

Türkçede İşitsel Deneylerde Kullanılan Çapraz Birleştirmeli Uyaran Yönteminin Sınanması*

İpek Pınar Bekâr

Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Dilbilim Bölümü, 06100
Sıhhiye/Ankara
pinarbekar@gmail.com

(Gönderilme tarihi 14 Mart 2017; kabul edilme tarihi 21 Haziran 2017)

ÖZ: Dil sisteminin beyinde zamansal açıdan nasıl işlendiğinin açıklanabilmesi için beyin araştırmalarının ve dilbilimin verilerinin birlikte yorumlanması gerekmektedir. İşitsel teknik kullanılarak elde edilen işitsel uyaranların bu bağlamda incelenmesiyle, dilin beyindeki sesbilimsel işlenişi daha açık biçimde ortaya konulabilmektedir. Bu araştırmada, Bekâr (2016)'da EEG tekniği aracılığıyla incelenen işitsel uyaranların akustik önışleme süreci üzerinde durulmaktadır. Bu önışleme süreci araştırmada, Çapraz Birleştirmeli Uyaran (Stimulus Cross-Splicing) yöntemi olarak tanımlanmaktadır. PRAAT 5.2 Ses Çözümleme Programında uygulanan bu yöntem aracılığıyla oluşturulan işitsel uyaranlar, aynı araştırma sorularıyla kurulan ancak akustik önışleme sürecinden geçirilmemiş olan bir başka EEG deneyinin işitsel uyaranlarıyla, temel sıklık (F0) ve sesletim süreleri çerçevesinde karşılaştırılmalı yorumlanmaktadır. Temel sıklık (F0) ve sesletim süreleri kullanılarak, ses çaprazlama işleminin gerçekleştirileceği işitsel uyaranların sıfır geçiş noktaları (0-) belirlenmekte ve ses kayıtları doğallığını kaybetmemektedir. Türkçe açısından özgün olan bu yöntem, Türkçenin parçalı ve parçalarüstü sesbilimsel bileşeninin incelendiği beyin araştırmalarında uygulanan işitsel uyaranların daha güvenilir bulgular sunabilmesini sağlamaktadır. İşitsel uyaranların istatistiksel yöntemlerle karşılaştırıldığı bu araştırmanın bulguları, akustik önışleme sürecinin Türkçede önemini ortaya koymaktadır. Buna göre, akustik önışleme

* Bu yazı, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) 1001-Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projelerini Destekleme Programı'na ait 112K394 No'lu "Türkçe Sözlü Dildeki Fonolojik Anlamlandırma Süreçlerinin Beyindeki İşlenişi ve Lokalizasyonu: Bir Elektrofizyolojik İnceleme" adlı proje çerçevesinde desteklenmektedir. Yazıya ait verilerin oluşturulması aşamasında, söz konusu projenin bir parçasını oluşturan ve İpek Pınar Bekâr'a ait "Türkçede Eylem-Sonu Konumunda Bütün-Sözdizim Etkileşimi Üzerine Elektrofizyolojik Bir İnceleme" başlıklı doktora tezinden yararlanılmıştır.

Yazının hazırlanması sürecindeki desteklerinden ve yapıcı eleştirilerinden ötürü Prof. Dr. İclâl Ergenç'e, Prof. Dr. Özgür Aydın'a ve Prof. Dr. Canan Kalaycıoğlu'na teşekkür ederim.

kullanılarak, aynı dilbilimsel sorunu inceleyen iki ayrı beyin görüntüleme çalışmasında bu yöntemin deney sonuçlarına nasıl etki ettiği ve ileri araştırmalardaki gerekliliği vurgulanmaktadır.

Anahtar Sözcükler: çapraz birleştirmeli uyaran, temel sıklık, sesletim süresi, işitsel uyaran, EEG

Examining the Stimulus Cross-Splicing Method on Auditory Experiments in Turkish

ABSTRACT: To explain how the language system in the brain is temporally processed, the results of both brain and linguistics researches are required to be interpreted together. In this regard, phonologic functioning of language in the brain may be demonstrated more clearly by examining the auditory stimuli which are obtained via using auditory technique. This study focuses on acoustic preprocessing of auditory stimuli by using EEG technique in Bekâr (2016). This preprocessing is described as Stimulus Cross-Splicing method in this study. The auditory stimuli which was prepared in PRAAT 5.2 Sound Analysis Program with this method are interpreted contrastively by means of duration and fundamental frequency (F0) with an auditory stimuli of another EEG experiment, which has the same research questions without an acoustic preprocessing. Zero-crossing (0-) of the auditory stimuli are determined by using fundamental frequency and duration and the recordings keep their naturality. This preliminary method on Turkish provides more reliable results with the use of auditory stimuli that was built on brain studies in which the segmental and suprasegmental phonologic components in Turkish are investigated. Findings of this study reveals the importance of acoustic preprocessing in Turkish by examining the auditory stimuli with statistical methods. According to these findings, the way this method affects the results of the experiment and the necessity of using an acoustic preprocessing in two different brain imaging researches which try to answer the same linguistic issues are emphasized for future studies.

Keywords: cross-splicing, fundamental frequency, duration, auditory stimulus, EEG

1 Giriş

İnsan beyninin temel araştırma nesnelere biri olan dilin beyinde nasıl işlemlendiğinin ortaya konulabilmesi için hem beyin araştırmalarının hem de dilbilime ait verilerin ortak yöntemlerle incelenmesi gerekmektedir. Dilin *zamansal* (temporal) açıdan araştırıldığı bu tür çalışmalarda *işitsel teknik* (auditory technique) kullanılarak üretilen *işitsel uyarılar* (auditory stimuli) aracılığıyla, dilin parçalı ve parçalarüstü sesbirimlerinin temel işleyişleri ve bu sesbirimlerin dilin diğer bileşenleriyle olan etkileşimi ortaya konulabilmektedir. Bu bağlamda, *olaya ilişkin potansiyeller* (OİP) (event-related potentials),

wavelet (salınım) gibi yöntemlerle beyin dalgalarının aktivitesini ölçen *Elektroensefalografi* (EEG) (Electroencephalography) tekniği kullanılarak, Friederici (2002)'de sunulan *İşitsel Tümce İşleme* (Auditory Sentence Processing) sürecini inceleyen disiplinlerarası nitelikli pek çok araştırma bulunmaktadır. Bu araştırmalar sözlü dilin üretim, algılama ve anlamlandırma aşamalarında beynin hangi bölgelerinde zamansal bir etkileşimin oluştuğunu incelemektedir. İşitsel Tümce İşleme sürecinde kullanılan işitsel uyaranlar aracılığıyla, sözlü dilin kurucu ve yorumlayıcı bileşenlerinin OİP yöntemiyle beyinde nasıl işlendiğini ortaya konabilmektedir.

Almancada bürünsel bozulma gösteren yapılar farklı işitsel uyaranlar ve araştırma sorularıyla bürün-sözdizim etkileşimini inceleyen Eckstein ve Friederici (2005) ile Eckstein ve Friederici (2006)'da *Sağ Ön Negativite*¹ (Right Anterior Negativity/RAN) Etkisi ve P600² (Positive 600) gibi OİP değerlerine ulaşılmıştır. Patel ve diğerleri (1998), Koelsch ve diğerleri (2000), Koelsch ve diğerleri (2005) ve Koelsch (2009) gibi araştırmalarda ise, işitsel uyaranlar kullanılarak müzikteki harmoni ve sözdizim arasında etkileşim incelenmiş ve *Erken Sağ Ön Negativite*³ (Early Right Anterior Negativity/ERAN) Etkisi ve P600 potansiyelleri elde edilmiştir. Fransızcada bürün ve anlam arakesitini inceleyen Astésano, Besson ve Alter (2004) ile Magne ve diğerleri (2007)'de ise P800⁴ (Positive 800) potansiyeline ulaşılmıştır. Alanyazında ilk defa Steinhauer, Friederici ve Alter (1999)'da

¹ Eckstein ve Friederici (2005)'te işitsel olarak tümcenin anlamlandırılması sürecinde ortaya çıktığı ileri sürülen Sağ Ön Negativite (RAN) Etkisi, bürünsel açıdan bozulma gösteren yapılar uyaran sunumundan sonra 400-600 ms aralığında tepe noktasına ulaşmaktadır. Bürünsel bozulmanın temel etkisini gösteren ve beyin sağ yarıküresinde ön alanda görülen bu etki, öbek-sonu ya da tümce-sonu konumlarında gözlenmektedir.

² Osterhout ve Holcomb (1992)'de Sözdizimsel Pozitif Sapma olarak tanımlanan, ardından Hagoort, Brown ve Groothusen (1993)'te P600 biçiminde yeniden adlandırılan P600 potansiyeli, uyaran sunumundan sonra 600.ms'de pozitif yönde polarite yapan geniş yayımlı bir potansiyeldir. Beynin orta-parietal ve arka alanlarında gözlemlenen P600, hem sözdizimsel hem de bürünsel yapılar dilbilimsel bir bozukluğu genellikle düzeltme, çözümlenme ya da telafi etme süreci olarak tanımlanmaktadır.

³ Koelsch ve diğerleri (2000)'de ritme dayalı müzikal uyum taşıyan yapılardaki bozulmalarda gözlemlendiği ileri sürülen Erken Sağ Ön Negativite (ERAN) Etkisi, uyaran sunumundan sonra 200.ms'de RAN Etkisi'ne benzer bir topografik alanda tepe noktasına ulaşmaktadır.

⁴ Geç dönemli P600 olarak da bilinen P800 potansiyeli, Astésano, Besson ve Alter (2004)'te bürün ve anlam arakesitinde ortaya çıkmıştır. Bürünün anlamsal açıdan bozulduğu yapılar temel etkisi gösteren ve uyaran sunumundan sonra yaklaşık 800-1100 ms aralığında tepe noktasına ulaşan bu potansiyel, P600'den farklı olarak geniş yayılım göstermemekte ve temporo-parietal alanda konumlanmaktadır.

ortaya konulan ve işitsel teknik kullanılarak Almanca durakların bürünsel etkisinin incelendiği bir araştırmada *Son Pozitif Sapma*⁵ (Closure Positive Shift/CPS) etkisine ulaşılmıştır. Benzer etki, Steinhauer ve Friederici (2001), Pannekamp ve diğerleri (2005), Wolff ve diğerleri (2008), Kerkhofs ve diğerleri (2007), Li ve Yang (2009) ve Hwang ve Steinhauer (2011) gibi pek çok araştırmada farklı dillerde incelenmiştir. Türkçede ise bu araştırmanın da işitsel uyaran analizlerinin büyük bir kısmını oluşturan Bekâr (2016)'da, geçişli eylemlerden oluşan bildirim tümcelerinde eylem-sonu konumunda bürün-sözdizim etkileşiminde RAN Etkisi, P600 ve P800 gibi OİP değerleri elde edilmiştir.

Bu araştırmada yukarıda sözü edilen araştırma bulgularıyla ulaşılan betimlemeler çerçevesinde, EEG tekniği kullanılarak Türkçede eylem-sonu konumunda bürün-sözdizim etkileşimini inceleyen iki ayrı deneye ilişkin işitsel uyaran setleri, *Akustik Sesbilgisi* (Acoustic Phonetics) alanının verilerinden yararlanılarak *süreç-içi* (online) ve *süreç-dışı* (offline) olmak üzere karşılaştırılmalı olarak ortaya konulacaktır. Bu kapsamda, Tablo 1'de de sunulduğu gibi, toplam 300 tümceden oluşan işitsel EEG deney deseninde, eylem-sonu konumunda görülen bürünsel ve sözdizimsel temelli iki dilsel bozulma bulunmaktadır.

Tablo 1. Örnek işitsel uyaran deseni

Deney Koşulları	Deney Tümceleri	Bürün	Sözdizim
<i>Dilbilgisel Koşul</i>	'Ayşe bahçede yıkadı halı-yı '	düzgün	düzgün
<i>Bürün Bozulması Koşulu</i>	'Ayşe bahçede yıkadı HALI-YI '	bozuk	düzgün
<i>Sözdizim Bozulması Koşulu</i>	'Ayşe bahçede yıkadı halı-ya '	düzgün	bozuk
<i>Bürün-Sözdizim Bozulması Koşulu</i>	'Ayşe bahçede yıkadı HALI-YA '	bozuk	bozuk

⁵ Steinhauer, Friederici ve Alter (1999)'da bürünsel sınırlardaki bozulmalarda bulgularanan Son Pozitif Sapma (CPS), ezgi öbeklerinin keşiştiği noktalara göre belirlenmektedir. Diğer potansiyellerden farklı olarak bu etki için belirlenen zaman aralıkları, araştırmaların deney desenlerine göre değişim göstermekte ve CPS etkileri ezgi öbeklerinin keşiştiği alanların öncesi ve sonrası alınarak incelenmektedir. Pek çok dilde araştırılan CPS'nin (Ayrıntılı bilgi için bkz. Pannekamp ve diğerleri, 2005; Bögels, 2007; Männel ve Friederici, 2009; Hwang ve Steinhauer, 2011 gibi) genellikle beynin sol yarıküresinde ve arka alanlarında ortaya çıktığı görülmektedir.

Tablo 1'deki ilk koşul (*Dilbilgisel Koşul*), hem bürünel hem de sözdizimsel olarak düzgün tümceleri içermektedir. Bürünel bozulmayı gösteren ikinci koşulu (*Bürün Bozulması Koşulu*), Türkçede eylem-sonu konumu odak içermeyen konum olarak kabul edildiği için (Erguvanlı, 1984; Göksel, 1998 gibi) eylem-sonunda yerinde olmayan odaklama ile oluşturulmuştur. Eylem-sonu konumundaki AÖ'ler (Ad Öbeği) temel sıklık gibi akustik değerleri açısından eylem-öncesine göre çok daha düşük olduğu için Türkçede odaklı olarak kabul edilmemektedir. Durum eklerinin yerinde kullanılmamasıyla oluşturulan üçüncü koşulda (*Sözdizim Bozulması Koşulu*), kritik AÖ'nün aldığı sonekin belirtme durumdan yönelme durumuna dönüştürülmüştür. Bu durumda eylem yanlış durum eki ile eşleştirilmiştir. Hem bürünel hem de sözdizimsel bozulmayı birlikte gösteren son koşulda ise (*Bürün-Sözdizim Bozulması Koşulu*), eylem-sonu konumunda bozuk odaklama ve yerinde olmayan durum eki kullanılarak ilgili deney tümcesi bozuk olarak sesletilmiştir.

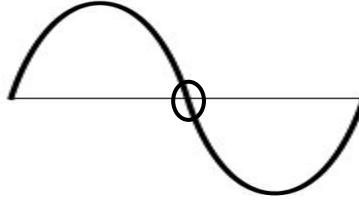
Araştırmanın birinci bölümünde, Eckstein ve Friederici (2005), Eckstein ve Friederici (2006) ve Steinberg, Truckenbrodt ve Jacobsen (2012) gibi EEG tekniğini uygulayan pek çok araştırmanın işitsel uyaran setlerinin hazırlanması sürecinde kullanılmış olan *Çapraz Birleştirmeli Uyarın* (Stimulus Cross-Splicing) yöntemi Türkçeden örneklerle tanıtılmakta; ikinci bölümde ise bulgular, bu çözümleme yönteminin uygulanmadığı bir başka EEG deneyine ilişkin bulgularla karşılaştırılmaktadır. Bekâr (2016)'da Türkçede sınanan Çapraz Birleştirmeli Uyarın (ÇBU) yönteminin işitsel uyarınların sesletiminde oluşması beklenen olası akustik sorunları, doğal ses kaydını bozmadan büyük ölçüde en aza indirilebileceği ve ileride yapılması hedeflenen sesbilim temelli disiplinlerarası araştırmalarda uygulanmasının önemi de ortaya konulmaktadır. ÇBU yönteminin kullanıldığı beyin araştırmalarında, katılımcıların yalnızca çözümlenecek dilsel alana odaklanmaları ve deneyin akışını bozacak diğer işlemlerden kaçınmaları da sağlanabilmekte, işitsel bulgulara ait bulanık olmayan güvenilir sonuçlara ulaşılabilmektedir.

Bu tür araştırmaların konusunu oluşturan işitsel uyarınların ve EEG deneylerinde kullanılması hedeflenen deney setlerinin ön hazırlık sürecinde sesbilimsel ve istatistiksel olarak deneye uygunluğunun sınanabilmesi için Akustik Sesbilgisi alanının verilerinden yararlanılması gerekmektedir. Bu bağlamda, araştırmanın ilk bölümünde akustik *önişleme* (preprocessing) sürecinde incelenmesi gereken temel sıklık (F0), harmonikler ve süre gibi temel akustik parametrelerden söz edilecektir. Bunun ardından, ÇBU yöntemi Bekâr (2016)'dan alınan veriler doğrultusunda açıklanacak ve yöntemsel açıdan betimlenecek olan EEG deneylerinin akustik değiştirgenleri istatistiksel olarak karşılaştırılıp yorumlanacaktır.

2 Akustik Değiştirgenler: Temel Sıklık (F0) ve Sesletim Süresi

Ses (sound), hava basıncındaki düzenli ya da düzensiz değişimlere dayalı olarak oluşan moleküllerin titreşmesine neden olan dalgaların fiziksel ortama yayılması sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda, birim zaman içindeki en düşük sıklık değeri olarak kabul edilen sesin *temel sıklık değeri* (F0) (fundamental frequency), Kent ve Read (2002)'ye göre, farklı ses dalgalarından oluşan karmaşık titreşimleri gösteren ve konuşma tanımlamanın temel özelliklerinden biri olarak kabul edilen akustik bir değiştirgendir. Ses yolunun kalınlığı, şekli, biçimi ve büyüklüğü gibi pek çok alt değiştirgenden etkilenen temel sıklık değeri, konuşucunun yaşı, cinsiyeti gibi çeşitli ayırıcı özellikleri göstermektedir. Ses değerinin kalınlaşması ile temel sıklığın ölçü birimi olan Hertz (Hz) değeri arasındaki ters orantı sonucu, temel sıklık çocuklarda yaklaşık 270 Hz, yetişkin kadınlarda 220 Hz ve yetişkin erkeklerde 120 Hz civarında değişim göstermektedir.

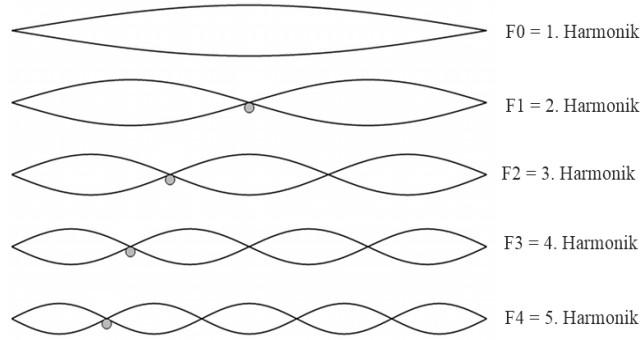
Temel sıklık değeri açısından dikkatle hesaplanması gereken ses uyarını çaprazlama işleminin temelinde, sesin *sıfır geçiş noktasının* (zero-crossing) tam olarak belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Sıfır geçiş noktası, *zamana dayalı ses perdesi analizi algoritmasındaki* (time-domain algorithm) temel özelliklerden biridir. Buna göre, sıfır geçişinin akustik değerler çerçevesinde düzgün bir biçimde işaretlenmesi ile ses sinyalleri bu noktadan geçebilmektedir. Başka bir deyişle, sıfır geçişi herhangi bir ses sinyalinin negatif yönden pozitif yöne ya da pozitif yönden negatif yöne doğru akustik geçişini belirleyen zamansal değerlerin toplamı olarak da kabul edilebilmektedir. Aşağıda Şekil 1'de sıfır geçiş noktasının temel sıklığın ilk oluşum sürecindeki kesişim noktası gösterilmektedir.



Şekil 1. Sıfır geçiş noktası

Şekil 1'de de görüleceği gibi, konuşmanın temel sıklık değerinin belirlenebilmesi amacıyla kullanılan sıfır geçiş noktasının her bir sınır aşaması, temel sıklığı belirleyen *harmonikleri* (harmonics) göstermektedir. Crystal (1980)'de de belirtildiği gibi sesin harmoniği, sesin temel sıklık değeri dışında üretilen yan frekanslar olarak kabul edilmektedir. Sesin harmoniği ve temel sıklığı arasındaki ilişki, harmoniklerin temel seslere ait frekansların katlarını

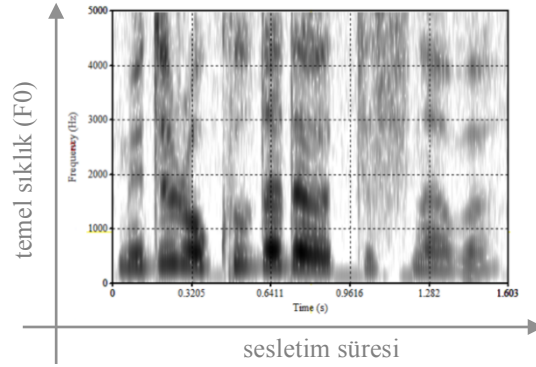
oluşturması durumudur. Konuşma sesleri arasında en yüksek genliğe, ancak en düşük sıklığa sahip olan temel sıklık değeri, aynı zamanda (1.) harmonik olarak da adlandırılabilir. Buna göre, (2.) harmonik frekansı temel sıklığın iki katını oluşturmaktadır. Aşağıdaki Şekil 2'de de gösterildiği gibi, bu katların her bir geçiş noktası da, o seslerin sıfır noktalarını göstermektedir. Sesin harmonik değeri ne kadar yüksekse, kalitesi de o kadar yüksek olduğu için, ses uyarını çaprazlama işlemi sırasında uygulayıcının sesin temel sıklık ve harmonik değerleri ile ilgili ayrıntılı akustik birikime sahip olması gerekmektedir (Ayrıntılı bilgi için bkz. Boersma, 1993; Crystal, 1980; Kent ve Read, 2002; Ladefoged, 2006; Stevens, 2000).



Şekil 2. Temel sıklık çerçevesinde sesin harmonikleri ve sıfır geçiş noktaları

Şekil 2'de gösterildiği gibi, temel sıklık değerinin katmanlarının artması ile harmoniklerin değeri de orantılı biçimde artma göstermektedir. Bu artma sırasında gerçekleşen basınçlı hava akımının ses tellerinin titreşmesine neden olması ve geniz boşluklarının titreşim geçmesi gibi kimi fizyolojik değişimler sonucu konuşma sesleri karmaşık bir biçime dönüşmektedir. Alanyazında ilk olarak Fant (1960)'da *Konuşma Üretiminin Akustik Kuramı* (Speech Production of Acoustic Theory) ve *Kaynak-Süzgeç Modeli* (Source-Filter Model) çerçevesinde söz edilen bu dönüşüm, *ses tayfındaki* (spectrum) tepe noktaları olarak *formant* (formant) biçiminde tanımlanmaktadır. Formantlar, farklı sesbilimsel işlevler taşıyan F1, F2, F3, F4 gibi alt harmoniklerin, başka bir deyişle tınlama sıklıklarının oluşumunu sağlamaktadır. Temel sıklık gibi Hz ile ölçülen bu değerler, harmoniklerin katmanlarına ve sıfır geçiş noktalarının artışına dayalı olarak F0-F1 aralığı dışında 1000 Hz aralıklarla artma göstermektedir. Buna göre, F1 formantı 500-1000 Hz, F2 formantı 1000-2000 Hz, F3 formantı 2000-3000 Hz ve F4 formantı 3000-4000 Hz aralığında yer almaktadır. Bu değerler, F0 değerlerinde olduğu gibi cinsiyete ve yaşa bağlı olarak artma ya da azalma gösterebilmektedir.

Clark, Yallop ve Fletcher (2007)'de *uzunluk* (length) ya da *nicelikle* (quantity) ilişkilendiren ve bu araştırmanın diğer akustik değiştirgeni olan *sesletim süresi* (phonation of duration) ya da *süre* (duration), sesin temel görünümünü ortaya koyan spektrografik örüntülerde yatay düzlemde genellikle milisaniye (ms) olarak gösterilmektedir. Sesletim süresi, Crystal (1969)'a göre temel sıklığın ve harmoniklerin belirlendiği ses perdesinin (pitch) tanımlanmasında büyük rol oynamaktadır. Buna göre süre, bir sesin uzunluğu, ses grubu, ifade ya da sessizliğe karşılık gelmektedir. Bu araştırma kapsamında sesletim süresi, İşitsel Uyarın Seti (1) ve İşitsel Uyarın Seti (2) olarak adlandırılan EEG deneylerinin işitsel uyarınları oluşturan AÖ'lerin toplam zaman aralıklarını karşılaştırmak amacıyla ele alınan akustik bir değiştirgen olarak kabul edilmektedir. Aşağıda Şekil 3'te İşitsel Uyarın Seti (2)'de kullanılan [Müdüş okulda dağıttı sınavı] tümcesinin spektrografik örüntüsü sunulmaktadır. Buna göre, 0-5000 Hz aralığında bölütlenen dikey alan tümcenin temel sıklık ve formant değerlerini sunarken, 0-1.603 ms aralığında sunulan yatay düzlem tümcenin sesletim süresini göstermektedir.



Şekil 3. Temel sıklık çerçevesinde sesin harmonikleri ve sıfır geçiş noktaları

3 Çapraz Birleştirmeli Uyarın (ÇBU) Yöntemi

Alanyazında dilin beyindeki sesbilimsel işlemlenişini EEG tekniği ile inceleyen Eckstein ve Friederici (2005), Eckstein ve Friederici (2006) ve Steinberg, Truckenbrodt ve Jacobsen (2012) gibi pek çok araştırmanın işitsel uyarın setlerinin oluşturulması sürecinde uygulanan ÇBU yöntemi Türkçede ilk defa Bekâr (2016)'da kullanılmıştır. Sesbilim alanyazınına yeni olmayan, ancak dilin sesbilimsel yönünü beyin görüntüleme teknikleriyle inceleyen araştırmalarda kullanılan işitsel uyarınların hazırlanmasında özđün olan bu teknik ile herhangi bir ses kaydının doğal örüntüsü bozulmadan deney koşulları arasında çaprazlama gerçekteştirilebilmektedir. Buna göre, aşağıda ayrıntılı olarak

tanıtılacak bu teknik ile herhangi bir işitsel uyarının temel sıklık değeri, harmonisi, sıfır geçiş noktası, ses kalitesi, genliği ve sesletim süresi gibi akustik değıştirgenlerinin belirlenmesi yoluyla, ses çaprazlama işlemi doğallığı bozmayacak biçime getirilebilmektedir. Katılımcılar beyin görüntüleme deneyleri sırasında farklı koşullara sahip, ancak odaklama alanları gibi aynı sesbilimsel örüntüleri taşıyan deney tümceleri arasında kritik sözcüğe kadar aynı söz öbeklerini duymaktadır. Böylelikle, işitsel uyarıların her seferinde farklı sesletilmesinden kaynaklanan *sözcük uzunluğu* (word length), *oktav atlama* (octave jump), *şaklama* (click) gibi akustik temelli doğal sesletim sorunları ortadan kalkmaktadır. Bu açıklama çerçevesinde, ÇBU yöntemi sırasında dikkate alınması gereken akustik ilkeler aşağıdaki basamaklar halinde sunulmaktadır:

- i. Çaprazlanacak iki kaydın da sıfır geçiş noktaları belirlenmelidir.
- ii. Sıfır geçiş noktaları belirlenen ses kayıtlarının genlik ve yoğunluk değerlerinin eş özellikli olması gerekmektedir. Örneğin, bir ses kaydı 60 dB değerindeyken, diğer kayıt 80 dB olmamalıdır. Bu durumda, ses yüksekliği farklılaşan ses kayıtları, aynı genlik ve yoğunluk değerlerini taşımadığı için çaprazlama işlemi sırasında sesin doğal özelliği bozulmaktadır.
- iii. Ses perdesi, ses kalitesi, genlik, süre gibi değerler büyük oranda eş özellikte kaydedilmiş olmalıdır. Bu durumda, farklı bir laboratuvar ortamında kaydedilen ses kayıtlarının çaprazlama işlemi gerçekleştirilememektedir.
- iv. Çaprazlama noktası belirlenmeli ve sıfır geçiş noktası genliğe dayalı olarak ayarlanmalıdır. Şaklama sesinin oluşması durumunda ses kaydının doğallığı ortadan kalkacağı için sıfır geçiş noktaları milisaniyelik değerlerle ayarlanmalıdır.

Bir önceki bölümde belirtildiği gibi, spektrogramların (Hz) ile ölçülen dikey düzlemleri temel sıklık ve formant değerlerini, (ms) ile ölçülen yatay düzlemleri ise sesletim sürelerini göstermektedir. Bu araştırma kapsamında, spektrogramın bu temel iki akustik değıştirgenleri sesbilimsel ve istatistiksel çerçevede yorumlanmaktadır. Bu kapsamda, aşağıda Şekil 4'te Praat 5.2 Ses Çözümleme Programı (Boersma ve Weenink, 2010) kullanılarak gerçekleştirilen ÇBU örnekleri sunulmaktadır. Bekâr (2016)'dan alınan bu örneklerde, işitsel uyarın çaprazlama sırasında akustik çözümleme sesletim süresi (ms) ve temel sıklık (Hz) değerleri çerçevesinde incelenmiş ve tümcedeki bütün AÖ'lerin toplam sesletim süreleri ve temel sıklık değerleri hesaplanmıştır.

İşitsel uyarının çaprazlama işlemi sırasında, çaprazlanmaya hazır hale getirilen ses kayıtlarının sıfır geçiş noktaları, PRAAT 5.2 Ses Çözümleme Programı kullanılarak sabit tutulmakta ve sıfır geçiş noktalarının genlik ve

yoğunluk değerleri belirlenmektedir. Çaprazlama sırasında karışıklık oluşmaması için her bir ses kaydına ait ayrı kodlarla adlandırılan kayıt dosyaları oluşturulması önerilmektedir. Bu araştırmada tartışılacak olan işitsel uyaranlar, Türkçede eylem-sonu konumunda bürün-sözdizim etkileşimini araştıran ve aynı özellikte oluşturulan iki ayrı deney setinden alınmıştır. Eylem-sonu konumunda deney koşulları bürünsel özellikleri çerçevesinde ikiye bölütlenmiştir. Buna göre, ilk çaprazlama grubu bürünsel bozulma koşulu ve bürün-sözdizim bozulması koşulu; ikinci grup ise dilbilgisel koşul ve sözdizim bozulması koşulu biçiminde sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmanın temel nedeni, bürünsel açıdan eylem-öncesi konumundaki A'lerin benzer özellikleri taşıyor olmasıdır. Bekâr (2016)'da belirtildiği gibi, örneğin bürünsel ve sözdizim açıdan düzgün olarak tanımlanan Dilbilgisel koşulu gösteren [Kapıcı [BAHÇEDE ODAK] ırpıtı [kilim-i Kritik A]] tmcesiyile, Sözdizim Bozulması koşulunu taşıyan [Kapıcı [BAHÇEDE ODAK] ırpıtı [kilim-e Kritik A]] tümcesi bürünsel açıdan benzer özelliklere sahiptir. Bu tümcelerin doğal ses kaydına dönüştürülmesi sırasında kritik sözcüğün sesletimine kadar eylem-öncesi konumlarının sabit kalabilmesi için Dilbilgisel koşuldaki kritik A tümceden çıkarılmıştır. Bu koşul, eylem-öncesi (a) ve eylem-sonu kritik A's (b) biçiminde iki ayrı dosyaya kodlanarak kaydedilmiştir. Benzer işlem, Sözdizim Bozulması gösteren koşuldaki tümce için de eylem-öncesi (a) ve eylem-sonu kritik A's (b) olarak gerçekleştirilmiştir. Ardından, Sözdizim Bozulması koşulundaki tümcenin kritik A's ile Dilbilgisel koşuldaki tümcenin eylem-öncesi konumu sıfır geçiş noktaları çerçevesinde birbirine sabitlenerek aprazlanmıştır. İşitsel uyaran setinin ikinci çaprazlama grubu Bürün Bozulması koşulu [Kapıcı bahçede ırpıtı [KİLİM-İ Kritik A]] ve Bürün-Sözdizim Bozulması koşulu [Kapıcı bahçede ırpıtı [KİLİM-E Kritik A]] için de benzer bir BU yöntemi uygulanmıştır. Böylelikle her ikii işitsel uyaran grubunun kritik A'leri hem biten ezgi ile eylem-sonu konumunda üretilmiş, hem de tümcelerin eylem-öncesi konumları aynı fiziksel özellikleri taşıyor hale getirildiği için katılımcıların dikkat odağı yalnızca kritik A'ler üzerinde tutulmuştur. İşitsel uyaranların çaprazlanması işlemleri tamamlandığında ise, bütün ses kayıtları genlik, yoğunluk, sesletim süreleri, temel sıklık değerleri açısından ayrı ayrı kontrol edilmiş ve tüm kayıtlar şaklama, tıklama sesinin olmamasına özellikle zen gösterilmiştir.

4 Uygulama

4.1 Akustik Analiz

Deneylerin akustik ses kayıt işlemleri anadili Türkçe olan bir kadın uzman tarafından Ankara Üniversitesi Beyin Araştırmaları Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde bulunan Dilbilim Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Ses

kayıtları, Shure Beta dinamik mikrofon kullanılarak 44.100 örnekleme oranı ve 16 bit çözünürlükte PCM.wav formatında Adobe Audition Pro ve PRAAT 5.2 Ses Analizi programlarında kaydedilmiş ve çözümlenmiştir. Her iki deneyin de işitsel uyarılarının EEG deneylerinde kullanılabilmesi için MatLab yazılımının Psych araç kutusu kullanılmıştır. İşitsel Uyarı Seti (1)'de yukarıdaki bölümlerde sözü edilen ÇBU yöntemi kullanılmadan kaydedilen doğal ses kaydı üzerinde akustik çözümlene gerçekleştirilmiştir. İşitsel Uyarı Seti (2)'de ise, MatLab yazılımına işitsel uyarılar kaydedilmeden önce akustik önışlemelemeden geçirilmiş ve çaprazlama işlemi uygulanmıştır. Bu işlemelemin ardından ses kayıtları MatLab'ın araç kutusunda EEG deneylerinde kullanıma hazır hale getirilmiştir.

EEG deneylerine başlamadan, işitsel uyarı setleri hem akustik hem de istatistiksel çerçevede çözümlenmiş ve uyarı setlerinin EEG deneylerine uygun olarak hazırlanıp hazırlanmadığı sınanmıştır. Bu çözümlene sırasında tüm deney tümceleri tümce-başı, eylem-öncesi, eylem ve eylem-sonu konumlarındaki temel sıklık (Hz) ve sesletim süresi (ms) değerleri açısından deney koşullarına göre SPSS istatistiksel analiz yazılımı aracılığıyla karşılaştırılmıştır.⁶

4.2 İstatistiksel Analiz

Deneylerin istatistiksel çözümlenmesi için SPSS 18.0 Yazılımı kullanılmış, davranışsal veri ve akustik çözümlene için farklı istatistiksel çözümlene yöntemlerine başvurulmuştur. Buna göre, EEG deneyleri sırasında MatLab Yazılımı aracılığıyla çevrimiçi olarak toplanan davranışsal veriler parametrik olmayan çok yönlü Friedman S Testi çerçevesinde analiz edilmiştir. Friedman S Testi parametrik olmayan verileri çözümlene amacıyla uygulanan bir yöntemdir. Bununla birlikte, yukarıdaki bölümde sunulan deney koşulları (*Dilbigisel Koşul*, *Bürün Bozulması Koşulu*, *Sözdizim Bozulması Koşulu*, *Bürün-Sözdizim Bozulması Koşulu*) arasındaki temel anlamlılık seviyelerinin belirlenebilmesi için çift yönlü Wilcoxon Testi uygulanmıştır. Buna göre, birbirine bağımlı iki koşulun aynı dağılımsal görünümüleri gösterip göstermediğini ortaya konabilmektedir.

EEG deneyleri sırasında sunulan işitsel uyarıların akustik çözümlenmeleri için ise deney koşulları arasındaki anlamlılık seviyelerini ve koşul ortalamaları arasında temel bir farklılık olup olmadığını ortaya koyabilmek

⁶ Akustik çözümlenmeler sırasında aynı zamanda deney tümcelerini oluşturan her bir öbeğin başlangıç noktaları ve kritik AÖ'nün seslem başlangıçları da belirlenmiştir. Ancak bu işlemele doğrudan MatLab Yazılımında EEG deneyleri için tetik kodlarının hazırlanması aşamasıyla ilişkili olduğu için bu çalışmada söz edilmeyecektir. Bu konuda ayrıntılı bilgi için bkz. Bekâr (2016).

amacıyla Bağımsız Örneklem T-Testi (Independent Samples T-Test) uygulanmıştır. Bütün istatistiksel çözümlenmelerde anlamlılık değeri $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir.

5 Bulgular

5.1 İşitsel Uyarıların Çözümlemesi

EEG deneylerinde MatLab yazılımının Psych araç kutusu kullanılarak sunulan işitsel uyarılar, deneylerden önce istatistiksel olarak çözümlenmiştir. Sesletim süresi (ms) ve temel sıklık (Hz) değeri açısından incelenen işitsel uyarılar, aşağıda sunulan tablo ve şekillerde İşitsel Uyarı Seti (1) ve İşitsel Uyarı Seti (2)'ye ilişkin setler çerçevesinde yorumlanmaktadır. Her iki deneyde de, akustik inceleme iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk olarak akustik analizde değerlendirilecek değiştirgenler PRAAT 5.2 Ses Analizi Yazılımında sayısal olarak sesletim süreleri ve temel sıklık değeri açısından hesaplanmaya hazır hale getirilmiştir. Bunun ardından, deney tümcelerinin her biri tümcedeki konumları açısından tümce-başı, eylem-öncesi, eylem ve eylem-sonu biçiminde dört ayrı konumda incelenmiştir.⁷ Bu aşama tamamlandıktan sonra, veriler SPSS İstatistiksel Analiz Programında deney koşulları arasındaki farklılığı gözlemek amacıyla Bağımsız Örneklem T-Testi ile değerlendirilmiştir. Buna göre, işitsel uyarılar KOŞUL [(Dilbilgisel Koşul, Bütün Bozulması Koşulu, Sözdizim Bozulması Koşulu, Bütün-Sözdizim Bozulması Koşulu)], KONUM [(tümce-başı, eylem-öncesi, eylem, eylem-sonu)] ve DEĞİŐTİRGEN [(temel sıklık, sesletim süresi)] olmak üzere kendi içinde üç aşamalı olarak çözümlenmiştir.

5.1.1 Sesletim Sürelerinin (ms) İstatistiksel Değerlendirmesi

Bu bölümde, İşitsel Uyarı Seti (1) ve İşitsel Uyarı Seti (2)'ye ait işitsel uyarıların deney koşulları ve tümcedeki sözdizimsel konumları arasında sesletim sürelerine (ms) dayalı olarak oluşan Bağımsız Örneklem T-Testi bulguları ayrıntılı olarak sunulmaktadır. Aşağıda Tablo 2'de sunulan İşitsel Uyarı Seti (1)'in işitsel uyarılarına ait *tümce-başı konumunda* tüm deney koşullarına ilişkin *t* değeri ve ortalamalar, [Dilbilgisel (Ort.=0.48) × Bütün Bozulması (Ort.=0.47) > ($t_{0,05;98}=1.25$), Dilbilgisel × Sözdizim Bozulması (Ort.=0.47) > ($t=1.07$), Dilbilgisel × Bütün-Sözdizim Bozulması (Ort.=0.46) > ($t=1.58$) değeri; *eylem-öncesi konumunda* Dilbilgisel (Ort.=0.53) × Bütün

⁷ Bu süreçte, birimlerin tek tek sözcük başlangıç süreleri de ayrıntılı olarak hesaplanmıştır. Ancak bu veriler EEG deneylerine ilişkin uyarıların tetik kodları için gerekli olduğundan bu çalışma kapsamında söz edilmemektedir.

Bozulması (Ort.=0.50) > (t=1.91), Dilbilgisel × Sözdizim Bozulması (Ort.=0.51) > (t=1.56), Dilbilgisel × Bürün-Sözdizim Bozulması (Ort.=0.52) > (t=9.83) değerinde; *eylem konumunda* Dilbilgisel (Ort.=0.48) × Bürün Bozulması (Ort.=0.50) > (t=1.73), Dilbilgisel × Sözdizim Bozulması (Ort.=0.47) > (t=1.01), Dilbilgisel × Bürün-Sözdizim Bozulması (Ort.=0.49) > (t=1.07) değerinde ve son olarak *eylem-sonu konumunda* Dilbilgisel (Ort.=0.54) × Bürün Bozulması (Ort.=0.56) > (t=2.59), Dilbilgisel × Sözdizim Bozulması (Ort.=0.52) > (t=1.12), Dilbilgisel × Bürün-Sözdizim Bozulması (Ort.=0.56) > (t=2.92) değerindedir.

Tablo 2. İşitsel Uyarın Seti (1)'e ilişkin sesletim sürelerinin istatistiksel değerleri

Deney Koşulları	Tümce-Baş		Eylem-Öncesi		Eylem		Eylem-Sonu	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Bürün Bozulması	0.770	>.05	0.941	>.05	0.375	>.05	0.000	>.05
Dilbilgisel Sözdizim Bozulması	0.000	>.05	1.828	>.05	0.358	>.05	0.024	>.05
Bürün-Sözdizim Bozulması	0.026	>.05	0.834	>.05	0.043	>.05	0.678	<.05

Tablo 3'te sunulan İşitsel Uyarın Seti (2)'nin işitsel uyarınlarına ait *tümce-baş* konumunda tüm deney koşullarına ilişkin t değerleri ve ortalamalar, Dilbilgisel için (Ort.=0.37) × Bürün Bozulması (Ort.=0.36) > ($t_{0.05;98}=0.66$), Dilbilgisel × Sözdizim Bozulması (Ort.=0.37) > (t=0.00), Dilbilgisel × Bürün-Sözdizim Bozulması (Ort.=0.36) > (t=0.70) değerinde; *eylem-öncesi konumunda* Dilbilgisel (Ort.=0.41) × Bürün Bozulması (Ort.=0.40) > (t=1.32), Dilbilgisel × Sözdizim Bozulması (Ort.=0.41) > (t=0.08), Dilbilgisel × Bürün-Sözdizim Bozulması (Ort.=0.40) > (t=0.00) değerinde; *eylem konumunda* Dilbilgisel (Ort.=0.36) × Bürün Bozulması (Ort.=0.38) > (t=2.10), Dilbilgisel × Sözdizim Bozulması (Ort.=0.36) > (t=0.02), Dilbilgisel × Bürün-Sözdizim Bozulması (Ort.=0.38) > (t=2.05) değerinde; *eylem-sonu konumunda* Dilbilgisel (Ort.=0.42) × Bürün Bozulması (Ort.=0.48) > (t=5.64), Dilbilgisel × Sözdizim Bozulması (Ort.=0.44) > (t=2.32), Dilbilgisel × Bürün-Sözdizim Bozulması (Ort.=0.48) > (t=5.87) değerindedir.

Tablo 3. İşitsel Uyarın Seti (2)'ye ilişkin sesletim sürelerinin istatistiksel değerleri

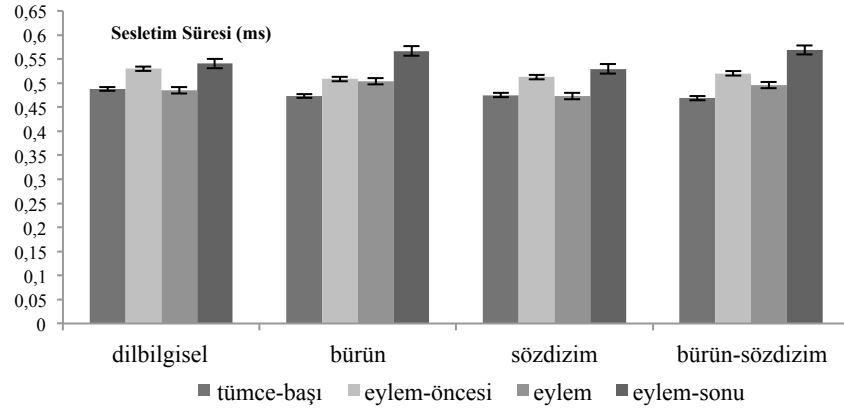
Deney Koşulları	Tümce-Başı		Eylem-Öncesi		Eylem		Eylem-Sonu	
	F	p	F	p	F	p	F	p
<i>Bürün Bozulması</i>	0.057	>.05	0.003	>.05	0.946	<.05	4.316	<.05
<i>Sözdizim Bozulması</i>	0.000	>.05	0.020	>.05	0.050	>.05	0.194	<.05
<i>Bürün-Sözdizim Bozulması</i>	0.054	>.05	0.000	>.05	1,422	<.05	0.768	<.05

İşitsel Uyarın Seti (1) ve İşitsel Uyarın Seti (2)'nin işitsel uyarınlarına ait sesletim sürelerinin istatistiksel farklılıklarının sunulduğu Tablo 2 ve Tablo 3'te koşullara ait dağılımsal farklılıklar ortaya konulmaktadır. Odaklanmanın sesletim süresini değiştirebilmesi nedeniyle, özellikle bürünsel bozulma ve bürün-sözdizim bozulması içeren koşullarla, dilbilgisel ve sözdizimsel bozulma koşulları arasında istatistiksel bir anlamlılık oluşması beklenmektedir. Buna göre, tamamen doğal konuşma kayıtlarından ve işitsel uyarındaki bütün deney tümcelerinin ayrı ayrı sesletildiği İşitsel Uyarın Seti (1)'e ait sesletim süresi karşılaştırmasında hiçbir birim arasında anlamlı bir farklılık oluşmadığı dikkat çekmektedir. Ancak deney koşulları arasında bürün bozulması ve bürün-sözdizim bozulması koşullarında eylem-sonu konumlarındaki AÖ'lerin, diğer deney koşullarındaki AÖ'lere göre daha baskın bir şekilde sesletilmesi beklenildiğinden, sesletim süreleri arasında bir anlamlılık oluşması gerekmektedir. Bu durumda, İşitsel Uyarın Seti (1)'in işitsel uyarınlarının hep aynı uzunlukta sesletildiği görülmektedir. Öte yandan, ÇBU yönteminin kullanıldığı İşitsel Uyarın Seti (2)'nin işitsel uyarınlarına ait tümcedeki birimler ve deney koşulları arasında ise belirgin bir anlamlılık oluştuğu gözlemlenmektedir. Elde edilen bu bulgular oluşması beklenildiği gibi, bürünsel bozulma, sözdizimsel bozulma ve bürün-sözdizim bozulması koşulları ile dilbilgisel koşul arasında anlamlı görünmektedir. Benzer şekilde eylem-sonunun hemen öncesinde eylem üzerinde de özellikle bürünsel bozulmanın yer aldığı koşullarda ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla, eylem-sonu konumunda gerçekleştirilen bürünsel bozulmayı oluşturan AÖ'lerin yerinde bir biçimde oluşturulduğu ve işitsel uyarınlarla deney koşulları arasında dengeli bir süre farklılığı oluştuğu, her koşulun dilbilimsel amacına uygun olarak katılımcıya sunulmaya hazır hale getirildiği göze çarpmaktadır. Tablo 4'te ve Tablo 5'te ise, sesletim süresi ve deney koşullarının tümcedeki konumlarla arasındaki

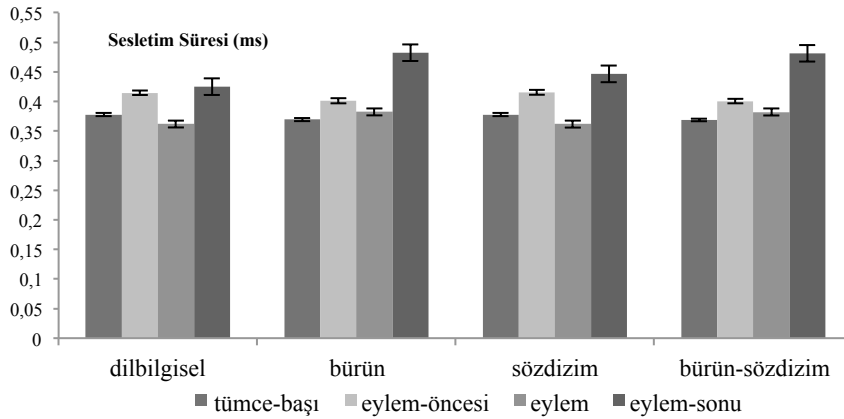
dağılımsal örüntüyü gösteren ortalama ve standart yanlış oranları aşağıda sunulmaktadır.

Tablo 4'te ve Tablo 5'te sunulan ortalama değerler ve standart yanlış oranlarından da açıkça gözlemleneceği gibi, İşitsel Uyarın Seti (1)'in işitsel uyarınlarının daha düzensiz, ancak İşitsel Uyarın Seti (2)'nin işitsel uyarınlarının buna nazaran daha dengeli bir dağılım gösterdiği görülmektedir.

Tablo 4. İşitsel Uyarın Seti (1)'e ilişkin sesletim sürelerinin ortalama ve standart yanlış oranları



Tablo 5. İşitsel Uyarın Seti (2)'ye ilişkin sesletim sürelerinin ortalama ve standart yanlış oranları



5.1.2 Temel Sıklık (Hz) Değerlerinin İstatistiksel Değerlendirmesi

İşitsel Uyarın Seti (1) ve İşitsel Uyarın Seti (2)'ye ait işitsel uyarınların deney koşulları ve tümcedeki sözdizimsel konumları arasındaki temel sıklık farklılıklarını gösteren Bağımsız Örneklem T-Testi bulguları göre, ilk olarak aşağıda Tablo 6'da sunulan İşitsel Uyarın Seti (1)'in işitsel uyarınlarına ait *tümce-başı konumunda* tüm deney koşullarına ilişkin t değerleri ve ortalamalar, Dilbilgisel (Ort.=187.42) × Bürün Bozulması (Ort.=161.15) > ($t_{0,05;98}=8.63$), Dilbilgisel × Sözdizim Bozulması (Ort.=171.79) > ($t=5.32$), Dilbilgisel × Bürün-Sözdizim Bozulması (Ort.=157.34) > ($t=9.46$) değerinde; *eylem-öncesi konumunda* Dilbilgisel (Ort.=180.45) × Bürün Bozulması (Ort.=155.50) > ($t=5.95$), Dilbilgisel × Sözdizim Bozulması (Ort.=171.18) > ($t=2.90$), Dilbilgisel × Bürün-Sözdizim Bozulması (Ort.=152.37) > ($t=9.05$) değerinde; *eylem konumunda* Dilbilgisel için (Ort.=125.84) × Bürün Bozulması (Ort.=150.97) > ($t=9.38$), Dilbilgisel × Sözdizim Bozulması (Ort.=123.47) > ($t=1.01$), Dilbilgisel × Bürün-Sözdizim Bozulması (Ort.=145.06) > ($t=8.12$) ve *eylem-sonu konumunda* Dilbilgisel (Ort.=100.65) × Bürün Bozulması (Ort.=131.49) > ($t=19.49$), Dilbilgisel × Sözdizim Bozulması (Ort.=100.95) > ($t=0.18$), Dilbilgisel × Bürün-Sözdizim Bozulması (Ort.=124.88) > ($t=15.38$) değerindedir.

Tablo 6. İşitsel Uyarın Seti (1)'e ilişkin temel sıklık değerlerinin istatistiksel değerleri

Deney Koşulları	Tümce-Başı		Eylem-Öncesi		Eylem		Eylem-Sonu		
	F	p	F	p	F	p	F	p	
Dilbilgisel	Bürün Bozulması	7.402	<.05	0.419	>.05	1.096	>.05	0.079	>.05
	Sözdizim Bozulması	10.621	<.05	3.527	>.05	0.817	>.05	0.178	>.05
	Bürün-Sözdizim Bozulması	2.920	>.05	5.820	<.05	0.815	>.05	0.075	>.05

İşitsel Uyarın Seti (2)'de *tümce-başı konumunda* tüm deney koşullarına ilişkin t değerleri ve ortalamalar, Dilbilgisel (Ort.=241.75) × Bürün Bozulması (Ort.=232.35) > ($t_{0,05;98}=2.89$), Dilbilgisel × Sözdizim Bozulması (Ort.=241.75) > ($t=0.00$), Dilbilgisel × Bürün-Sözdizim Bozulması (Ort.=232.48) > ($t=2.86$) değerinde; *eylem-öncesi konumunda* Dilbilgisel (Ort.=238.36) × Bürün Bozulması (Ort.=243.68) > ($t=1.83$), Dilbilgisel × Sözdizim Bozulması (Ort.=237.61) > ($t=0.29$), Dilbilgisel × Bürün-Sözdizim Bozulması (Ort.=243.36) > ($t=1.72$) değerinde; *eylem konumunda* Dilbilgisel

(Ort.=176.87) × Bürün Bozulması (Ort.=190.75) > (t=3.91), Dilbilgisel × Sözdizim Bozulması (Ort=177.35) > (t=0.24), Dilbilgisel × Bürün-Sözdizim Bozulması (Ort.=192.11) > (t=4.12) değerinde; *eylem-sonu* konumunda Dilbilgisel (Ort.=154.49) × Bürün Bozulması (Ort.=180.24) > (t=11.95), Dilbilgisel × Sözdizim Bozulması (Ort=155.67) > (t=0.95), Dilbilgisel × Bürün-Sözdizim Bozulması (Ort.=174.16) > (t=9.53) değerindedir.

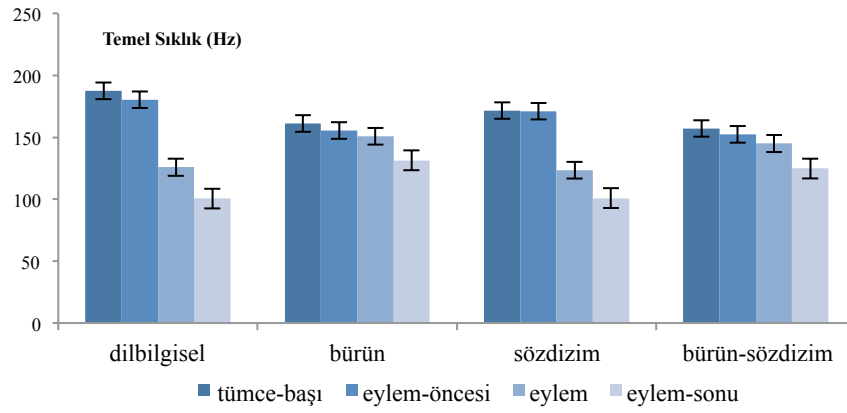
Tablo 7. İşitsel Uyarın Seti (2)'ye ilişkin temel sıklık değerlerinin istatistiksel değerleri

Deney Koşulları	Tümce-Başı		Eylem-Öncesi		Eylem		Eylem-Sonu	
	F	p	F	p	F	p	F	p
<i>Bürün Bozulması</i>	0.415	<.05	2.212	>.05	32.201	<.001	16.134	<.001
<i>Sözdizim Bozulması</i>	0.000	>.05	0.045	>.05	0.183	>.05	0.023	>.05
<i>Bürün-Sözdizim Bozulması</i>	0.252	<.05	2.708	>.05	40.588	<.001	22.351	<.001

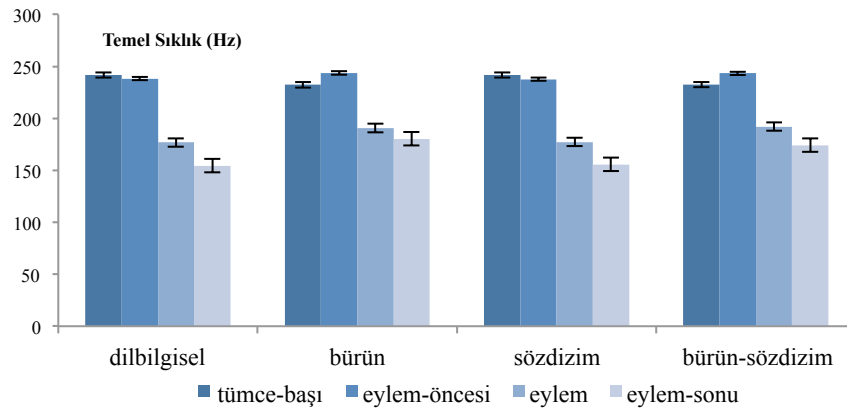
Deney koşullarının birbirinden farklı olmasını sağlayan en temel akustik değiştirgenlerden biri Beckman (1996)'da belirtildiği gibi, temel sıklık değeridir. Bir önceki bölümde sesletim süreleri arasında çok keskin olmasa da, işitsel uyarınların oluşturulma yönteminden ötürü, özellikle İşitsel Uyarın Seti (1)'de koşulların birbirinden farklı olduğunu belirten bir anlamlılık değerine ulaşılmadığı görülmüştür. Benzer durum, Tablo 7'de sunulan işitsel uyarınların temel sıklık değerlerine ait istatistiksel bulgularda da açıkça ortaya konmaktadır. Odaklamanın koşullar arasında farklılığını gösteren temel sıklık değeri, Tablo 6'da yalnızca tümce-başı konumunda bürün bozulma ve sözdizimsel bozulma koşullarında ve eylem-öncesi konumunda bürünsel ve sözdizimsel bozulma koşulunda düşük oranda bir farklılık oluşturmaktadır. Ancak bu durum, bürünsel bozulmanın temelde görülmesi beklenen eylem ya eylem-sonu konumlarında herhangi bir değişim sunmamaktadır. Elde edilen bu bulgular İşitsel Uyarın Seti (1)'e ait işitsel uyarınlar arasındaki bürünsel farklılığın anlaşılabilirliğini yüksek oranda zayıflatmaktadır. Öte yandan, ÇBU yöntemi ile oluşturulan İşitsel Uyarın Seti (2)'ye ait işitsel uyarınların temel sıklık değerleri incelendiğinde, olması beklenildiği gibi, eylem-öncesi konumunda herhangi bir farklılık oluşmaması ve bürünsel bozulmanın gerçekleştiği eylem-sonu konumunda yüksek oranda bir farklılık olması dikkate değer bir bulgudur. Bu durumda, işitsel uyarınların bürünsel bozulma içeren koşullarla bürünsel bozulma içermeyen koşullar arasında istatistiksel olarak

anlamalı bir şekilde dağıldığı ve katılımcıların deneydeki sesbilimsel farklılıkları açıkça fark edebilmesine zemin hazırlandığı görölmektedir. Benzer dağılımsal farklılık aşağıda Tablo 8'deki İşitsel Uyarın Seti (1)'e ait işitsel uyarılarda ve Tablo 9'daki ÇBU yöntemi ile oluşturulan İşitsel Uyarın Seti (2)'ye ait işitsel uyarıların deney koşulları ve tümcedeki konumlar arasındaki farklılıklarından açıkça görölebilmektedir.

Tablo 8. İşitsel Uyarın Seti (1)'e ilişkin temel sıklık değerlerinin ortalama ve standart yanlış oranları



Tablo 9. İşitsel Uyarın Seti (2)'ye ilişkin temel sıklık değerlerinin ortalama ve standart yanlış oranları



6 ÇBU Yönteminin Süreç-Dışı ve Süreç-İçi Bulgulara Etkisi

Bu bölümde, ÇBU yönteminin uygulandığı EEG deneyine ait süreç-dışı bulguların yorumlandığı davranışsal veri analizleri ve süreç-İçi EEG bulgularının olaya ilişkin beyin potansiyelleri üzerinde durulmaktadır. Bu kapsamda öncelikli olarak, aşağıda işitsel uyaran setleri kullanılarak gerçekleştirilen EEG deneylerine ilişkin deney yöntemleri sunulduktan sonra, süreç-dışı ve süreç-İçi bulguların ÇBU yöntemine göre nasıl bir değişim gösterdiği tartışılacaktır.

6.1 EEG Deneylerinin Hazırlanması

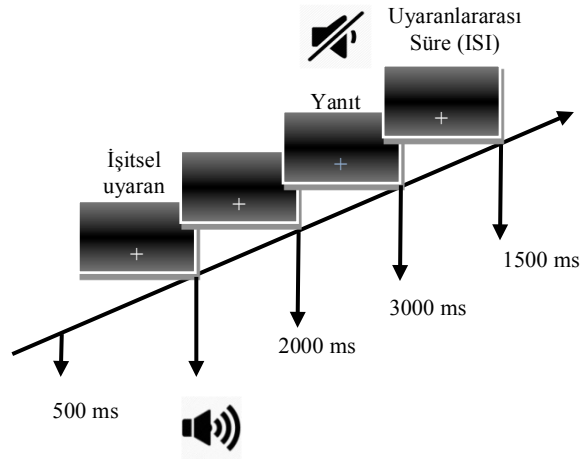
Yukarıdaki bölümlerde belirtilen işitsel uyaranların kullanıldığı EEG deneyleri, Ankara Üniversitesi Beyin Araştırmaları Uygulama ve Araştırma Merkezi'ndeki EEG Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. İşitsel Uyaran Seti (1) ile kurulmuş olan Deney (1)'e 18 gönüllü katılımcı (10 kadın, 8 erkek ~ 28.2 yaş ortalaması) alınmış, İşitsel Uyaran Seti (2) ile oluşturulan Deney (2)'ye ise 29 gönüllü katılımcı (26 kadın, 14 erkek ~ 23.1 yaş ortalaması) alınmıştır. Anadilleri Türkçe olan tüm katılımcılar 18-35 yaş aralığında, nörolojik ya da psikiyatrik bir sorunu olmayan, işitme ya da ileri düzeyde görme kaybı olmayan, en az yüksek öğretim düzeyinde öğrenim görmüş sağ el baskını bireylerden oluşmaktadır.

İşitsel uyaranlardan oluşan 2×2 deney desenindeki toplam 300 tümcenin 200'ü deney, 100'ü dolgu tümcelerinden oluşmaktadır. Her deney koşulunda toplam 50'şer tümce bulunmaktadır. Çözümlemeler sırasında deney tümceleri 50'şer tümcelik setler halinde karşılaştırılmıştır. Ancak deneyde kullanılan bütün tümceler arasında bir denge sağlanması gerektiğinden dolgu tümceleri deneydeki Dilbilgisel Koşul ile aynı biçimde oluşturulmuştur. Bu durumda deney sırasında katılımcılar toplam 150 düzgün tümce (*Dilbilgisel Koşul ve dolgu tümceleri*) ve 150 bozuk tümce (*Bürün Bozulması Koşulu, Sözdizim Bozulması Koşulu, Bürün-Sözdizim Bozulması Koşulu*) işitmiştir.

Her iki araştırmanın da sesel uyaranları, işitsel teknik kullanılarak Psych araç kutusu ile MatLab Yazılımında hazırlanmıştır. Koyu siyah zemin üzerinde ekrana yansıtılan fiksasyon (artı işareti) aracılığıyla sunulan deneylerde beyaz ve açık mavi olmak üzere iki ayrı fiksasyon tercih edilmiştir. Katılımcıdan deney tümcelerini dinlerken beyaz fiksasyona, yanıt ekranı çıktığında ise açık mavi fiksasyona dikkatlice bakması istenmiştir. Uyaran ekranına yaklaşık 70 cm uzaklıkta oturtulan tüm katılımcılara işitsel uyaran Senheisser model profesyonel kulaklık ile dinletilmiş ve katılımcıları mouse aracılığıyla tümcelere yanıt vermeleri istenmiştir.

Temel deneyler başlamadan önce her iki araştırmada da katılımcılardan 10 tümcelik rastlantısal alıştırma deneyi yapmaları istenmiştir. Bunun ardından katılımcıların deneyleri algılama seviyesi kontrol edilerek, temel deneyler

başlatılmıştır. 300 tümceden oluşan temel deneylerde toplam 5 adet eşit uzun dinlenim arası kullanılmış, deneyler yaklaşık 60 dakikada tamamlanmıştır. İşitsel uyarın başladığı sırada, Şekil 4'te görüleceği gibi, koyu siyah zeminli ekranın orta kısmına 500 ms süresince beyaz fiksasyon verilmiş ve bu srenin sonunda katılımcılara işitsel uyarın sunulmuştur. Uyarın 1500 ms içinde bitmiş ve bu srenin bitmesinden 2000 ms sonrasına kadar ekranda beyaz fiksasyon işareti tutulmuştur. Bu sırada ekrana pr dikkat bakması istenen katılımcıya 3000 ms süre boyunca ekranda duracak olan yanıt fiksasyonu, başka deyişle açık mavi fiksasyon sunulmuştur. Katılımcı bu sırada duyduğu tümce dilbilgisel olarak kabuledilebilir ise mouse kullanarak sol tuşa, tümce bozursa sağ tuşa basmıştır. Bu srenin sonunda ise, EEG deneylerinde kullanılan uluslararası uyarınlararası 1500 ms'lik süre (interstimulus interval) verilmiş ve bir sonraki işitsel uyarına geçilmiştir. Bu Şekilde toplam 300 tümcelik deney ve dolgu uyarınları rastlantısal olarak katılımcılara aynı prosedür çerçevesinde sunulmuştur.



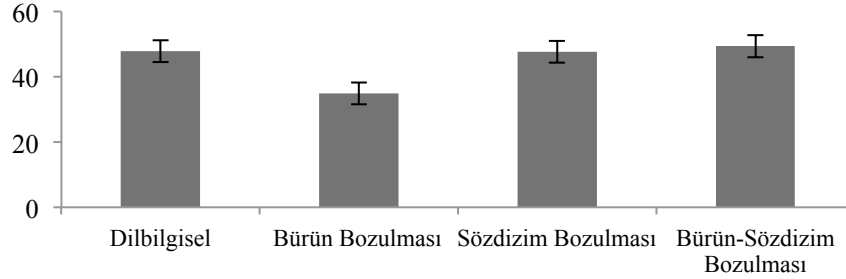
Şekil 4. İşitsel uyarın prosedürü

6.2 BU Yönteminin Süreç-Dışı (Davranışsal) Bulgulara Etkisi

İşitsel uyarın setlerinin davranışsal verilerine ait istatistiksel analizler için parametrik olmayan dört yönlü Friedman S Testi kullanılmıştır. Bu aşamada başlangıçta deney koşulları (*Dilbilgisel Koşul*, *Bürün Bozulması Koşulu*, *Sözdizim Bozulması Koşulu*, *Bürün-Sözdizim Bozulması Koşulu*) arasındaki temel anlamlılık seviyeleri belirlenmiş, ardından da birbirine dilbilimsel açıdan yakınlık gösteren iki koşulun aynı dağılımsallık seviyesini taşıyıp taşımadığının belirlenmesi amacıyla iki yönlü Wilcoxon Testi uygulanmıştır. Aşağıda Tablo

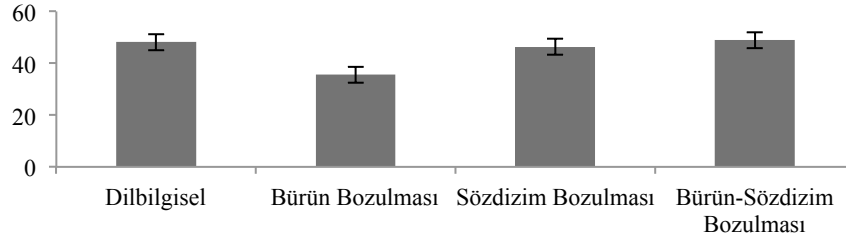
10'da İşitsel Uyarın Seti (1)'e, Tablo 11'de ise ÇBU Yöntemi ile oluşturulan İşitsel Uyarın Seti (2)'ye ilişkin davranışsal verilerin istatistiksel görünümüleri sunulmaktadır.

Tablo 10. İşitsel Uyarın Seti (1)'e ilişkin davranışsal ortalamalar ve standart yanlış oranları



Tablo 10'da sunulan koşullar arasındaki anlamlılığı gösteren Friedman S Testi sonuçlarına göre $X^2(3) = 30.283$, $p < 0.00$ düzeyinde tüm koşullar arasında yüksek oranda bir farklılık olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak, dilbilimsel açıdan bozulma görülmeyen ve *sabit koşul* (baseline condition) olarak görülen *Dilbilgisel koşulun* diğer koşullarla arasındaki dağılımsal farklılığını gösteren Wilcoxon Testi sonuçlarına göre şu şekilde bir anlamlılık düzeyi ortaya çıkmaktadır: Dilbilgisel Koşul \times Bűrün Bozulması Koşulu ($Z=3.152$, $p < 0.05$), Dilbilgisel Koşul \times Sözdizim Bozulması Koşulu ($Z=0.794$, $p > 0.05$), Dilbilgisel Koşul \times Bűrün-Sözdizim Bozulması Koşulu ($Z=2.239$, $p < 0.05$). Bununla birlikte, dört deney koşuluna ilişkin standart yanlış oranları ise şu şekildedir: *Dilbilgisel Koşul* (Ortalama=47.83, SD=2.89), *Bűrün Bozulması Koşulu* (Ortalama=34.88, SD=17.67), *Sözdizim Bozulması Koşulu* (Ortalama=47.66, SD=1.94), *Bűrün-Sözdizim Bozulması Koşulu* (Ortalama=49.33, SD=1.02). Ulaşılan davranışsal veri sonuçları incelendiğinde, deney koşulları arasında bütüncül açıdan yalnızca bürünsel bozulmayı gösteren *Bűrün Bozulması* koşulunda belirgin bir farklılık olduğu, ancak diğer koşullar arasında dikkate değer bir anlamlı farklılık oluşmadığı gözlemlenmektedir.

Tablo 11. İşitsel Uyarın Seti (2)'ye ilişkin davranışsal ortalamalar ve standart yanlış oranları



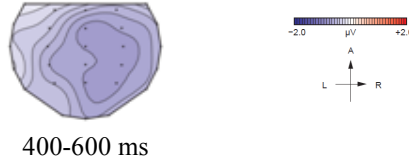
Tablo 11'de İşitsel Uyarın Seti (2)'ye ait bütün koşullar arasındaki istatistiksel sonuçlar Friedman S Testi çerçevesinde incelendiğinde, $X^2(3)=64.126$, $p<0.00$ düzeyinde yüksek oranda bir farklılık oluştuğu görülmektedir. Bu bulgu, koşulların kendi arasındaki dağılımsal düzeylerini ortaya koyan Wilcoxon Testi ağısından deneyin temel koşulu olan Dilbilgisel Kořul'un diğer koşullar arasındaki bağıntısı çerçevesinde incelendiğinde ise ortaya şöyle bir anlamlılık düzeyi çıkmaktadır: Dilbilgisel Kořul \times Bűrün Bozulması Kořulu ($Z=4.570$, $p<0.05$), Dilbilgisel Kořul \times Sözdizim Bozulması Kořulu ($Z=2.719$, $p<0.05$), Dilbilgisel Kořul \times Bűrün-Sözdizim Bozulması Kořulu ($Z=1.781$, $p>0.05$). Tüm deney koşullarına ilişkin standart yanlış oranları ise řu şekildedir: *Dilbilgisel Kořul* (Ortalama=48.13, SD=2.04), *Bűrün Bozulması Kořulu* (Ortalama=35.58, SD=15.02), *Sözdizim Bozulması Kořulu* (Ortalama=46.31, SD=2.01), *Bűrün-Sözdizim Bozulması Kořulu* (Ortalama = 48.93, SD=1.55). ÇBU yönteminin kullanıldığı bu EEG deneyinin davranışsal veri sonuçlarında, bűrünsel bozulma diğer deney koşullarıyla karşılaştırıldığında, İşitsel Uyarın Seti (1)'e ait davranışsal sonuçlara karşı, daha düşük düzeyde anlamlılık oluşturduğu görülmektedir. Bu durum, dil sisteminin beyindeki işlemlenişini inceleyen araştırmalarda sıklıkla karşılaşılan bir durumu göstermektedir. Buna göre, bűrünün çözümlenmesi diğer dilsel bozulmalara göre daha karmaşık bir süreç iğerdiği için, bűrünsel bozulma genellikle daha geđ fark edilmektedir.

6.3 ÇBU Yönteminin Süreç-İçi (EEG) Bulgulara Etkisi

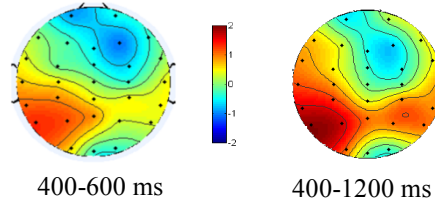
EEG deneylerinden elde edilen olaya ilişkin beyin potansiyelleri bulguları, özellikle bűrün dizgesinin eylem-sonu konumunda bozulması sonucu temel etkisinin incelendiği belirli zaman pencerelerinde (400-600 ms, 500-800 ms ve 400-1200 ms) ÇBU yönteminin kullanılmasının önemini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda ilk olarak, İşitsel Uyarın Seti (1) ile uygulanan Deney (1)'de dilbilgisel koşul ve bűrün bozulması koşulu arasındaki 400-600 ms aralığında oluşması beklenen RAN Etkisinin, İşitsel Uyarın Seti (2) ile uygulanan Deney (2)'de açıkça gözlemlenebildiği görülmektedir. Deney (1)'de bűrünsel

bozulmanın eylem-sonu konumundaki elektrofizyolojik etkisini gösteren RAN Etkisi, Koşul \times İlgili Alanı \times Yarıküre etkileşiminde [$F(2,5)=.441$, $p>0.05$] düzeyinde bir anlamlılık taşımamaktadır. Benzer şekilde bürünsel bozulmaya ilişkin diğer alt istatistiksel bulgularda da Koşul \times İlgili Alanı etkileşiminde [$F(1,2)=.449$, $p>0.05$] ve Koşul \times Yarıküre etkileşiminde [$F(2,5)=.484$, $p>0.05$] açısından herhangi bir anlamlılığın oluşmadığı gözlemlenmiştir. Ancak ÇBU Yönteminin uygulandığı 2. İşitsel Uyarın Testinin kullandığını Deney (2)'ye ait sonuçlarda bürünsel bozulmanın beyindeki elektrofizyolojik etkisi açıkça gözlemlenmektedir. Deney (2)'de RAN Etkisi, Koşul \times İlgili Alanı \times Yarıküre etkileşiminde [$F(2,5)=5.288$, $p=.017$] düzeyinde anlamlılık içermektedir. Öte yandan, dilbilgisel koşul ve bürün bozulması koşulu arasındaki farklılığın incelendiği Koşul \times İlgili Alanı etkileşiminde [$F(1,2)=12.912$, $p=.000$] düzeyinde yüksek anlamlılık elde edilmiştir. Bu durum, aşağıda sunulan EEG topografilerinde de görülebilmektedir. Bununla birlikte, dilbilgisel koşul ve bürünsel koşul arasında 400-1200 ms zaman penceresinde Sol Arka Pozitivite Etkisi olarak Türkçede ilk defa görülen bürünün uzun süreli geç dönem etkisine İşitsel Uyarın Seti (1) ile uygulanan Deney (1)'de ulaşamamış, ancak İşitsel Uyarın Seti (2) ile uygulanan Deney (2)'de bu potansiyel bürünsel bozulma içeren iki ayrı koşulda da belirgin bir anlamlılık oluşturmuştur. Buna göre, dilbilgisel koşul ve bürün bozulması koşulu arasında Koşul \times İlgili Alanı \times Yarıküre etkileşiminde [$F(2,5)=13.428$, $p=.000$] düzeylerinde yüksek anlamlılık değerleri elde edilmiştir. Bu araştırmada ayrıntılı olarak söz edilmeyen, ancak Türkçede bürün dizgesinin beyindeki işleniş süreci açısından özgün nitelikli olan Sol Arka Pozitivite Etkisi, eylem-sonu konumunda oluşan bürünsel bozulmanın beyindeki telafî etkisinin uzun dönemli bir potansiyelle yayıldığını göstermektedir.

Deney (1)



Deney (2)



Şekil 5. Eylem-sonu konumundaki bürünsel bozulmayı gösteren topografilerin Deney (1) ve Deney (2) arasındaki farklılıkları

Dilbilgisel koşul ve sözdizim bozulması koşulu arasında işitsel uyaran setleri açısından oluşan farklılık incelendiğinde ise, işitsel uyaran setlerinin farklı bir yöntemle uygulanmasının olaya ilişkin potansiyel bulgularında belirgin bir farklılığa neden olmadığı gözlemlenmiştir. Buna göre, İşitsel Uyaran Seti (1) ile kurulan Deney (1)'e ait dilbilgisel koşul ve sözdizim koşul farklılığında *Sol Ön Negativite* (Left Anterior Negativity/LAN) Etkisi, Koşul \times İlgi Alanı \times Yarıküre etkileşiminde [$F(2,5)=.547$, $p>0.05$]; Deney (2)'de ise Koşul \times İlgi Alanı \times Yarıküre etkileşiminde [$F(2,5)=.292$, $p>0.05$] düzeyinde anlamlılık farklılık bulgusu göstermemiştir. Bu durum, beklenildiği gibi, süreç-içi çözümlene sırasında sözdizimsel bozulmaların işitsel uyaranların sunulum farklılığından fazla etkilenmediğini göstermektedir⁸.

7 Sonuç

Bu araştırmada EEG tekniği kullanılarak, Türkçede eylem-sonu konumunda bürün-sözdizim etkileşimini inceleyen iki ayrı deneye ait işitsel uyaran setleri, temel sıklık (Hz) ve sesletim süreleri (ms) açısından karşılaştırılarak yorumlanmıştır. İşitsel Uyaran Seti (1)'de ÇBU yönteminin kullanılmadığı ve akustik önişlemeden geçirilmemiş işitsel uyaran seti, İşitsel Uyaran Seti (2)'de Türkçede ilk defa Bekâr (2016)'da sınanmış olan ve ÇBU yöntemiyle hazırlanan deney seti istatistiksel olarak yorumlanmıştır. Elde edilen bulgular, işitsel uyaranlar arasında hem temel sıklık değerleri hem de sesletim süresi değerleri açısından İşitsel Uyaran Seti (1)'deki verilerin, İşitsel Uyaran Seti (2)'deki verilere göre daha orantısız bir görünüm sergilediğini ortaya koymaktadır. KOŞUL [(Dilbilgisel Koşul, Bürün Bozulması Koşulu, Sözdizim Bozulması Koşulu, Bürün-Sözdizim Bozulması Koşulu)], KONUM [(tümcebaşı, eylem-öncesi, eylem, eylem-sonu)] ve DEĐİŐTİRGEN [(temel sıklık, sesletim süresi)] olmak üzere üç açıdan incelenen işitsel uyaranların, İşitsel Uyaran Seti (1)'de bürünsel bozulmaya ilişkin koşullar arasındaki anlaşılabilirlik düzeyini azalttığı göze çarpmaktadır. Bununla birlikte, İşitsel Uyaran Seti (1)'de eylem-öncesi konumlarına ait temel sıklık ve sesletim süresi değerlerinin istatistiksel açıdan İşitsel Uyaran Seti (2)'ye göre daha anlamsız biçimde dağıldığı dikkat çekmektedir. ÇBU yönteminin en önemli noktasını ortaya koyan bu bulgu, katılımcıların sesbilimsel açıdan işitsel uyaranlar arasındaki farklılıkları anlamlandırabilmeleri açısından büyük önem taşımaktadır.

EEG deneylerinin karşılaştırılması sonucunda ulaşılan bulgular, İşitsel Uyaran Seti (1)'de işitsel uyaranı oluşturan söz öbeklerinin odaklama alanını inceleyen temel sıklık değerlerinde dengesiz bir dağılım olduğunu ortaya

⁸ Türkçede eylem-sonu konumunda bürün-sözdizim etkileşimine ilişkin olaya ilişkin potansiyel bulguları hakkında daha ayrıntılı bilgi için bkz. Bekâr (2016).

koymuştur. Ancak akustik önışlemeleden geçirilerek kontrollü bir biçimde katılımcıya sunulan İşitsel Uyarın Seti (2)'de, işitsel uyarınları oluşturan söz öbeklerinin hem sesletim sürelerinde hem de temel sıklık değerlerinde yerinde bir dağılımsallık olduğu göze çarpmaktadır. Bu bulgu, olaya ilişkin beyin potansiyelleriyle çözümlenen süreç-içi EEG verilerine de yansımıştır. Bekâr (2016)'da İşitsel Uyarın Seti (1)'e ait EEG bulguları incelendiğinde, Bürünsel Bozulma koşulu ile Dilbilgisel koşulun karşılaştırılması sonucu, araştırmada hipotezlenen RAN Etkisi bulanık bir örüntü göstermiş ve istatistiksel olarak açıkça ortaya konamamıştır. Ancak, ÇBU yöntemiyle kurulan İşitsel Uyarın Seti (2)'ye ait olaya ilişkin potansiyel bulguları incelendiğinde, Türkçede eylem-sonu konumunda bürünsel bozulma sonucu RAN Etkisi temel etki analizlerinde açıkça gözlenmiştir. Bununla birlikte, aynı uyarın setine ait olaya ilişkin potansiyel bulgularında Türkçede bürün bozulmasının telafi etkisini gösteren Sol Arka Pozitivite Etkisi de ortaya konmuştur. Ancak bu pozitivite etkisine ya da buna benzer bir başka EEG bulgusuna İşitsel Uyarın Seti (1)'de herhangi bir biçimde ulaşlamamıştır.

Öte yandan, süreç-dışı bir teknik olan davranışsal veri analizlerinde, işitsel uyarın setindeki akustik önışleme farklılığının eylem-sonu konumundaki bürünsel bozulma farkındalığını dikkate değer biçimde değıştirmediği dikkat çekmektedir. Bu bulgu, yalnızca motor hareketlerle verilen yanıtları ölçen süreç-dışı verilerle, beyindeki elektrofizyolojik farklılığı ölçen süreç-içi EEG verileri arasında yorumlama açısından önemli bir ayrımın olduğunu da gösterir niteliktedir. Bu durumda, işitsel uyarın setlerindeki akustik önışleme farklılığının süreç-içi beyin görüntüleme teknikleri ile incelendiğinde daha hassas biçimde ortaya konulabildiğı görülmektedir. Bu bulgu, süreç-dışı ve süreç-içi tekniklerle uygulanan araştırmalara ilişkin sonuçların farklılık taşıyabileceğini, süreç-içi tekniklerin en küçük akustik değışimlerden bile etkilenebileceğini ve bu akustik farklılıkların sesbilimsel ve nörodilbilimsel sonuçlara etki edebileceğini açıkça göstermektedir.

Yukarıda sunulan vargılar, Türkçede işitsel teknik kullanılarak oluşturulacak işitsel uyarın setlerinin ÇBU yöntemi gibi akustik önışleme yöntemleriyle oluşturulmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu akustik karşılaştırma araştırmaları, Türkçe üzerine ileride yapılması hedeflenen işitsel tekniğe dayalı uyarın setlerinin hazırlanması sürecinde akustik araçların kullanımının önemini vurgulamaktadır. Temel sıklık ve sesletim süresi gibi temel akustik araçların yerinde kullanımı sonucu, katılımcıların işitsel uyarınlarda yalnızca çözümlenmesi beklenen dilsel alanlara odaklanmaları ve deneyin akışını bozan diğer dilsel alanlardan uzaklaşmaları sağlanmaktadır. Uluslararası alanyazında yukarıdaki bölümlerde de söz edildiğı gibi pek çok araştırmada kullanılan bu akustik çözümlenme yönteminin, Türkçe üzerinde uygulanan sesbilim temelli disiplinlerarası araştırmalarda kullanımının çoğalması beklenmektedir.

Kaynaklar

- Astésano, C., Besson, M. ve Alter, K. (2004). Brain potentials during semantic and prosodic processing in French. *Cognitive Brain Research* (18): 172-184.
- Beckman, M.E. (1996). The parsing of prosody. *Language and Cognitive Processes* (11): 17-67.
- Bekâr, İ.P. (2016). Türkçede Eylem-Sonu Konumunda Bûrûn-Sôzdizim Etkileşimi Üzerine Elektrofizyolojik Bir İnceleme. Ankara Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yayınlanmamış Doktora Tezi.
- Boersma, P. (1993). 'Accurate short-term analysis of the fundamental frequency and the harmonics-to-noise ratio of a sampled sound'. IFA Proceedings 17, 1993. s. 97-110.
- Boersma, P. ve Weenink, D. (2010). 'PRAAT: doing phonetics by computer (Versiyon 5.2) [bilgisayar programı]', www.praat.org.
- Bögels, S. (2007). The interplay between prosody and syntax in sentence processing: Two ERP-studies. *Nijmegen CNS* (2):1.
- Clark J., Yallop, C. ve Fletcher, J. (2007). *Introduction to Phonetics and Phonology*. Oxford: Blackwell.
- Crystal, D. (1969). *Prosodic Systems and Intonation in English*. Cambridge University Press. 1. Baskı.
- Crystal, D. (1980). *A Dictionary of Linguistics and Phonetics*. Wiley Yayınları.
- Eckstein, C. ve Friederici, A.D. (2005). Late interaction of syntactic and prosodic processes in sentence comprehension as revealed by ERPs. *Cognitive Brain Research* (25): 130-143.
- Eckstein, C. ve Friederici, A.D. (2006). Its early: event-related potential evidence for initial interaction of syntax and prosody in speech comprehension. *Journal of Cognitive Neuroscience* (18): 1696-1711.
- Erguvanlı, E. (1984). The function of word order in Turkish grammar. Berkeley: Kaliforniya Üniversitesi Yayını.
- Fant, G. (1960). *Acoustic Theory of Speech Production*. Mouton & Co, The Hague, Hollanda.
- Friederici, A.D. (2002). Towards a neural basis of auditory sentence processing. *Trends in Cognitive Sciences* (6): 78-84.
- Göksel, A. (1998). Linearity, focus and the postverbal position in Turkish. İçinde: L. Johanson (Yay.), *The Mainz Meeting Proceedings of the Seventh International Conference on Turkish Linguistics* (s. 85-106). Wiesbaden, Harrosowitz, Verlag.
- Hagoort, P., Brown, C. M., ve Groothusen, J. (1993). The syntactic positive shift (SPS) as an ERP measure of syntactic processing. *Language and Cognitive Processes* (8): 439-483.
- Hwang, H. ve Steinhauer, K. (2011). Phrase length matters: the interplay between implicit prosody and syntax in Korean 'garden path' sentences. *Journal of Cognitive Neuroscience* (23): 3555-3575.
- Kent, R.D. ve Read, C. (2002). *Acoustic Analysis of Speech*. Thomson Learning. İkinci Baskı.
- Kerkhofs, R., Vonk, W., Schriefers, H. ve Chwilla, D. J. (2007). Discourse, syntax, and prosody: the brain reveals an immediate interaction. *Journal of Cognitive Neuroscience* (19): 1421-1434.

- Koelsch, S. (2009). Music-syntactic processing and auditory memory: Similarities and differences between ERAN and MMN. *Psychophysiology* (46): 179-190.
- Koelsch, S., Gunter, T., Friederici, A.D. ve Schröger, E. (2000). Brain indices of music processing: "nonmusicians" are musical. *Journal of Cognitive Neuroscience* 12 (3): 520-41.
- Koelsch, S., Gunter, T., Wittfoth, M. ve Sammler, D. (2005). Interaction between syntax processing in language and in music: an ERP study. *Journal of Cognitive Neuroscience* 17 (3): 1565-77.
- Ladefoged, P. (2006). *A Course in Phonetics*. Thomson/Wadsworth Yayınları. Beşinci Baskı.
- Li, W. ve Yang, Y. (2009). Perception of prosodic hierarchical boundaries in Mandarin Chinese sentences. *Neuroscience* (158): 1416-1425.
- Magne, C., Astésano, C., Aramaki, M., Ystad, S., Kron-land-martinet, R. ve Besson, M. (2007). Influence of syllabic lengthening on semantic processing in spoken French: Behavioural and electrophysiological evidence. *Cerebral Cortex* 17(11): 2659-2668.
- Männel, C. ve Friederici, A.D. (2009). Pauses and Intonational Phrasing: ERP Studies in 5-month-old German Infants and Adults. *Journal of Cognitive Neuroscience* 21(10): 1988-2006.
- Osterhout, L. ve Holcomb, P. (1992). Event-related potentials and syntactic anomaly: Evidence of anomaly detection during the perception of continuous speech. *Submitted manuscript*
- Pannekamp, A., Toepel, U., Alter, K., Hahne, A. ve Friederici, A.D. (2005). Prosody-driven sentence processing: an event-related brain potential study. *Journal of Cognitive Neuroscience* (17): 407-421.
- Patel, A.D., Gibson, E., Ratner, J., Besson, M. ve Holcomb, P.J. (1998). Processing syntactic relations in language and music: an event-related potential study. *Journal of Cognitive Neuroscience* 10 (6): 717-33.
- Steinberg, J., Truckenbrodt, H. ve Jacobsen, T. (2012). The role of stimulus cross-splicing in an event-related potentials study. Misleading formant transitions hinder automatic phonological processing. *Journal of Acoustical Society of America*, 131 (4): 3120-3140.
- Steinhauer, K. ve Friederici, A.D. (2001). Prosodic Boundaries, Comma Rules, and Brain Responses: The Closure Positive Shift in ERPs as a Universal Marker for Prosodic Phrasing in Listeners and Readers. *Journal of Psycholinguistic Research* 30 (3): 267-95.
- Steinhauer, K., Alter, K. ve Friederici, A.D. (1999). Brain potentials indicate immediate use of prosodic cues in natural speech processing. *Nature America* (2): 191-196.
- Stevens, K. (2000). *Acoustic Phonetics*. The MIT Press. Birinci Baskı.
- Wolff, S., Schlesewsky, M., Hirotani, M. ve Bornkessel-Schlesewsky, I. (2008). The neural mechanisms of word order processing revisited: electrophysiological evidence from Japanese. *Brain and Language* (107): 133-157.