

# Genç yetişkin bireylerde *CE-Chirp* işitsel uyarılmış beyinsapı cevabının uyarın şiddet seviyesine göre incelenmesi

Berfin Eylül AYDEMİR<sup>1</sup>, Çağla DİKDERİ<sup>1</sup>, Asuman ALNIAÇIK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü, Ankara, Türkiye

## ÖZ

Bu çalışmada, genç yetişkin bireylerde *CE-Chirp* uyarın kullanılarak elde edilen işitsel beyinsapı cevaplarının, farklı şiddet düzeylerine göre değişim gösteren latans değerlerini belirlemek ve klinik normatif veri oluşturmak amaçlanmıştır. Çalışmaya işitme kaybı olmayan 18-30 yaş aralığında 34 katılımcı dâhil edilmiştir. Rutin odyolojik değerlendirme sonrası dâhil edilme ölçütlerini karşılayan katılımcılara *CE-Chirp* uyarın ile İşitsel Beyinsapı Cevap (Auditory Brainstem Response; ABR) Odyometrisi uygulanmıştır. *CE-Chirp* uyarın kullanılarak elde edilen I, III ve V. dalga mutlak latanslarının ve dalgalar arası latans değerlerinin 70 dBnHL şiddet seviyesinde normatif bulguları elde edilmiştir. 50, 30 ve 10 dBnHL şiddet seviyelerinde I ve III. dalganın kaybolduğu, uyarın şiddet seviyesi azaldıkça elde edilen tüm dalga mutlak latanslarının uzadığı tespit edilmiştir. Klinik normatif veri olarak kullanılmak üzere farklı uyarın şiddet seviyelerinde şiddet-latans grafikleri hazırlanmıştır. *CE-Chirp* uyarın test süresinin kısalmasına ve eşik seviyesinde belirgin V. dalga elde edilmesine olanak sağladığı için İBC uygulamalarında önemli bir değere sahiptir.

**Anahtar Kelimeler:** işitsel beyinsapı cevabı, *CE-Chirp*, latans, amplitüd

## ABSTRACT

### Analyses of CE-chirp auditory evoked brainstem response by stimulus intensity level in young adults

The present study aimed to determine the absolute latencies of Auditory Brainstem Responses (ABRs) obtained by CE-Chirp stimulus in young adults, varying according to different stimulus intensity levels, and to create a clinical normative data. Thirty-four participants aged 18-30 without hearing loss were included. Auditory brainstem responses audiometry with CE-Chirp stimulus was applied to participants who met the inclusion criteria after routine audiological evaluation. Normative data for I, III and V wave absolute latencies and interwave latencies at 70 dBnHL level were obtained. Also, we measured the absolute latencies for I, III and V. at 50, 30 and 10 dBnHL stimulus levels. It has been determined that as the stimulus intensity level decreases, some waves disappear, and the absolute latencies of all obtained waves get prolonged. We prepared the intensity-latency graphs at different stimulus intensity levels to use as a clinical normative data. The CE-Chirp stimulus has an important value in ABR practice as it allows to shorten the test time and to obtain a significant V wave at the threshold level.

**Keywords:** auditory brainstem response, CE-Chirp, latency, amplitude

Cite this article as: Aydemir, B.E., Dikderi, Ç., Alniçık, A. (2023). Genç yetişkin bireylerde CE-chirp işitsel uyarılmış beyin sapı cevabının uyarın şiddet seviyesine göre incelenmesi. Turk J Audiol Hearing Res 2023;6(1):20-27

## GİRİŞ

Beyinsapı işitsel uyarılmış potansiyeller (İUP'ler), bir işitsel uyarının sunulmasından sonra kokleadan işitsel kortekse kadar uzanan işitsel yoldaki belirli nöral aktivitelere kaynaklanan biyo-elektriksel potansiyellerdir (Hall, 2007). Bu elektriksel aktivite düşük şiddette yaklaşık 0,5 saniye sürse de voltaj dalgalanmalarında cilt yüzeyine yerleştirilen elektrotlar kullanılarak kayıt alınabilir. İşitsel beyinsapı cevabı [İBC; İng. Auditory Brainstem Response (ABR)], sağlıklı bireylerde işitsel uyarımdan sonra 2-12 msn arasındaki süreçte meydana gelen işitsel uyarılmış potansiyeller olarak tanımlanır. İşitsel beyinsapı cevabı bütün frekans bantlarını içeren klik uyarınlar, dar bir frekans bandını içeren tonal uyarınlar ve *chirp* uyarınlar kullanılarak kaydedilebilir (Hall III, 2016).

Klik uyarın tüm frekans bantlarını içermesine rağmen kokleanın bütünlüğü, dış ve orta kulağın rezonatör özellikleri ve ses

üreticinin elektroakustik özellikleri nedeniyle kokleanın daha çok 2-4 kHz bölgesini etkilemektedir ve ses dalgası kokleanın bazal bölgesinden apeksine daha uzun sürede ulaşır. Bunun sonucunda bazılar hücreler aynı anda uyarılamaz ve sinir hücreleri depolarizasyonu aynı anda oluşmaz. Bu durum koklear dalga gecikmesi veya koklear gecikme (ses dalgasının koklea içerisindeki dolaşım süresinin gecikmesi) olarak adlandırılır (Chertoff, Lichtenhan, & Willis, 2010; Dau, Wegner, Mellert, & Kollmeier, 2000; Elberling, Don, Cebulla, & Stürzebecher, 2007).

Frekansa spesifik işitsel fonksiyonlar hakkında bilgi elde etmek amacıyla kullanılan tonal uyarın ise 500, 1000, 2000, 4000 Hz frekanslarda kullanılmaktadır. Uyarına spesifik bilgi veren dar bant uyarınlarda koklear dalga gecikmesi geniş bantlı uyarınlarla göre daha az olmasına rağmen koklear gecikmeden

kaynaklı olarak özellikle 500 ve 1000 Hz'de 10–11 msn kadar latans gecikmesi gözlenmektedir (Shore & Nuttall, 1985; Stürzebecher, Cebulla, Elberling, & Berger, 2006).

Güncel literatürde İBC kaydında Elberling ve ark. tarafından kullanıma sunulan *CE-Chirp*, (Elberling et al., 2007; Stürzebecher et al., 2006) uyarını bazılar membranın frekans gecikmesini / koklear dalga gecikmesini (*cochlear travel delay*) telafi etmek amacıyla geliştirilmiştir. Bazılar membranın tonotopik özelliğini göz önüne alarak; *chirp* uyarının klik uyarandan farklı olarak alçak, orta ve yüksek frekans komponentlerinin kokleaya gönderilme zamanlarını değiştirmesi ve bu şekilde kokleanın tüm bölgelerini aynı anda uyarması amaçlanmıştır (Elberling & Don, 2008).

*Chirp* uyarının İBC kaydında kullanılan diğer uyarılardan farkları incelendiğinde, klik uyarın ile alçak frekanslı koklear bölgelerin uyarımının yüksek frekanslı bölgelerden sonra meydana geldiği gözlenirken, *chirp* uyarın ile, koklear bölge boyunca hareket süresi farkları göz ardı edilerek eşzamanlı yer değiştirme hareketi üretilmektedir. Alçak frekanslı koklear bölgeler, yüksek frekanslı bölgelerle aynı anda uyarılır, bu nedenle baziler membran üzerindeki tüm bölgeler, eşzamanlı bir nöral yanıt üreterek maksimum depolarizasyona ulaşmaktadır. Aynı zamanda yapılan çalışmalarda *chirp* uyarın tarafından oluşturulan İBC yanıtlarında, klik uyarandan daha büyük V. dalga genliği oluştuğu gözlenmiştir (Kristensen & Elberling, 2012; Rodrigues, Ramos, & Lewis, 2013; Sabet, Mahdavi-Zafarghandi, Safavi, Sharifian, & Tabatabaee, 2014).

Bekesy'ye göre, kokleaya ulaşan ses dalgaları baziler membranın bazal ucundan başlayarak apikal bölgesine doğru ilerleyen dalga hareketi yapmaktadır. Kokleada ilerleyen dalgayı geciktiren farklı modellere dayalı olarak farklı *chirp* uyarınlar geliştirilmiştir (Biagio-de Jager, van Dyk, & Vinck, 2020; Rodrigues et al., 2013). Bu uyarınlar; klik uyarına benzeyen geniş bant *CE-Chirp* ve frekansa özgü tone-burst uyarına benzeyen dar bant *CE (NB-CE) Chirp* uyarınlarıdır. Son yıllarda, yeni geliştirilen bir seviyeye özgü (*LS*) *Chirp* uyarını da mevcuttur (Biagio-de Jager et al., 2020). Klik ve *CE-Chirp* uyarınlarının frekans spektrumları aynıdır. Ancak *chirp* uyarının daha çok tercih edilen bir uyarın olmasının nedeni ses dalgasının koklea boyunca yolculuğundaki gecikmesini dengelemek amacıyla geliştirilen bu uyarının aynı zamanda tüy hücrelerinin depolarize olmasına izin vermesidir. Bu sayede, daha iyi nöral senkronizasyon ve daha büyük genliklerle yanıtların kaydedilmesi sağlanmıştır (Ceylan, Şahin, & Ögüt, 2021; Rodrigues et al., 2013).

*Chirp* uyarın, özellikle eşik İBC değerlendirmesinde önemli olan V. dalga takibinin daha kolay gerçekleştirilmesi nedeniyle son yıllarda klinik rutinde daha sık kullanılmaya başlanmıştır. İşitsel beyinsapı cevabı kaydında kullanılan parametrelerin, bireysel özelliklerin ve ortam koşullarının her klinikte farklı olması nedeniyle ölçüm sonuçlarında genel standart bulunmamaktadır. Her kliniğin çalışma/ortam koşulları ve hizmet verdiği popülasyonu

göz önünde bulundurarak farklı yaş grupları ve cinsiyetlere göre kendi klinik normlarını belirlemesi gerekmektedir. Standart bir ölçüm yöntemi ve parametreleri olmamasına karşılık literatürde yaygın olarak kadınlarda dalga latanslarının erkeklere göre daha erken elde edildiği görüşü desteklenmektedir (Kristensen & Elberling, 2012; Parlak, Köycü, & Erbek, 2018).

Bu çalışmanın temel amacı, genç yetişkin bireylerde *CE-Chirp* uyarın kullanılarak elde edilen işitsel beyinsapı cevaplarının, farklı şiddet düzeylerine göre değişim gösteren latans değerlerini belirlemek ve Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü Araştırma ve Eğitim Laboratuvarında kullanılmak üzere klinik normatif veri oluşturmaktır. Çalışmada değerlendirilen hipotezler aşağıda yer almaktadır.

### 1. Hipotez;

H0: Ses şiddet seviyesi azaldıkça I, III ve V. dalga latanslarında uzama gözlenmez.

H1: Ses şiddet seviyesi azaldıkça I, III ve V. dalga latanslarında uzama gözlenir.

### 2. Hipotez;

H0: I, III ve V. dalga latansları arasında cinsiyetlere göre fark yoktur.

H1: I, III ve V. dalga latansları arasında cinsiyetlere göre fark vardır.

## YÖNTEM

Genç yetişkinlerin işitsel beyinsapı cevaplarının farklı ses şiddeti düzeylerine göre değerlendirilebilmesi için çalışmaya 18–30 yaş aralığında 34 katılımcı (20 kadın, 14 erkek) gönüllülük esasına göre dâhil edilmiştir. Örneklem büyüklüğü GPower 3,1 programında Cohen's  $f=0,25$  ve  $\alpha=0,05$  yanılma düzeyi,  $(1-b)=0,80$  test gücü ile hesaplanmıştır. Bu çalışma Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu ve Etik Kurulu tarafından onaylanmış (Proje no: KA22/94) ve Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir. Çalışmanın tüm aşamaları Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü Araştırma ve Eğitim Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

Katılımcıların araştırmaya dâhil edilebilmesi için işitme kaybının olmaması, dış-orta ve iç kulakta anatomik ve fizyolojik bozukluğa sahip olmaması, işitme sistemini etkileyecek engeli olmaması, nöro-psikolojik, nörolojik ve nörodejeneratif rahatsızlığının olmaması dikkate alınmıştır. Katılımcıların otoskobik muayeneleri KBB hekimi tarafından yapılmıştır. Dış kulak yolunda odyolojik değerlendirmeyi etkileyecek buşon/serumeni olmayan, akustik immitansmetri ve hava-kemik yolu saf ses odyometri testinde normal odyolojik bulguları olan bireyler çalışma grubunu oluşturmuş ve bu gruptaki katılımcılara İBC testi uygulanmıştır.

İşitsel beyinsapı cevabı ölçümünde hastanın baş bölgesinde kontralateral kayıt gerekliliklerine göre aktif elektrot için

verteks (Fz), toprak elektrot için alın orta hattında burun kökü hizası (Fpz), negatif elektrot için mastoid bölgelerine (M1,M2) beyinsapı düzeyinde oluşan elektriksel aktiviteyi bilgisayar sistemine iletebilmesi için dört adet gümüş elektrot yerleştirilmiştir. Gümüş elektrotların impedans değerlerinin 5 kOhm'un altında olmasına dikkat edilmiştir.

İşitsel beyinsapı cevabı ölçümleri *CE-Chirp* uyaran kullanılarak, 21,1 tekrarlar oranında, alterne polarite ve 2000 tekrar sayısında ortalama ile her iki kulak için ayrı ayrı 70, 50, 30 ve 10 dB nHL ses şiddet seviyelerinde yapılmıştır. İBC ölçümünde Eclipse EP-25 (Interacoustics, Danimarka) cihazı kullanılmıştır.

İşitsel beyinsapı cevabı testinde elde edilen I, II, III, IV ve V. dalgalar içinden özellikle 70 dB'de en belirgin elde edilen dalgalar I, III ve V. dalgalar, eşik seviyesinde ise V. dalgadır. Ses şiddeti azaldıkça I ve III. dalganın elde edilme olasılığı azalmaktadır. Bu nedenle eşik tayininde takip edilen dalga V. dalgadır. Bu sebeplerden dolayı her ses şiddeti seviyesinde çift trase şeklinde kayıt alınarak işitsel beyinsapı cevaplarında tanıya gitmek için tercih edilen I, III ve V. dalga latansları ve I-III, III-V ve I-V dalgalar arası latans değerleri incelenmiştir. Latans değerlerinin incelenmesi için analiz penceresi 0-30 ms olacak şekilde ayarlanmış ve 1500 Hz-33 Hz 6/oct filtreleme kullanılmıştır. Her iki kulak için farklı ses şiddet seviyelerinde elde edilen dalga latanslarının ortalaması ile şiddet-latans fonksiyonu oluşturulmuştur.

Araştırmanın birinci hipotezi şiddet-latans fonksiyonu doğrultusunda test edilmiştir. Çalışmanın ikinci hipotezini değerlendirmek üzere çalışma verileri cinsiyetlere göre kategorize edilmiştir. Araştırma yöntemi gruplar arası betimsel desen olarak belirlenmiştir.

### Verilerin Analizi

Veriler tanımlayıcı istatistikler ile özetlenmiş olup normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile ve varyansların homojenliği Levene testi ile test edilmiştir. Cinsiyete göre farklı ses seviyelerinde dalga latanslarının karşılaştırılmasında bağımsız t testi (*independent sample t test*) ve Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Cinsiyete göre farklı dalga latanslarında ses seviyelerinin karşılaştırılmasında ise tekrarlayan tek yönlü varyans analizi (*repeated measures one-way ANOVA test*) ve post-hoc analiz için Friedman testi kullanılmıştır. Çalışmanın istatistiksel analizleri IBM Sosyal Bilimlerde İstatistik Paket Programı (SPSS) sürüm 25.0 (IBM Corp, Armonk, NY, USA) programında gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel analizlerin tümü  $p < 0,05$  anlamlılık düzeyinde test edilmiştir.

## BULGULAR

Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü Eğitim ve Araştırma Laboratuvarı'nda kullanılmak üzere klinik normatif veri oluşturmak amacıyla yapılan ve dalga latanslarının cinsiyete ve ses şiddetine göre değişimlerinin incelendiği

**Tablo 1a.** Sağ kulak için dalga latanslarının farklı ses seviyelerine göre karşılaştırılması

Cinsiyet	Dalga Latansları	Ses Seviyesi (nHL)	Min	Max	Ort±SS	Medyan (IQR)	Test İstatistiği	p
Kadın	I (n=15)	70dB	1,30	1,93	1,78±0,16	1,80 (0,14)	144,401 <sup>F</sup>	<0,001
		50dB	2,00	3,33	2,55±0,36	2,53 (0,54)		
		30dB	2,60	4,40	3,48±0,53	3,67 (0,73)		
	III (n=16)	70dB	3,60	4,07	3,80±0,17	3,80 (0,31)	343,731 <sup>F</sup>	<0,001
		50dB	4,00	5,47	4,43±0,39	4,40 (0,61)		
		30dB	4,93	6,33	5,51±0,40	5,40 (0,51)		
	V (n=18)	70dB	4,87	5,93	5,35±0,26	5,34 (0,32)	426,048 <sup>F</sup>	<0,001
		50dB	5,47	6,93	6,03±0,39	5,97 (0,59)		
		30dB	6,60	7,93	6,99±0,39	6,87 (0,50)		
10dB		7,60	9,93	8,68±0,59	8,64 (0,80)			
Erkek	I (n=9)	70dB	1,40	2,07	1,83±0,18	1,87 (0,04)	18,00 <sup>Fr</sup>	<0,001
		50dB	2,53	3,40	2,78±0,26	2,73 (0,27)		
		30dB	2,93	4,27	3,82±0,42	4,00 (0,51)		
	III (n=10)	70dB	3,53	4,07	3,88±0,16	3,87 (0,22)	20,00 <sup>Fr</sup>	<0,001
		50dB	4,40	5,13	4,75±0,22	4,77 (0,32)		
		30dB	5,73	6,27	5,97±0,21	5,97 (0,47)		
	V (n=8)	70dB	5,27	5,73	5,55±0,16	5,57 (0,30)	24,00 <sup>Fr</sup>	<0,001
		50dB	5,93	6,60	6,41±0,25	6,53 (0,25)		
		30dB	7,33	7,67	7,49±0,11	7,47 (0,11)		
10dB		8,47	9,87	9,12±0,43	9,07 (0,51)			

**IQR:** Çeyrekler arası genişlik, **F:** Tekrarlayan ölçümlerde tek yönlü ANOVA testi, **Fr:** Friedman testi

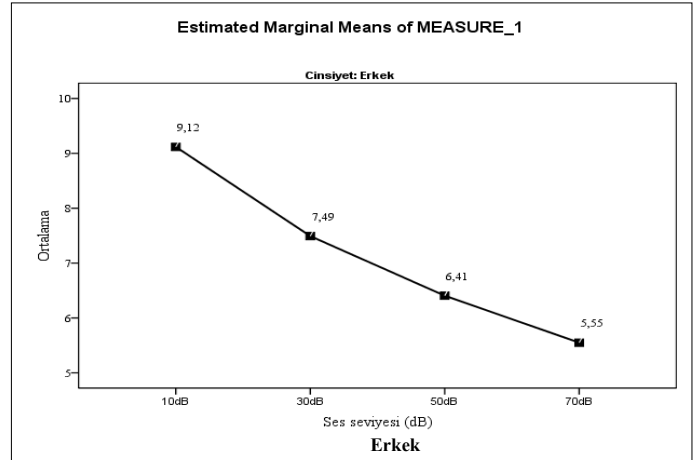
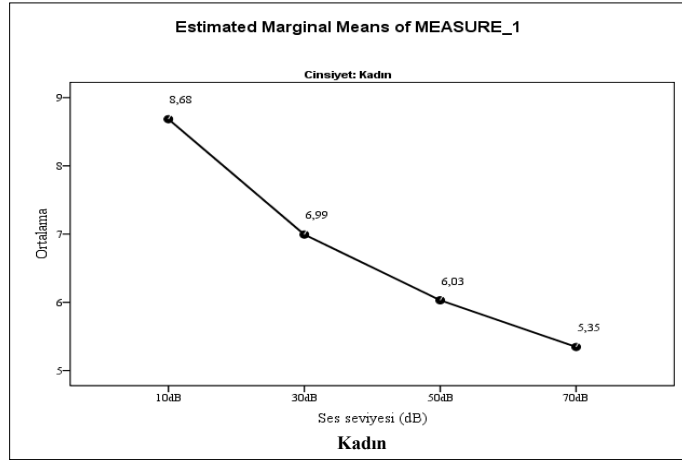
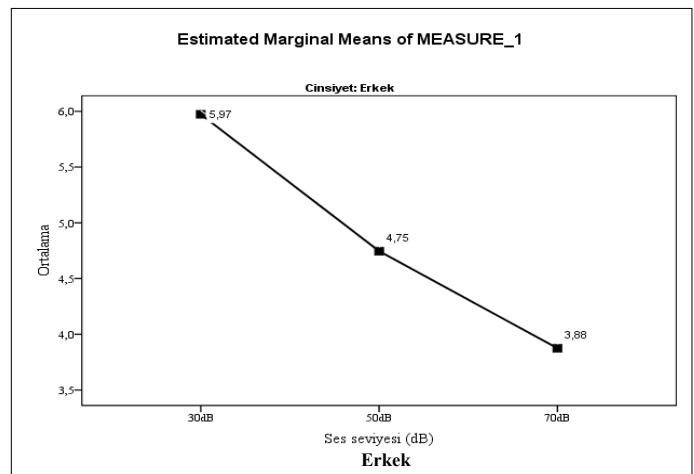
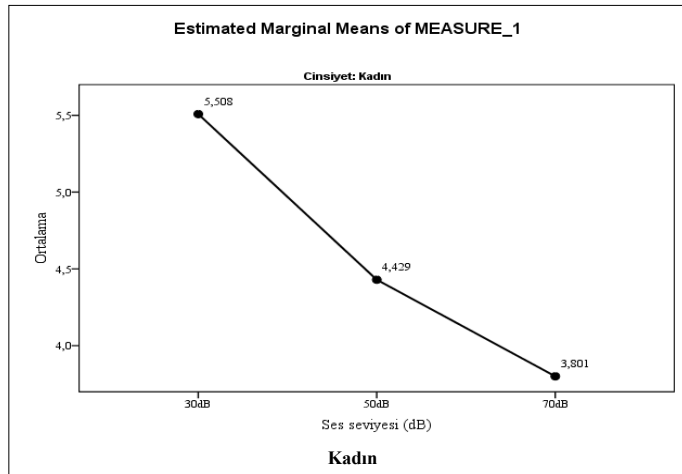
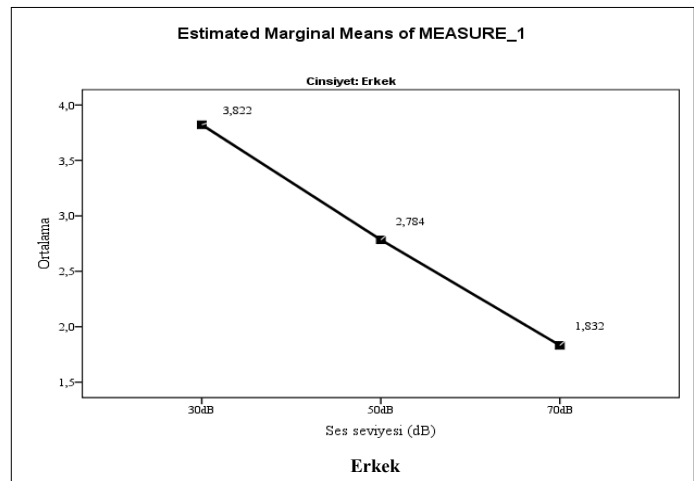
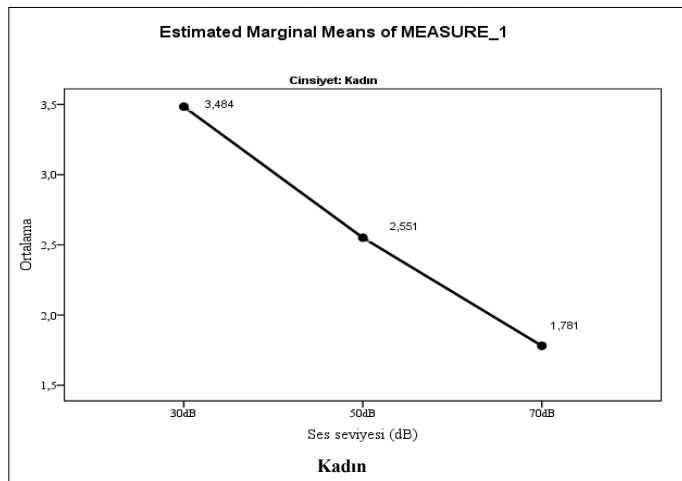
**Tablo 1b.** Sol kulak için dalga latanslarının farklı ses seviyelerine göre karşılaştırılması

Cinsiyet	Dalga Latansları	Ses Seviyesi (nHL)	Min	Max	Ort±SS	Medyan (IQR)	Test İstatistiği	p
Kadın	I (n=13)	70dB	1,67	2,00	1,86±0,09	1,87 (0,13)	117,458 <sup>F</sup>	<0,001
		50dB	2,20	3,73	2,64±0,42	2,53 (0,50)		
		30dB	2,87	4,80	3,63±0,50	3,60 (0,54)		
	III (n=16)	70dB	3,33	4,27	3,81±0,23	3,87 (0,31)	316,645 <sup>F</sup>	<0,001
		50dB	4,00	5,07	4,53±0,35	4,54 (0,63)		
		30dB	4,87	6,27	5,58±0,41	5,47 (0,64)		
	V (n=18)	70dB	4,93	6,13	5,39±0,27	5,37 (0,30)	287,696 <sup>F</sup>	<0,001
		50dB	5,53	7,00	6,00±0,38	5,90 (0,55)		
		30dB	6,47	8,00	7,00±0,44	6,90 (0,61)		
10dB		7,13	9,80	8,51±0,70	8,44 (0,96)			
Erkek	I (n=9)	70dB	1,67	1,93	1,82±0,08	1,80 (0,10)	18,00 <sup>Fr</sup>	<0,001
		50dB	2,33	3,20	2,67±0,26	2,60 (0,30)		
		30dB	2,87	4,00	3,57±0,41	3,67 (0,73)		
	III (n=12)	70dB	3,60	4,00	3,83±0,12	3,80 (0,17)	355,439 <sup>F</sup>	<0,001
		50dB	4,40	5,07	4,71±0,16	4,70 (0,11)		
		30dB	5,40	6,93	5,88±0,42	5,77 (0,20)		
	V (n=7)	70dB	5,20	5,87	5,52±0,22	5,53 (0,27)	21,00 <sup>Fr</sup>	<0,001
		50dB	5,87	6,80	6,32±0,34	6,20 (0,66)		
		30dB	7,27	8,07	7,53±0,26	7,47 (0,20)		
10dB		8,20	9,27	8,94±0,43	9,13 (0,80)			

**IQR:** Çeyrekler arası genişlik, **F:** Tekrarlayan ölçümlerde tek yönlü ANOVA testi, **Fr:** Friedman testi

çalışmanın bulguları aşağıda yer almaktadır. Tablo 1a'da sağ kulak, Tablo 1b'de sol kulak için kadın ve erkeklerde I, III ve V.dalga latanslarının şiddet seviyelerine göre karşılaştırılması verilmiştir.

Kadın ve erkek gruplarında sağ ve sol kulak kendi içerisinde değerlendirildiğinde tekrarlayan ölçümlerde tek yönlü ANOVA

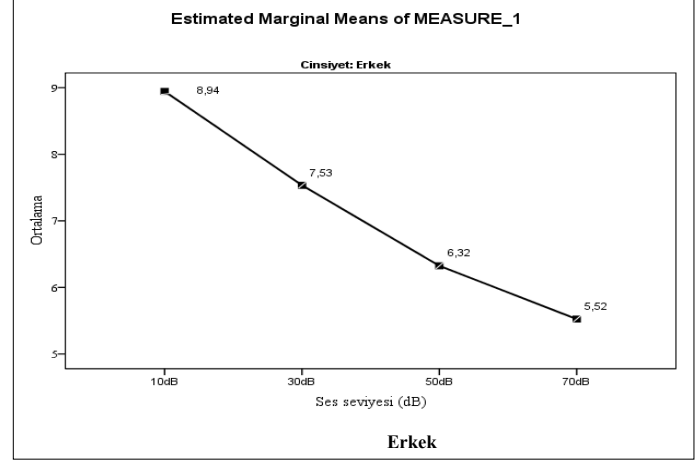
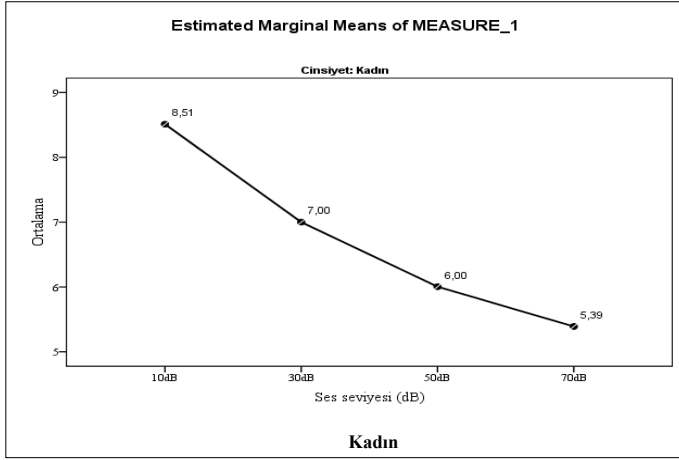
**Ia. Kadın ve erkeklerde sağ kulak V. dalga şiddet-latans fonksiyon eğrileri****Ib. Kadın ve erkeklerde sağ kulak III. dalga şiddet-latans fonksiyon eğrileri****Ic. Kadın ve erkeklerde sağ kulak I. dalga şiddet-latans fonksiyon eğrileri**

Şekil 1. Sağ kulak için dalga latanslarının farklı ses seviyelerindeki şiddet-latans fonksiyon eğrileri

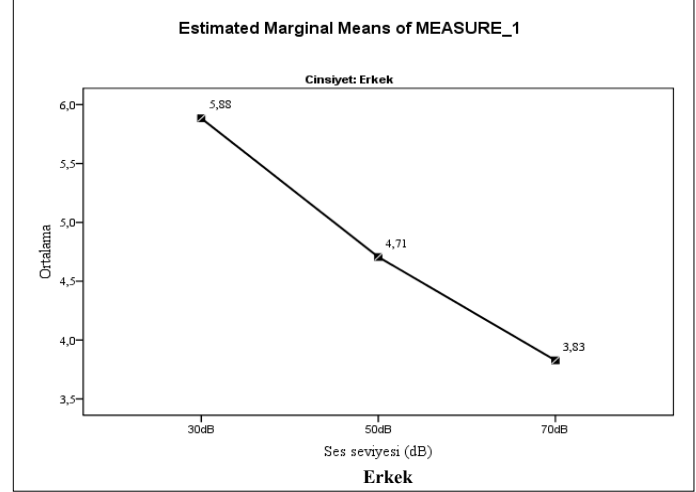
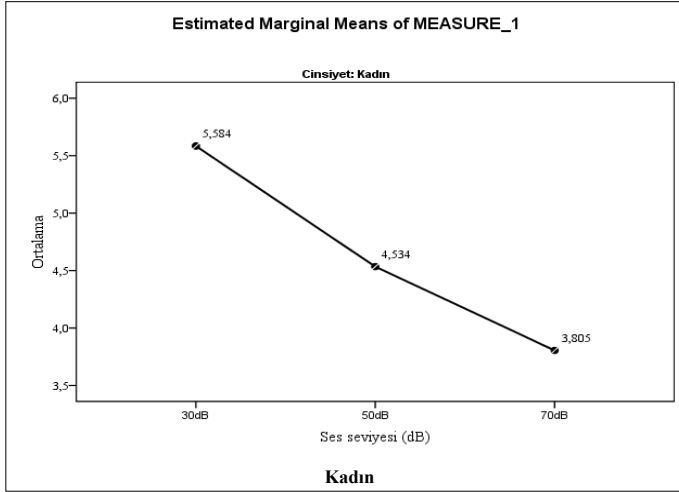
testine göre ayrı ayrı I,III ve V.dalga latanslarının her bir ses şiddet seviyesine göre anlamlı farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Hem sağ hem sol kulak için I, III, V.dalga latanslarının şiddet azaldıkça uzama gösterdiği görülmüştür ( $p<0,05$ ). Kadın ve erkeklerde I, III ve V. dalga latansları için

farklı ses şiddeti seviyelerinde yapılan çoklu karşılaştırmalarda tüm dalgalar birbirinden anlamlı derecede farklı bulunmuştur ( $p<0,001$ ). Dalga latanslarındaki şiddete bağlı bu değişim kadın ve erkeklerde sağ ve sol kulak şiddet-latans fonksiyon eğrileri ile gösterilmiştir (Şekil 1 ve Şekil 2).

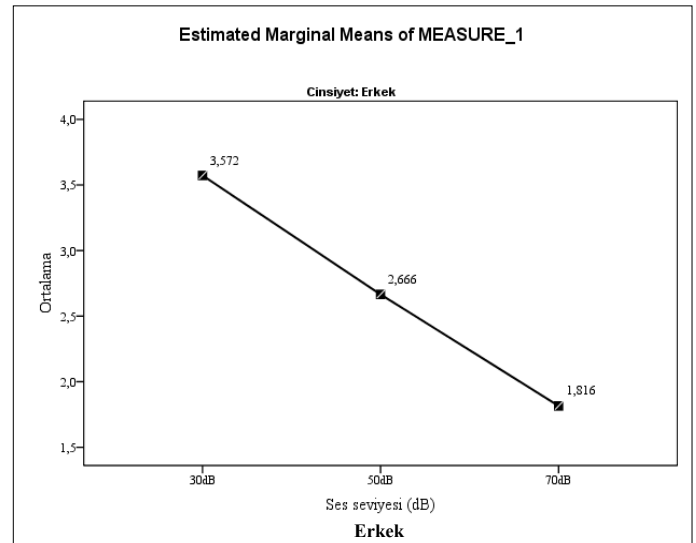
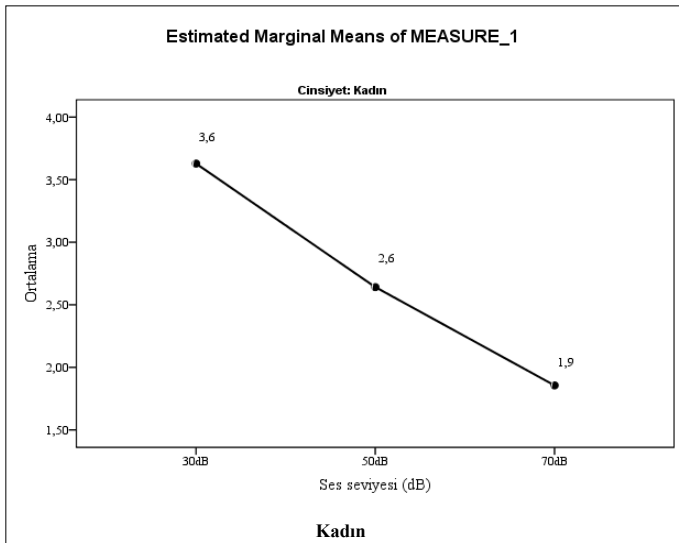
## 2a. Kadın ve erkeklerde sol kulak V. dalga şiddet-latans fonksiyon eğrileri



## 2b. Kadın ve erkeklerde sol kulak III. dalga şiddet-latans fonksiyon eğrileri



## 2c. Kadın ve erkeklerde sol kulak I. dalga şiddet-latans fonksiyon eğrileri



Şekil 2. Sol kulak için dalga latanslarının farklı ses seviyelerinde şiddet-latans fonksiyon eğrileri

70, 50, 30 ve 10 dB nHL şiddet seviyelerinde cinsiyetlere göre I, III ve V.dalga latanslarının sağ kulak için karşılaştırması Tablo 2a'da, sol kulak için karşılaştırması Tablo 2b'de verilmiştir.

**Tablo 2a.** sağ kulak için cinsiyete göre farklı ses seviyelerinde dalga latanslarının karşılaştırılması

Ses Seviyesi	Cinsiyet	Dalga Latansları	Min	Max	Ort±SS	Medyan (IQR)	Test İstatistiği	P	
70dB	Kadın (n=20)	I	1,30	1,93	1,78±0,15	1,80 (0,19)	83,00 <sup>U</sup>	<b>0,037</b>	
			Erkek (n=14)	1,40	2,07	1,85±0,15			1,87 (0,03)
	Kadın (n=20)	III	2,80	4,13	3,77±2,89	3,80 (0,36)	97,00 <sup>U</sup>		
			Erkek (n=14)	3,53	4,13	3,91±0,17			3,87 (0,27)
	Kadın (n=20)	V	4,87	5,93	5,29±0,29	5,40 (1,06)	-2,233 <sup>t</sup>		<b>0,033</b>
			Erkek (n=14)	5,27	5,93	5,59±0,19			
50dB	Kadın (n=19)	I	2,00	3,33	2,53±0,38	2,47 (0,74)	-1,972 <sup>t</sup>	0,058	
			Erkek (n=14)	2,27	3,40	2,77±0,26			2,73 (0,27)
	Kadın (n=19)	III	3,53	5,47	4,36±0,43	4,40 (0,53)	-3,362 <sup>t</sup>		
			Erkek (n=14)	4,40	5,13	4,75±0,21			4,77 (0,35)
	Kadın (n=20)	V	5,47	6,93	6,07±0,40	6,00 (0,67)	-3,744 <sup>t</sup>		<b>0,001</b>
			Erkek (n=14)	5,93	6,80	6,47±0,23			
30dB	Kadın (n=15)	I	2,60	4,40	3,48±0,53	3,67 (0,73)	38,00 <sup>U</sup>	0,077	
			Erkek (n=9)	2,93	4,27	3,82±0,42			4,00 (0,51)
	Kadın (n=16)	III	4,93	6,33	5,53±0,40	5,47 (0,53)	27,00 <sup>U</sup>		
			Erkek (n=10)	5,73	6,27	5,95±0,20			5,93 (0,40)
	Kadın (n=20)	V	6,60	7,93	7,08±0,44	6,87 (0,87)	-5,342 <sup>t</sup>		<b>&lt;0,001</b>
			Erkek (n=14)	7,40	7,67	7,54±0,10			
10dB	Kadın (n=18)	V	7,60	9,93	8,68±0,59	8,64 (0,80)	39,00 <sup>U</sup>	0,065	
			Erkek (n=8)	8,47	9,87	9,12±0,43			9,07 (0,51)

IQR: Çeyrekler arası genişlik, U: Mann-Whitney U testi, t: Bağımsız örneklem t testi

**Tablo 2b.** Sol kulak için cinsiyete göre farklı ses seviyelerinde dalga latanslarının karşılaştırılması

Ses Seviyesi	Cinsiyet	Dalga Latansları	Min	Max	Ort±SS	Medyan (IQR)	Test İstatistiği	p	
70dB	Kadın (n=20)	I	1,47	2,13	1,82±0,15	1,80 (0,18)	0,085 <sup>t</sup>	0,933	
			Erkek (n=13)	1,67	1,93	1,82±0,09			1,80 (0,10)
	Kadın (n=20)	III	3,27	4,27	3,75±0,25	3,73 (0,38)	-1,384 <sup>t</sup>		
			Erkek (n=14)	3,60	4,07	3,83±0,12			3,80 (0,17)
	Kadın (n=20)	V	4,93	6,13	5,39±0,26	5,37 (0,37)	-1,647 <sup>t</sup>		0,109
			Erkek (n=14)	5,20	5,80	5,49±0,16			
50dB	Kadın (n=17)	I	1,80	3,73	2,59±0,43	2,53 (0,57)	-1,096 <sup>t</sup>	0,283	
			Erkek (n=12)	2,33	3,20	2,75±0,29			2,73 (0,49)
	Kadın (n=19)	III	3,53	5,07	4,46±0,44	4,47 (0,67)	77,50 <sup>U</sup>		
			Erkek (n=14)	4,20	5,60	4,71±0,33			4,70 (0,13)
	Kadın (n=20)	V	5,60	7,00	6,07±0,40	6,00 (0,53)	-3,170 <sup>t</sup>		0,003
			Erkek (n=14)	5,87	6,73	6,38±0,28			
30dB	Kadın (n=13)	I	2,87	4,80	3,63±0,50	3,60 (0,54)	64,50 <sup>U</sup>	0,975	
			Erkek (n=10)	2,87	4,00	3,55±0,39			3,64 (0,67)
	Kadın (n=16)	III	4,87	6,27	5,57±0,43	5,53 (0,64)	59,00 <sup>U</sup>		
			Erkek (n=12)	5,40	6,47	5,78±0,28			5,73 (0,22)
	Kadın (n=20)	V	6,47	8,00	7,10±0,52	7,07 (0,97)	-4,682 <sup>t</sup>		<b>&lt;0,001</b>
			Erkek (n=14)	7,27	7,87	7,55±0,19			
10dB	Kadın (n=18)	V	7,13	9,80	8,51±0,70	8,44 (0,96)	36,00 <sup>U</sup>	0,102	
			Erkek (n=7)	8,20	9,27	8,94±0,43			9,13 (0,80)

IQR: Çeyrekler arası genişlik, U: Mann-Whitney U testi, t: Bağımsız örneklem t testi

Cinsiyetlere göre farklı şiddet seviyelerindeki dalga latansları incelendiğinde sağ kulak için yalnızca 70 dB nHL'de I ve V.dalga, 50 dB nHL'de III ve V.dalga, 30 dB nHL'de III ve V.dalga latansları istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ( $p<0,05$ ). Sol kulak için ise cinsiyetler arasında 50 dB nHL de III ve V.dalga latansları, 30 dB nHL'de yalnızca V.dalga latansı anlamlı farklılık göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Tablo 3'te 70,50 ve 30 dB nHL'de I-III, I-V, III-V dalgalar arası latans değerlerinin tanımlayıcı istatistik bilgileri sunulmuştur.

**Tablo 3.** Sağ Kulak İçin Cinsiyete Göre Farklı Ses Seviyelerinde Dalgalar Arası Latans Değerlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri

Ses Seviyesi	Cinsiyet	Dalga Latansları	Min	Max	Ort±SS	Medyan (IQR)
70dB	Kadın	I-III	1,80	2,43	2,03±0,19	2,00 (0,21)
			Erkek	1,93	2,20	2,04±0,10
	Kadın	I-V	3,27	4,20	3,63±0,24	3,54 (0,33)
			Erkek	3,53	3,87	3,69±0,13
	Kadın	III-V	1,27	1,87	1,61±0,18	1,60 (0,20)
			Erkek	1,53	1,86	1,65±0,10
50dB	Kadın	I-III	1,40	2,40	1,89±0,28	1,93 (0,54)
			Erkek	1,40	2,27	1,96±0,30
	Kadın	I-V	2,93	4,00	3,55±0,30	3,60 (0,47)
			Erkek	3,20	4,07	3,65±0,29
	Kadın	III-V	1,27	1,94	1,66±0,21	1,73 (0,33)
			Erkek	1,40	2,13	1,70±0,28
30dB	Kadın	I-III	1,34	2,67	2,05±0,37	2,00 (0,53)
			Erkek	1,66	2,80	2,13±0,36
	Kadın	I-V	2,87	4,20	3,59±0,43	3,67 (0,80)
			Erkek	3,33	4,54	3,72±0,41
	Kadın	III-V	1,13	1,87	1,54±0,20	1,53 (0,33)
			Erkek	1,40	1,80	1,59±0,17

IQR: Çeyrekler arası genişlik

## TARTIŞMA

Bu çalışmada *CE-Chirp* uyarın ile değerlendirilen İBC dalga latanslarının cinsiyete ve ses şiddet seviyesine göre değişimleri incelenmiş ve elde edilen veriler doğrultusunda Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü Eğitim ve Araştırma Laboratuvarı'nda kullanılmak üzere klinik normatif veri oluşturulmaya çalışılmıştır.

Bu açıdan araştırmamıza tekrar baktığımızda, çalışmadaki asıl hedefimiz *CE-Chirp* uyarının İBC'nın değerlendirmesinde sağladığı avantajları ön plana çıkararak klinik kullanımdaki rolünü artırmaktır. Genellikle klinik İBC uygulamalarında *click* ve *tone-burst* uyarın kullanıldığı bilinmekle birlikte bu uyarınlardan elde edilen cevapların tüm kokleanın cevabını eşzamanlı olarak yansıtmadığı düşünülmektedir. Yapılan çalışmalar nöral senkronizasyonu geliştirilmiş *chirp* uyarın ile koklear gecikmenin önüne geçildiğini ve bu sayede daha yüksek amplitüdü V. dalgalar elde edildiğini göstermektedir. Dolayısıyla *chirp* uyarının klinikte sağladığı en önemli avantajlardan biri diğer İBC uyarınlarına kıyasla daha yüksek amplitüdü dalgaların daha kısa sürede elde edilebilmesidir.

Literatürde yapılan çalışmalar da *CE-Chirp* uyarının özellikle İBC test süresini kısaltması ve davranışsal eşiklere daha yakın cevaplar vermesi yönünden avantajlı olduğunu göstermektedir (Ceylan, Gümüşgün, & Feratlar, 2018).

Çalışmamızın ilk hipotezi doğrultusunda elde edilen bulgular incelendiğinde; *CE-Chirp* uyarın ile alınan kayıtlarda her iki cinsiyette hem I, III, V. dalga latansları arasında hem de ses şiddet seviyesi azaldıkça her bir dalganın dalga latanslarında uzama olduğu gözlenmiştir. Cebulla, Lurz ve Shehata-Dieler, yenidoğanlarda *Chirp* İBC'nin dalga formu, latans ve amplitüd değerlerini incelemiş ve *chirp* ile uyarılan İBC dalgalarında latans tepe noktalarının click uyarandan tipik tepe noktalarından daha yüksek olduğunu belirtmiştir (Cebulla, Lurz, & Shehata-Dieler, 2014). Çalışmada gözlemlenen sonuçlar doğrultusunda Cebulla ve ark., *CE-Chirp* uyarın için klinik normatif veriler oluşturulması gerekliliğini vurgulamıştır. Literatürde *chirp* uyarın kullanılarak yapılan bir başka çalışmada ise Elberling ve ark., 81 normal işiten yetişkinde üç farklı uyarım seviyesinde İBC'yi değerlendirmiştir. 60, 40 ve 20 dB nHL'deki üç uyarın seviyesinin her biri için *chirp* ile uyarılmış İBC'lerin *click* ile uyarılmış İBC'lerden önemli ölçüde daha büyük olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte, daha kısa *chirp* uyarınlar daha yüksek uyarım seviyelerinde en verimli olurken, daha uzun *chirp* uyarınlar daha düşük seviyelerde en verimlidir. Elberling ve ark. uyarın seviyesinde gözlenen bu değişiklikleri uyarımın daha yüksek seviyelerde yukarı doğru yayılması ve daha düşük seviyelerde frekansla birlikte koklear-nöral gecikmede artan bir değişiklik ile ilişkilendirmiştir (Elberling, Callø, & Don, 2010).

Aynı zamanda, çalışmamızın ikinci hipotezi doğrultusunda farklı şiddet seviyelerinde (70,50,30 dB nHL) cinsiyetlere göre dalga latanslarındaki farklılıklar incelendiğinde, kadınlarda erkeklere göre özellikle V. dalga latanslarının daha erken elde edildiği gözlenmiştir. İşitsel beyinsapı cevaplarında cinsiyet farklılıkları üzerine yapılan çalışmalar, erkeklerde kadınlara göre daha uzun latanslar ve daha düşük amplitüdüler gözlendiğini göstermiştir (Dehan & Jerger, 1990; Trune, Mitchell, & Phillips, 1988). Bununla birlikte, *CE-Chirp* uyarın ile işitsel beyinsapı cevaplarını inceleyen çalışmamızda tüm dalga latanslarında istatistiksel olarak anlamlı sonuç elde edilememiş olsa da klinik olarak dalga latans değerleri kadınlarda daha erken elde edilmiştir. Literatürde çalışmamızda elde edilen bulgularla uyumlu olarak *CE-Chirp* ile uyarılmış İBC değerlendirmesinde cinsiyet yönünden anlamlı farklılık gözlenmeyen çalışmalar da bulunmaktadır (Cobb & Stuart, 2016; Zirn et al., 2014).

Çalışmamız klinik uygulamalarda *CE-Chirp* uyarın kullanımının İBC değerlendirmesinde *click* uyarın gibi hızlı ve etkili olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Literatürde birçok çalışma da *CE-Chirp* uyarınının İBC'de eşik tayini ve tanısal

değerlendirmelerde kullanımını destekler niteliktedir (Elberling et al., 2007; Stürzebecher et al., 2006). Aynı zamanda *CE-Chirp* uyarın click uyarına göre 10 dB nHL gibi düşük şiddetlerde bile V. dalga tespiti yapılabilmesi yönünden eşik tayininde önemli bir role sahiptir (Ceylan et al., 2021). Bununla birlikte *chirp* uyarının test-tekrar test güvenilirliğini değerlendirmeye yönelik yakın zamanda yapılan çalışmalar da uyarın güvenilirliğini desteklemektedir (Jamal, Dzulkarnain, Shahrudin, & Marzuki, 2021). Bu araştırmada elde edilen bulgular da hem kliniğimiz için ihtiyaç duyulan normatif verilerin oluşturması hem de literatüre katkı sağlanması yönünden oldukça önemlidir.

## SONUÇ

Odyoloji kliniklerinde İBC uygulamaları için gerek işitme eşiği değerlendirmede gerekse üst tanısal değerlendirmede her kliniğin test aletine ve yapılacak testin özelliğine göre uygun parametreleri kullanarak I, III ve V. dalga şiddet-latans fonksiyon eğrilerine ve belirli şiddet seviyelerinde I-III, I-V ve III-V dalgalar arası latans değerlerine yönelik normatif bir veri oluşturması gerekmektedir. *CE-Chirp* uyarın kullanılarak klinik parametrelere uygun *CE-Chirp* İBC normatif verilerinin oluşturulması amacıyla planladığımız bu çalışmada genç yetişkin kadın ve erkek bireyler için farklı ses şiddet seviyelerine göre anlamlı değişiklik gösteren dalga ve dalgalar arası latans değerleri elde edilmiştir. Kadınlarda erkeklere göre dalga latansları daha erken elde edilmiştir. Sonuç olarak *Chirp* uyarın ile yapılan hava yolu İBC değerlendirmesinde uyarın şiddeti azaldıkça dalga mutlak latanslarında uzama elde edilmiştir. Dalga latanslarındaki uzama miktarı 50 dB nHL seviyesinden itibaren artış göstermekle birlikte, en fazla uzama V. dalga için 30-10 dB nHL aralığında elde edilmiştir. Dalgalar arası latans değerleri kendi yaş grubu içerisinde normal sınırlarda elde edilmiştir. Şiddet seviyelerine göre mutlak dalga latansları normal şiddet-latans fonksiyon eğrisi içinde izlenmiştir.

**Ethics Committee Approval:** Approval for this study was obtained from Başkent University with decision number 22/66.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Informed Consent:** Written informed consent was obtained from the participants.

**Author Contributions:** Concept - A.A.; Design - B.E.A.; Supervision - A.A.; Resources - Ç.D, B.E.A.; Data Collection and/or processing - Ç.D., B.E.A.; Analysis and/or interpretation - E.Ç.; Literature Search - B.E.A, Ç.D.; Writing Manuscript- B.E.A., Ç.D.

**Conflict of Interest:** No conflict of interest.

**Financial Disclosure:** None.

**Etik Kurul Onayı:** Bu çalışma için Başkent Üniversitesinden 22/66 karar numarası ile onay alınmıştır.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış Bağımsız.

**Bilgilendirilmiş Onam:** Katılımcılardan yazılı bilgilendirilmiş onam alınmıştır.

**Yazar Katkıları:** Fikir- A.A., Tasarım- B.E.A, Denetleme- A.A., Kaynaklar- Ç.D,B.E.A., Veri Toplanması ve/veya İşlenmesi- Ç.D.,B.E.A., Analiz ve/veya Yorum-E.Ç., Literatür Taraması- B.E.A, Ç.D., Yazıyı Yazan-B.E.A., Ç.D.

**Çıkar Çatışması:** Yoktur.

**Finansal Destek:** Finansal destek kullanılmamıştır.

## KAYNAKLAR

- Biagio-de Jager, L., van Dyk, Z., & Vinck, B. H. (2020). Diagnostic accuracy of CE Chirp. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, *135*, 110071. [CrossRef]
- Cebulla, M., Lurz, H., & Shehata-Dieler, W. (2014). Evaluation of waveform, latency and amplitude values of chirp ABR in newborns. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, *78*(4), 631–636. [CrossRef]
- Ceylan, S., Gümüşgün, A., & Feratlar, F. (2018). Comparison of CE-Chirp ABR and Click ABR methods in patients with bilateral sensorineural hearing loss. *ENT Updates*, *8*(1), 27–32. [CrossRef]
- Ceylan, S., Şahin, M., & Ögüt, M. F. (2021). Comparison of CE-Chirp and Click Auditory Brainstem Response Methods in Patients with Unilateral Total Hearing Loss. *Meandros Med Dent J*, *22*, 235-241. [CrossRef]
- Chertoff, M., Lichtenhan, J., & Willis, M. (2010). Click-and chirp-evoked human compound action potentials. *J Acoust Soc Am*, *127*(5), 2992–2996. [CrossRef]
- Cobb, K. M., & Stuart, A. (2016). Neonate auditory brainstem responses to CE-chirp and CE-chirp octave band stimuli II: versus adult auditory brainstem responses. *Ear Hear*, *37*(6), 724–743. [CrossRef]
- Dau, T., Wegner, O., Mellert, V., & Kollmeier, B. (2000). Auditory brainstem responses with optimized chirp signals compensating basilar-membrane dispersion. *J Acoust Soc Am*, *107*(3), 1530–1540. [CrossRef]
- Dehan, C. P., & Jerger, J. (1990). Analysis of gender differences in the auditory brainstem response. *Laryngoscope*, *100*(1), 18–24. [CrossRef]
- Elberling, C., Callø, J., & Don, M. (2010). Evaluating auditory brainstem responses to different chirp stimuli at three levels of stimulation. *J Acoust Soc Am*, *128*(1), 215–223. [CrossRef]
- Elberling, C., & Don, M. (2008). Auditory brainstem responses to a chirp stimulus designed from derived-band latencies in normal-hearing subjects. *J Acoust Soc Am*, *124*(5), 3022–3037. [CrossRef]
- Elberling, C., Don, M., Cebulla, M., & Stürzebecher, E. (2007). Auditory steady-state responses to chirp stimuli based on cochlear traveling wave delay. *J Acoust Soc Am*, *122*(5), 2772–2785. [CrossRef]
- Hall, J. W. (2007). Overview of auditory neurophysiology: past, present, and future. In *New Handbook of Auditory Evoked Responses*. Boston: Pearson Education, 1–34.
- Hall III, J. W. (2016). Update o auditory evoked responses: value of chirp stimuli in ABR/ASSR measurement. *Audiology Online*, *17434*. <https://www.audiologyonline.com/articles/update-on-auditory-evoked-responses-19040>
- Jamal, F. N., Dzulkarnain, A. A. A., Shahrudin, F. A., & Marzuki, M. N. (2021). Test-retest reliability of level-specific CE-Chirp auditory brainstem response in normal-hearing adults. *J Audiol Otol*, *25*(1), 14. [CrossRef]
- Kristensen, S. G., & Elberling, C. (2012). Auditory brainstem responses to level-specific chirps in normal-hearing adults. *J Am Acad Audiol*, *23*(09), 712–721. [CrossRef]
- Parlak, A. F., Köycü, A., & Erbek, H. S. (2018). Normative auditory brainstem response values to chirp stimulus in adults with normal hearing. *Kulak Burun Bogaz Ihtis Derg*, *28*(3), 132–140. [CrossRef]
- Rodrigues, G. R. I., Ramos, N., & Lewis, D. R. (2013). Comparing auditory brainstem responses (ABRs) to toneburst and narrow band CE-chirp® in young infants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, *77*(9), 1555–1560. [CrossRef]
- Sabet, V. K., Mahdavi-Zafarghandi, M.-E., Safavi, M., Sharifian, M., & Tabatabaee, S. M. (2014). Comparison of click and CE-chirp-evoked human auditory brainstem responses: a preliminary study. *Audiology*, *23*(4).
- Shore, S. E., & Nuttall, A. L. (1985). High-synchrony cochlear compound action potentials evoked by rising frequency-swept tone-bursts. *J Acoust Soc Am*, *78*(4), 1286–1295. [CrossRef]
- Stürzebecher, E., Cebulla, M., Elberling, C., & Berger, T. (2006). New efficient stimuli for evoking frequency-specific auditory steady-state responses. *J Am Acad Audiol*, *17*(6), 448–461. [CrossRef]
- Trune, D. R., Mitchell, C., & Phillips, D. S. (1988). The relative importance of head size, gender and age on the auditory brainstem response. *Hearing Res*, *32*(2-3), 165–174. [CrossRef]
- Zirn, S., Louza, J., Reiman, V., Wittlinger, N., Hempel, J.-M., & Schuster, M. (2014). Comparison between ABR with click and narrow band chirp stimuli in children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, *78*(8), 1352–1355. [CrossRef]