McCarthy, G. (1998). Functional MRI studies of auditory comprehension. *Human brain mapping*, 6(1), 1-13.
- Selen, N. (1973). *Entonasyon analizleri* (Vol. 231): Ankara üniversitesi basımevi.
- Seliger, H. W. (1982). On the possible role of the right hemisphere in second language acquisition. *Tesol Quarterly*, 16(3), 307-314.
- Seminowicz, D. A., Wideman, T. H., Naso, L., Hatami-Khoroushahi, Z., Fallatah, S., Ware, M. A., . . . Ouellet, J. A. (2011). Effective treatment of chronic low back pain in humans reverses abnormal brain anatomy and function. *Journal of Neuroscience*, 31(20), 7540-7550.
- Sezik, N. (2002). *Sınırsız beyin gücü*: Hayat Yayıncılık.
- Shriberg, L. D., Paul, R., McSweeney, J. L., Klin, A., Cohen, D. J., & Volkmar, F. R. (2001). Speech and prosody characteristics of adolescents and adults with high-functioning autism and Asperger syndrome. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44(5), 1097-1115.

- Sidtis, J. J., & Sidtis, D. V. L. (2003). *A neurobehavioral approach to dysprosody*. Paper presented at the Seminars in Speech and Language.
- Silverman, K., Beckman, M., Pitrelli, J., Ostendorf, M., Wightman, C., Price, P., . . . Hirschberg, J. (1992). *ToBI: A standard for labeling English prosody*. Paper presented at the Second international conference on spoken language processing.
- Simon, O., Mangin, J.-F., Cohen, L., Le Bihan, D., & Dehaene, S. (2002). Topographical layout of hand, eye, calculation, and language-related areas in the human parietal lobe. *Neuron*, 33(3), 475-487.
- Singh, A. K., Okamoto, M., Dan, H., Jurcak, V., & Dan, I. (2005). Spatial registration of multichannel multi-subject fNIRS data to MNI space without MRI. *Neuroimage*, 27(4), 842-851.
- Slowiaczek, M. L., & Clifton Jr, C. (1980). Subvocalization and reading for meaning. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 19(5), 573-582.
- Smith, A. (1986). *İnsan beyni ve yaşamı: İnkılap Kitabevi*.
- Sonkaya, A. R., Demir, S., Kendirli, M. T., Sivrioglu, A. K., Haholu, A., & Ozdag, M. F. (2014). Limbic Encephalitis Association with Tuberculosis; a Case Report. *Disease and Molecular Medicine*, 2(4), 73-76.
- Sperry, R. (1982). Some effects of disconnecting the cerebral hemispheres. *Bioscience reports*, 2(5), 265-276.
- Starkstein, S. E., Federoff, J., Price, T., Leiguarda, R., & Robinson, R. (1994). Neuropsychological and neuroradiologic correlates of emotional prosody comprehension. *Neurology*, 44(3 Part 1), 515-515.
- Stowe, L. A., Haverkort, M., & Zwarts, F. (2005). Rethinking the neurological basis of language. *Lingua*, 115(7), 997-1042.
- Tanrıdag, O. (1993). Afazi. In: Ankara: GATA Basımevi.
- Ten Bosch, L. (2003). Emotions, speech and the ASR framework. *Speech Communication*, 40(1-2), 213-225.

- TETİK, M. (2012). *Beyin işlevsel yakın kızılötesi ölçümünü etkileyen etmenlerin değerlendirilmesi*. DEÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü,
- TÜRKBAY, T., & Cöngöloğlu, A. (2007). Dilin Prozodik Özellikleri, Disprozodi Ve İlişkili Bozukluklar. *Çocuk ve Gençlik Ruh Sağlığı Dergisi*, 14(2), 2007.
- Tzourio-Mazoyer, N., Josse, G., Crivello, F., & Mazoyer, B. (2004). Interindividual variability in the hemispheric organization for speech. *Neuroimage*, 21(1), 422-435.
- Ullman, M. T. (2004). Contributions of memory circuits to language: The declarative/procedural model. *Cognition*, 92(1-2), 231-270.
- Uzun, N. E. (2000). *Anaçizgileriyle evrensel dilbilgisi ve Türkçe: Multilingual*.
- Van Lancker, D. (1980). Cerebral lateralization of pitch cues in the linguistic signal. *Research on Language & Social Interaction*, 13(2), 201-277.
- WATANABE, Y., HOSOKAWA, M., SUMITANI, S., Yamamoto, M., Fukuda, S. T., & Ohmori, T. (2011). Prefrontal activation during emotional experience as measured by NIRS. *JAIRO*, 19, 49-57.
- Weintraub, S., Mesulam, M.-M., & Kramer, L. (1981). Disturbances in prosody: A right-hemisphere contribution to language. *Archives of neurology*, 38(12), 742-744.
- Weiss, R. P. (2000). Brain based learning. *Training & Development*, 54(7), 21-21.
- Whalley, K., & Hansen, J. (2006). The role of prosodic sensitivity in children's reading development. *Journal of Research in Reading*, 29(3), 288-303.
- Wiethoff, S., Wildgruber, D., Kreifelts, B., Becker, H., Herbert, C., Grodd, W., & Ethofer, T. (2008). Cerebral processing of emotional prosody—influence of acoustic parameters and arousal. *Neuroimage*, 39(2), 885-893.
- Wildgruber, D., Ackermann, H., Kreifelts, B., & Ethofer, T. (2006). Cerebral processing of linguistic and emotional prosody: fMRI studies. *Progress in brain research*, 156, 249-268.
- Wildgruber, D., Ethofer, T., Grandjean, D., & Kreifelts, B. (2009). A cerebral network model of speech prosody comprehension. *International Journal of Speech-Language Pathology*, 11(4), 277-281.

- Wise, R. J., Scott, S. K., Blank, S. C., Mummery, C. J., Murphy, K., & Warburton, E. A. (2001). Separate neural subsystems within Wernicke's area'. *Brain*, 124(1), 83-95.
- Wolfe, P. (2010). *Brain matters: Translating research into classroom practice*: ASCD.
- Yaltkaya, K. (2000). *Nöroloji ders kitabı*: Palme Yayıncılık.
- Yi, Z., Criminisi, A., Shotton, J., & Blake, A. (2009). *Discriminative, semantic segmentation of brain tissue in MR images*. Paper presented at the International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention.
- Zhang, D., Zhou, Y., & Yuan, J. (2018). Speech Prosodies of Different Emotional Categories Activate Different Brain Regions in Adult Cortex: an fNIRS Study. *Scientific reports*, 8(1), 218.
- Zhu, H., Fan, Y., Li, X., Huang, D., Guo, H., & He, S. (2015). *Some Effects of Specific Interest on the Brain of Children with Autism Spectrum Disorder (ASD): A Functional Near-infrared Spectroscopy Study*. Paper presented at the Progress in Electromagnetics Research Symposium.
- Zubizarreta, M. L. (1998). *Prosody, focus, and word order*: MIT Press.

EKLER

EK 1. Orijinalik Raporu

 HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU	
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ TÜRK DİLİ VE EDEBİYATI ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞINA	
Tarih: --/--/----	
<p>Tez Başlığı: Türkçe Konuşma Dilinde Duygusal Prozedi ve Sözel Birleşenlerin İncelenmesine Yönelik Nörodilbilimsel Bir İnceleme</p>	
<p>Yukarıda başlığı gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 87 sayfalık kısmına ilişkin, 09/05/2018 tarihinde tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda işaretlenmiş filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 7 'dir.</p>	
<p>Uygulanan filtrelemeler:</p>	
<p>1- <input type="checkbox"/> Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç</p>	
<p>2- <input type="checkbox"/> Kaynakça hariç</p>	
<p>3- <input type="checkbox"/> Alıntılar hariç</p>	
<p>4- <input type="checkbox"/> Alıntılar dâhil</p>	
<p>5- <input type="checkbox"/> 5 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç</p>	
<p>Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.</p>	
<p>Gereğini saygılarımla arz ederim.</p>	
06/06/2018	
<p>Adı Soyadı: Zeynep Zeliha BAYAZIT</p>	
<p>Öğrenci No: N12146189</p>	
<p>Anabilim Dalı: Türk Dili ve Edebiyatı</p>	
<p>Programı: Türk Dili</p>	
<p>Statüsü: <input type="checkbox"/> Doktora <input type="checkbox"/> Bütünleşik Dr.</p>	
<p><u>DANIŞMAN ONAYI</u></p>	
<p>UYGUNDUR.</p>	
<p>_____ Prof. Dr. Nesrin BAYRAKTAR ERTEN</p>	

EK 2. Etik Kurul Formu



INDIANA UNIVERSITY
OFFICE OF THE VICE PRESIDENT FOR RESEARCH
Office of Research Compliance

To: Oner Ozelik
CENTRAL EURASIAN STUDIES

From:

Chair - IRB-IUB
Human Subjects Office
Office of Research Compliance – Indiana University

Date: February 14, 2018

RE: NOTICE OF EXPEDITED APPROVAL - NEW PROTOCOL

Protocol Title: A Neurolinguistic Analysis of the Recognition of Prosody and Verbal Components of Turkish Spoken Language

Study #: 1712586128

Funding Agency/Sponsor: 1059B141600335

Review Level: Expedited

Study Approval Date: February 14, 2018

Study Expiration Date: February 13, 2020

The Indiana University Institutional Review Board (IRB) IRB00000222 | IRB-IUB recently reviewed the above-referenced protocol. In compliance with (as applicable) 21 CFR 56.109 (e), 45 CFR 46.109 (d), and IU Standard Operating Procedures (SOPs) for Research Involving Human Subjects, this letter serves as written notification of the IRB's determination.

Under 45 CFR 46.110, 45 CFR 56.110, and the SOPs as applicable, the study is approved under Expedited Category (4) Category 4: Collection of data through noninvasive procedures (not involving general anesthesia or sedation) routinely employed in clinical practice, excluding procedures involving x-rays or microwaves. Where medical devices are employed, they must be cleared/approved for marketing. (Studies intended to evaluate the safety and effectiveness of the medical device are not generally eligible for expedited review, including studies of cleared medical devices for new indications.) (7) Category 7: Research on individual or group characteristics or behavior (including, but not limited to, research on perception, cognition, motivation, identity, language, communication, cultural beliefs or practices, and social behavior) or research employing survey, interview, oral history, focus group, program evaluation, human factors evaluation, or quality assurance methodologies. (NOTE: Some research in this category may be exempt from the HHS regulations for the protection of human subjects. 45 CFR 46.101(b)(2) and (b)(3). This listing refers only to research that is not exempt), with the following determinations, as applicable:

- . Minimal Risk
- . Waiver of documentation of informed consent under 45 CFR46.117(c)

Approval of this study is based on your agreement to abide by the policies and procedures of the Indiana University Human Research Protection Program and does not replace any other approvals that may be required. Relevant policies and procedures governing Human Subjects Research can be found at: http://researchcompliance.iu.edu/hso/hs_guidance.html.

IRB approval is required prior to implementing any changes or amendments in the protocol, regardless of how minor, except to eliminate immediate hazards to subjects. No changes to the informed consent document may be made without prior IRB approval.

If you submitted and/or are required to provide participants with an informed consent document, please ensure you are using the most recent version of the document to consent subjects.

The initial approval period is noted above. Continued approval is contingent upon the submission of a renewal application to the Human Subjects Office in a timely fashion. Failure to submit the renewal notice in a timely fashion may result in the expiration and subsequent suspension of all protocol activities. Failure to receive notification from the Human Subjects Office will not relieve you of your responsibility to ensure compliance with applicable regulations and policies regarding continuing review.

You should retain a copy of this letter and all associated approved study documents for your records. Please refer to the assigned study number and exact study title in future correspondence with our office. Additional information is available on our website at <http://researchcompliance.iu.edu/hso/>.

If your source of funding changes, you must submit an amendment to update your study documents immediately.

If you have any questions or require further information, please contact the Human Subjects Office via email at irb@iu.edu or by phone at 317-274-8289 (Indianapolis) or 812-856-4242 (Bloomington).

**KC IRB
Protocol Summary**

Protocol Number: 1712586128
Title: A Neurolinguistic Analysis of the Recognition of Prosody and Verbal Components of Turkish Spoken Language
Status: Submitted to IRB
Expiration Date:
Last Approval Date:
Investigator: Ozelik, Oner

Protocol Details

Type: Expedited
Application Date: 02/13/2018
**IU or Investigator held
IND/IDE?**
FDA Application No:

Organizations

Type	Organization
Performing Organization	Indiana University (UA)

Funding Source

Funding Type	Code/Number	Sponsor Name	Sponsor Type	Prime Sponsor Name	Prime Sponsor Type
Other	1059B141600335				

Subjects

Subject	Count
Total	60

Areas of Research

Code	Description
000001	All Research Areas

Personnel

Person Name	Units	Role	Affiliate	Training Flag
Ozelik, Oner	BL-CEUS CENTRAL EURASIAN STUDIES	PI	IU	Y

Study Personnel

PersonName	Role	Affiliation	Training
Bayazit, Zeynep Zeliha	Key Personnel	IU	Y

KC IRB
 Protocol #: 1712586128
 Investigator: Ozelik, Oner
 Summary Printed 02/13/2018

Roles

Protocol Aggregator

User Name
Bayazit, Zeynep Zeliha

Questionnaires

Label
A - Level of Review Assessment
B - Lay Summary & Research Design
C - Sites & Collaborations
D - Recruitment Methods
E - Risks, Benefits, Protections
F - Data Safety Monitoring
H - Informed Consent Process
K - HIPAA
M - ClinicalTrials.gov
Conflicts of Interest

Attachments

Description	Attachment Type	Last Updated	Updated By
sample of invitation letter	Recruitment Materials	02/13/2018 09:12:55	millsa
SIS	Study Information Sheet	02/13/2018 09:12:55	millsa
Self Report Checking List	Data Collection Instrument	01/30/2018 08:33:27	millsa
experiment task	Data Collection Instrument	01/30/2018 08:33:27	millsa

Other Attachments

Description	Last Updated	Updated By
OTH fNIRS experience	02/13/2018 09:13:16	millsa
OTH Sample fNIRS statement	02/13/2018 09:13:37	millsa
fNIRS device,data collection device	01/30/2018 08:33:27	millsa
Funding	01/30/2018 08:33:45	millsa

KC IRB
Protocol #: 1712586128
Investigator: Ozcelik, Oner
Summary Printed 02/13/2018

IRB APPROVAL

This research project, including all noted attachments, has been reviewed and approved by the Indiana University IRB.

Exempt Category(ies), if applicable:

Expedited Category(ies), if applicable: (4) (7)

Study meets the criteria of approval for a period of: one (1) year two (2) years other, _____

Reviewing IRB Committee: IRB-IUB
Level of Review: Expedited

Authorized IRB Signature: John M Kennedy Digitally signed by John M Kennedy
DN: cn=John M Kennedy,
email=jmk22@outlook.com, c=US
Date: 2018.02.14 07:16:00 -0500 IRB Approval Date: _____

Printed Name of IRB Member: _____

EK 3. Katılımcı Bilgilendirme Formu

INDIANA UNIVERSITY STUDY INFORMATION SHEET FOR

“A Neurolinguistic Analysis of the Recognition of Prosody and Verbal Components of Turkish Spoken Language”

You are invited to participate in a research study of “**A Neurolinguistic Analysis of the Recognition of Emotional Prosody and Verbal Components of Turkish Spoken Language**”. You were selected as a possible subject because you are native speakers of English /Turkish. We ask that you read this form and ask any questions you may have before agreeing to be in the study.

The study is being conducted by Zeynep Zeliha Bayazit from School of Science and Literature Department of Turkish Linguistic at Hacettepe University, who is currently a visiting scholar at Indiana University, Bloomington.

STUDY PURPOSE

The purpose of this study is to investigate the brain localization of emotional prosody in from neurolinguistics perspective.

PROCEDURES FOR THE STUDY:

If you agree to be in the study, you will do the following things:

1. This entire study may last approximately 40–50 minutes for each participant starting from February 20, 2018, to July,25 2018.
2. Prior to the experiment you will be carried out self-report check list by researcher to determine the pertinence of including criteria (i.e. to check the history of neurologic or psychological disease). It will carry out by researcher face to face before performing the experiment.
3. You will be recorded by using Functional Near-Infrared Spectroscopy while performing the experimental task. Functional Near-Infrared Spectroscopy measurement will be analysed using Optical Topography System, which has a 54-channel array of optodes. Functional Near-Infrared Spectroscopy is a noninvasive, safe, portable and affordable optical technique to monitor hemodynamic changes on the cerebral cortex.

4. The study will be conducted in a quiet room. You will sit in front of the computer and experimental task will be shown and you will be recorded by using Functional Near-Infrared Spectroscopy while performing the experimental task. Experimental text includes Turkish sentences of angry, happy and neutral prosodies. Participants are performed the sentences regarding as prosodic which is showed on the monitor.

You can contact the researcher at any point of the research to ask more clarification.

RISKS AND BENEFITS

There is a minimal risk involved in this study. You are not expected to share your personal information. All the experiment data will be used only for the research purposes. But, the risks of participating in this research may be a loss of confidentiality. This study will be conducted on healthy participants. There is no apparent potential risk of research technique and device. If any of the participant feel discomfort during the intervention, we will stop the experiment immediately. Also, participants are allowed to withdraw from the study at any point, if they feel uncomfortable.

Also, the names of real people will be encoded in the data to minimize the risk of loss of confidentiality.

You are not expected to benefit from participating in this research. No payments or reward will be made.

CONFIDENTIALITY

Efforts will be made to keep your personal information confidential. We cannot guarantee absolute confidentiality. Your personal information may be disclosed if required by law. Your identity will be held in confidence in reports in which the study may be published. The experiment data will be stored on the personal external hard drive, and only the researcher will have access to the data. Organizations that may inspect and/or copy your research records for quality assurance and data analysis include groups such as the study investigator and his/her research associates, the Indiana University Institutional Review Board or its designees. medical and/or research records.

PAYMENT

You will not receive payment for taking part in this study.

CONTACTS FOR QUESTIONS OR PROBLEMS

For questions about the study, contact the researcher Zeynep Zeliha Bayazit at 812-318-8345 or at zbayazit@iu.edu

For questions about your rights as a research participant or to discuss problems, complaints or concerns about a research study, or to obtain information, or offer input, contact the IU Human Subjects Office at (317) 278-3458 or [for Indianapolis] or (812) 856-4242 [for Bloomington] or (800) 696-2949.

VOLUNTARY NATURE OF STUDY

Taking part in this study is voluntary. You may choose not to take part or may leave the study at any time. Leaving the study will not result in any penalty or loss of benefits to which you are entitled. Your decision whether or not to participate in this study will not affect your current or future relations with Indiana University, Bloomington.

This research is intended for individual 18 years of age or older. If you are under age 18, do not participate.

EK 4. Aydınlatılmış Gönüllü Formu

CONSENT FORM

to participate :

“A Neurolinguistic Analysis of the Recognition of Prosody and Verbal Components of Turkish Spoken Language”

You are being asked to participate in a research study.

Before you agree, the investigator must tell you about (i) the purposes, procedures, and duration of the research; (ii) any procedures which are experimental; (iii) any reasonably foreseeable risks, discomforts, and benefits of the research; (iv) any potentially beneficial alternative procedures or treatments; and (v) how confidentiality will be maintained.

Where applicable, the investigator must also tell you about (i) any available compensation or medical treatment if injury occurs; (ii) the possibility of unforeseeable risks; (iii) circumstances when the investigator may halt your participation; (iv) any added costs to you; (v) what happens if you decide to stop participating; (vi) when you will be told about new findings which may affect your willingness to participate; and (vii) how many people will be in the study.

If you agree to participate, you must be given a signed copy of this document and a written summary of the research.

You may contact **Zeynep Zeliha Bayazit** phone number **812-318-8345** any time you have questions about the research.

You may contact **the IU Human Subjects Office** phone number **(317) 278-3458** or **[for Indianapolis] or (812) 856-4242 [for Bloomington] or (800) 696-2949** if you have questions about your rights as a research subject or what to do if you are injured.

Your participation in this research is voluntary, and you will not be penalized or lose benefits if you refuse to participate or decide to stop.

Signing this document means that the research study, including the above information, has been described to you orally, and that you voluntarily agree to participate.

Signature of participant date

Signature of witness date

EK 5. Duygusal Prozodi Üretiminde Kullanılan Stimuli ve Değerlendirme

Duygusal prozodi üretimi deney koşulları için kullanılan sözcük listesi

sözcük	Sözcük türü	Kullanıldığı dil
duvar	isim	Türkçe
metre	İsim	Türkçe & İngilizce
tencere	İsim	Türkçe
diploma	İsim	Türkçe & İngilizce

Türkçe anadili konuşurlarının duygusal prozodiyi uygun şekilde ürettiğine yönelik değerlendiricilerin katılma durumları

(Katılımcı sayısı=20, değerlendirici sayısı 2)

	Duvar	Metre	Tencere	Diploma
Duygusal prozodi kategorileri	Katılma (%)	Katılma (%)	Katılma (%)	Katılma (%)
Nötr	100	100	100	100
Mutlu	90,5	90,5	90,5	85,7
Kızgın	90,5	95,2	90,5	95,2
Korku	85	85,7	81	85,7

İngilizce anadili konuşurlarının duygusal prozodiyi uygun şekilde ürettiğine yönelik değerlendiricilerin katılma durumları

(Katılımcı sayısı=20, değerlendirici sayısı 2)

	Duvar	Metre	Tencere	Diploma
Duygusal prozodi kategorileri	Katılma (%)	Katılma (%)	Katılma (%)	Katılma (%)
Nötr	100	100	95,2	100
Mutlu	81	90,5	76,2	90,5
Kızgın	85,7	95,2	85,7	90,5
Korku	66,7	90,5	61,9	85

EK 6. İşitsel uyaran deney koşullarında Kullanılan Stimuli ve Değerlendirme

İşitsel uyaran deney koşulları için kullanılan odak sözcük ve cümle listesi

Odak sözcük	Sözcük türü ve kullanıldığı dil	Cümle
sınıf	İsim + Türkçe	Ayşe sınıfa gitti
alarm	İsim +Türkçe & İngilizce	Saatin alarmı çaldı
doktor	İsim +Türkçe & İngilizce	Sunumu doktor yaptı
gazete	İsim + Türkçe	Ali gazete okudu

İşitsel uyaran deney koşulları için kullanılan cümlelerin duygu durumlarını yansıtmaya düzeylerinin belirlenmesi için bağımsız dinleyecilerin likert ölçeğine verdiği yanıtlar (n=70)

	Duygusal prozodi kategorileri	Hiç yansıtıyor (%)	Yansıtıyor (%)	Karasız (%)	Yansıtıyor (%)	Çok Yansıtıyor (%)
“Ayşe sınıfa gitti”	Nötr	-	-	-	7,1	92,9
	Mutlu	-	-	3,0	20,9	76,1
	Kızgın	-	-	4,5	11,9	83,6
	Korku	-	3,0	6,0	30,3	60,7
“Saatin alarmı çaldı”	Nötr	-	-	-	2,9	97,1
	Mutlu	-	-	-	16,4	83,6
	Kızgın	-	1,5	3,0	14,9	80,6
	Korku	-	-	4,5	17,9	77,6
“Sunumu doktor yaptı”	Nötr	-	-	-	9,9	90,1
	Mutlu	-	3,0	1,5	16,4	79,1
	Kızgın	-	-	1,5	16,4	82,1
	Korku	-	6,0	7,5	26,9	59,7
“Ali gazete okudu”	Nötr	-	-	-	5,7	94,3
	Mutlu	-	-	1,5	14,9	83,6
	Kızgın	-	-	-	19,4	8,6
	Korku	-	4,5	1,5	22,4	71,6

EK 7.Katılımcı Değerlendirme Ölçeği

Self Report Screening Form

Name:

Date :

	YES	NO
1. Are you native speakers of English and learnig Turkish as a second language?		
2. Are native speakers of Turkish?		
3. Are you bilingual or multilingual?		
4. Are you older than 18 years of age?		
5. Are you younger than 50 years of age?		
6. Are you right handed?		
7. Do you have any history of neurological disorder?		
8. Do you have any history of psychiatric disorder?		
9. Do you have any hearing impairment?		
10. Do you have any speech impairment?		
11. Do you have any history of drug or alcohol abuse		
12. Do you have a problem long periods of unconsciousness		
13. Do you have any history of head injuries?		

Zeynep Zeliha BAYAZIT