



## KLİNİK ÇALIŞMA

# BAŞ DÖNMESİ VE DENGESİZLİK ŞİKAYETİ OLAN TEK TARAFLI KOKLEAR İMPLANT KULLANICILARINDA VESTİBÜLER FONKSİYONLAR

Dr. Görkem ERTUĞRUL , Dr. Gonca SENNAROĞLU   
Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Odyoloji Bölümü, Ankara, Türkiye

### ÖZET

**Amaç:** Çalışmamızda, baş dönmesi ve denge bozukluğu şikayeti olan tek taraflı koklear implant kullanıcılarının implantlı ve implantsız taraflarındaki vestibüler fonksiyonlarının retrospektif olarak incelenmesi amaçlanmaktadır.

**Gereç ve Yöntemler:** Bu çalışma, retrospektif tanımlayıcı bir araştırmadır. Çalışmamızda, Ocak 2018 - Eylül 2021 tarihleri arasında baş dönmesi ve dengesizlik şikayeti ile kliniğimize başvuran, iç kulak yapıları normal olan 12 tek taraflı koklear implant kullanıcısının ( $28,0 \pm 19,4$ ) *Video Head Impulse Test* (vHIT), *Vestibular Evoked Myogenic Potentials* (VEMP) ve kalorik test sonuçları geriye dönük olarak incelenmiştir.

**Bulgular:** Bu çalışmada, tek taraflı koklear implant kullanıcılarında en yaygın görülen vestibüler semptom ( $n=7$ , %58), pozisyonel vertigo olarak belirlenmiştir. Bireylerin % 67'sinde ( $n=8$ ) implant tarafındaki yüksek frekans VOR kazançları normal sınırlarda elde edilirken, % 33'ünde ( $n=4$ ) normal sınırların altında elde edilmiştir. Bireylerin implant taraflarındaki sakküler fonksiyonlarının %73'ü anormal bulunurken, implant olmayan taraflarında %27'si anormal bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Bireylerin %64'ünde implantsız taraftaki utriküler fonksiyonlar anormal elde edilirken, %100'ünde implantlı taraftaki utriküler fonksiyonlarında vestibüler kayıp olduğu tespit edilmiştir ( $p > 0.05$ ). Kalorik testin yapıldığı 7 bireyden 5'inde (%71) ise koklear implant tarafında tek taraflı kalorik zayıflık olduğu belirlenmiştir.

**Sonuç:** Baş dönmesi ve denge bozukluğu şikayeti olan tek taraflı koklear implant kullanıcılarında, implantasyon sonrası düzenli vestibüler değerlendirme yapılması önerilmektedir. Koklear implant kullanıcılarının vestibüler fonksiyonlarının değerlendirilmesinde vestibüler test bataryasının bir bütün olarak kullanılması oldukça önemlidir. Ayrıca, koklear implant kullanıcılarının ilerleyen dönemlerde BPPV açısından risk altında oldukları da unutulmamalıdır.

**Anahtar Sözcükler:** Koklear implant, vertigo, dizziness, video baş savurma testi, vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel, kalorik test  
**VESTIBULAR FUNCTIONS IN UNILATERAL COCHLEAR IMPLANT USERS WITH VERTIGO AND DIZZINESS**

### SUMMARY

**Objective:** To investigate the vestibular functions of the implanted and non-implanted sides of unilateral cochlear implant (CI) users with vertigo and dizziness.

**Material and Methods:** In this retrospective study, the vHIT, VEMPs, and caloric test results of 12 unilateral CI users ( $28.0 \pm 19.4$ ) with normal inner ear structures who applied to our clinic due to vertigo and dizziness complaints between January 2018 and September 2021 test were analyzed.

**Results:** In this study, the most common vestibular symptom ( $n=7$ , 58%) in unilateral CI users was determined as positional vertigo. High-frequency VOR gains on the implant side were within normal limits in 67% ( $n=8$ ) of individuals, while it was below normal limits in 33% ( $n=4$ ). On the implant side, 73% of individuals had abnormal saccular functions, while on the non-implant side, 27 % of them had abnormal saccular functions ( $p > 0.05$ ). On the non-implanted side, 64% of individuals had abnormal utricular functions; on the implanted side, 100% of individuals experienced vestibular loss in utricular functions ( $p > 0.05$ ). The caloric test revealed that 5 of 7 people (71%) showed unilateral caloric weakness on the cochlear implant side.

**Conclusion:** Regular vestibular examination in the post-implantation period is suggested in unilateral CI users with vertigo and dizziness. It is really critical to use the complete vestibular test battery to follow-up the vestibular functions of CI users. It should also be kept in mind that CI users are at risk for BPPV in the future.

**Keywords:** Cochlear implant, vertigo, dizziness, video head impulse test, vestibular evoked myogenic potentials, caloric test

## GİRİŞ

Koklear implant, ileri veya çok ileri derecede sensörinöral işitme kaybı olan bireylerde, işitmenin restorasyonu amacıyla cerrahi müdahale ile uygulanan implante edilebilen bir işitme cihazıdır. Koklear implantasyon sırasında, implantın yerleştirildiği taraftaki vestibüler reseptör hücreler yapısal

olarak olumsuz etkilenebilmektedir<sup>1,2</sup>. Koklear implantasyondan hemen sonra implant kullanıcılarının %20'sinde baş dönmesi ve dengesizlik şikayetleri görülse bile, bu vestibüler şikayetlerin hafif düzeyde olduğu ve bir ay içerisinde azaldığı belirtilmektedir<sup>3</sup>. Diğer taraftan, koklear implantın işitme restorasyonunun yanı sıra, uzun vadede koklear implant kullanıcılarına vestibüler açıdan terapötik bir fayda sağladığı da ifade edilmektedir<sup>4</sup>.

Koklear implantın vestibüler sistem üzerindeki kısa vadeli ve uzun vadeli etkileri günümüzde halen güncelliğini koruyan bir tartışma konusudur. Özellikle postoperatif dönemde ilk üç ay, implantasyonun yarattığı

İletişim kurulacak yazar: Dr. Görkem ERTUĞRUL, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Odyoloji Bölümü, Ankara, Türkiye, E-mail: ertugrulgorkem@gmail.com

Gönderilme tarihi: 23 Şubat 2022, yayın için kabul edilme tarihi: 22 Haziran 2022

Kaynak gösterimi Ertuğrul G, Sennaroğlu G. Baş Dönmesi ve Dengesizlik Şikayeti Olan Tek Taraflı Koklear İmplant Kullanıcılarında Vestibüler Fonksiyonlar KBB-Forum 2022;21(2):119-126



vestibüler etkilenimin kalıcı olup olmadığına karar verilmesinde kritik bir öneme sahiptir<sup>5</sup>. Ancak, klinik gözlemlerimize göre bir yıldan daha uzun süre tek taraflı koklear implant kullanan bireylerin baş dönmesi, baş ağrısı ya da dengesizlik şikayetleri ile bölümümüze başvurdukları görülmüştür. Klinik gözlemlerimizin daha kapsamlı araştırılması amacıyla ülkemizde böyle bir çalışmaya gereksinim olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada baş dönmesi ve denge bozukluğu şikayeti olan tek taraflı koklear implant kullanıcılarının implantlı ve implanstız taraflarındaki vestibüler fonksiyonlarının retrospektif olarak incelenmesi amaçlanmaktadır.

## HASTALAR VE YÖNTEM

### 1. Bireyler

Bu retrospektif çalışma, GO 21/1315 sayılı numarası ile Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Etik Kurulu tarafından 04.01.2021 tarihinde onaylanmıştır. Bu çalışma kapsamında Ocak 2018-Eylül 2021 tarihleri arasında baş dönmesi ve denge bozukluğu nedeniyle Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Odyoloji Bölümünde vestibüler değerlendirmeleri yapılan 20 tek taraflı koklear implant kullanıcısının *Video Head Impulse Test* (vHIT), *Vestibular Evoked Myogenic Potentials* (VEMP) ve kalorik test verileri geriye dönük olarak incelenmiştir. Koklear implantasyonun postoperatif ilk 3 aylık dönemde vestibüler sistem üzerindeki geçici etkisini ekarte etmek amacıyla çalışmaya en az 1 yıldır tek taraflı koklear implant kullanan bireylerin verileri dahil edilmiştir. Dosya incelemesi sırasında iç kulak anomalisi olduğu belirlenen 3 bireyin ve Nörofibromatozis Tip 2 olan 1 bireyin vestibüler test bulguları analizlere dahil edilmemiştir. Bir yıldan daha kısa süre koklear implant kullanan 1 birey ile dosya incelemesine göre zihinsel, bilişsel veya nörolojik bir hastalığı olduğu belirlenen 3 bireyin verileri de çalışmaya dahil edilmemiştir. Bu çalışmada nihai olarak, 12 tek taraflı koklear implant kullanıcısının (yaş ortalaması: 28,0 ± 19,4 yıl; minimum-maksimum: 10,8-68,0 yaş) vestibüler bulguları incelenmiştir. Çalışmaya verisi dahil edilen 12 bireyin 5'i kadın, 7'si erkektir. Hastane dosyalarında bulunan radyolojik görüntüleme raporlarına (BT, MRG) göre çalışmaya dahil edilen bireylerin iç kulak yapılarının normal

sınırlarda olduğu bilgisine ulaşılmıştır. Bireylerin implant kullanım sürelerinin ortalaması 5,7 ± 4,5 yıl (minimum - maksimum: 1,8 - 14,4) olarak belirlenmiştir. Bireylerden dördünün koklear implantı sağ tarafta bulunurken, sekizinin implantı sol tarafta bulunmaktadır. Bu çalışmada bireylerin vestibüler şikayetleri *Bárány Society* vestibüler semptom sınıflama kriterleri<sup>6</sup> esas alınarak sınıflandırılmış olup, bireylerin temel şikayetleri, eşlik eden ikinci şikayetleri ve demografik bilgileri Tablo 1 de gösterilmiştir.

### 2. Veri Toplama Araçları

Retrospektif çalışma verilerimiz, baş dönmesi ve denge bozukluğu olan bireylerin vestibüler değerlendirmesinde kliniğimizde rutin olarak kullanılan vHIT, VEMP ve kalorik test cihazlarından toplanmıştır. Bu testlere ilişkin ayrıntılı bilgiler aşağıda sunulmuştur:

#### 2.1. Video Head Impulse Test (vHIT)

Semisirküler kanal (SSK) disfonksiyonlarını belirlemek amacıyla kullanılan bir vestibüler değerlendirme testidir. Açısız vestibülo-oküler refleks (VOR) değerlendirmesinde altın standart olarak kabul edilir. Test sırasında birey 1 m mesafedeki görsel uyarana bakarken, başı horizontal ve vertikal semisirküler kanal düzlemlerinde 15-20° açı ile 150-200 °/sn hızla aniden savrulur. Bu sırada bireyin göz hareketleri, baş hızı ve göz hızı ayaklı kamera veya *goggle* sistemleri ile kaydedilir. Test sonunda, her bir SSK için ortalama VOR kazancı otomatik olarak cihaz tarafından hesaplanır. Bu çalışmada retrospektif vHIT verileri, bölümümüzde bulunan *Synopsis Ulmer VHIT (Marseille, France)* cihazından toplanmıştır. Çalışmada 0,80 ve üzeri VOR kazançları normal olarak kabul edilmiştir<sup>7,8</sup>.

#### 2.2. Vestibular Evoked Myogenic Potentials (VEMP)

VEMP testleri, otolit organlar olarak bilinen utrikül ve sakkülün yanı sıra vestibüler sinirlerin fonksiyonel durumunu da değerlendiren elektrofizyolojik bir ölçüm yöntemidir. *Cervical VEMP* (cVEMP) testi, bireylerin sternokleidomastoid (SKM) kası üzerine yerleştirilen yüzeysel elektrotlar aracılığı ile bireylerin sakkül ve inferior vestibüler sinir fonksiyonlarını değerlendirir. *Ocular VEMP* (oVEMP) testi ise ekstra-oküler kaslardan biri olan inferior oblik kası üzerine yerleştirilen noninvaziv elektrotlar aracılığı ile bireylerin



utrikül ve superior vestibüler sinir fonksiyonlarını değerlendirir. *Cervical* ve *ocular* VEMP testlerinde, işitsel uyarım ile ortaya çıkan miyojenik potansiyeller (P1-N1 ve N1- P2 dalgaları) kaydedilir. Bu çalışmada retrospektif oVEMP ve cVEMP kayıtları, bölümümüzde bulunan *Otometrics ICS Chartr 200 EP VEMP (Denmark)* cihazından toplanmıştır.

### 2.3. Kalorik Test

Videonistagmografi (VNG) cihazının bir alt testi olan kalorik testte, hava irrigasyonu ile bireylerin dış kulak yolundan otoskop başlığı ile 50°C sıcak ve 24°C soğuk hava verilerek gözlerde oluşan kalorik cevaplar bilgisayar ortamında kaydedilir. Kalorik test, tek taraflı vestibüler zayıflığın tespitinde altın standart olarak kabul edilir. Bu çalışmada retrospektif bitermal hava kalorik test verileri, *Interacoustics Micromedical VNG (USA)* cihazından toplanmıştır.

### 3. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler için IBM SPSS Statistics 21.0 programı kullanılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler olarak, ortalama, standart sapma, frekans, yüzde, maksimum ve minimum değerleri hesaplanmıştır. Bu çalışmada bağımlı değişkenler, vestibulooküler refleks kazancı (niteliksel: normal, anormal), VEMP cevapları (niteliksel: normal, anormal) ve kalorik zayıflık (niteliksel: var, yok) olarak; bağımsız değişkenler ise cinsiyet, yaş, implant kullanım süresi olarak belirlenmiştir. İmplant olan ve implant olmayan taraftaki vestibüler cevaplar arasındaki grup içi karşılaştırmalar parametrik olmayan testlerden bağımlı örneklerde *McNemar* testi ile kullanılarak yapılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi olarak  $p < 0.05$  kabul edilmiştir.

### BULGULAR

Baş dönmesi ve dengesizlik şikayetleri ile vestibüler değerlendirmeleri yapılmış olan 12 tek taraflı koklear implant kullanıcısında en yaygın görülen vestibüler semptom ( $n=7$ , %58), pozisyonel vertigo olarak belirlenmiştir (Tablo 1). Bu oranı baş ağrısı ( $n=4$ , %30) izlemiştir. Dosyalarındaki hikayelerine bakıldığında ise, üç bireyde (B-5, B-9 ve B-10, %25) ayakta veya yürürken postüral dengesizlik (*unsteadiness*) şikayetleri mevcuttur. Bu bireylerden biri olan B-5'te Meniere atakları sırasında iki kez dengeye

bağlı düşme öyküsü bulunmaktadır. İki bireyde (B-8 ve B-10) ise koklear implant aktivasyonu sırasında vertigo şikâyeti bulunmaktadır. Bilateral vestibüler kaybı olan B-7'nin dosyasından elde edilen bilgilere göre, *Bárány Society* tarafından uzaysal oryantasyonun bozulması şeklinde tanımlanan dizziness şikâyeti (%8) bulunmaktadır. Çalışmaya dahil edilen 8 bireyin birden fazla vestibüler şikayeti olduğu belirlenmiş olup, her bir bireye eşlik eden şikayetler Tablo 1'de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Çalışmaya dahil edilen 12 bireyin 5'inde (B-5, B-6, B-9, B-10 ve B-11) hızlı fazı implant olmayan tarafa çakan ve fiksasyon ile baskılanan spontan nistagmus mevcuttur. Baş hareketleri ile tetiklenen ve saniyeler süren pozisyonel vertigo şikâyeti olan 5 bireye yapılan *Dix-Hallpike* testinde ise, hiçbir bireyde BPPV ile karakterize bir pozisyonel nistagmus görülmemiştir. Ancak manevralar sırasında 3 birey (B-6, B-11 ve B-12) minimal vertigo tariflemişlerdir. Tüm bireylerin sakkad, pursuit ve optokinetik nistagmus gibi okülomotor testleri normaldir.

Baş dönmesi ve dengesizlik şikâyeti olan 12 tek taraflı koklear implant kullanıcısının vHIT bulguları incelendiğinde, 8 bireyin (% 67) implantlı taraflarındaki yüksek frekans VOR kazançları normal sınırlarda elde edilirken, 4 bireyin (% 33) implant tarafındaki VOR kazançları normal sınırların altında elde edilmiştir (Şekil 1). Bu 4 bireyden 3'ünde (B-2, B-7 ve B-10) hem implantlı hem de implantsız taraflarındaki tüm SSK'larında vestibüler hipofonksiyon mevcuttur, 1 bireyde (B-9) sadece implant tarafındaki lateral SSK'da (ortalama VOR kazancı = 0.68) vestibüler hipofonksiyon mevcuttur. İmplant tarafında yalnızca bir kanalda VOR kazançlarının anormal elde edildiği bu bireyde (B-9) kümelenmiş overt sakkadlar gözlenirken, altı semisirküler kanalda VOR kazançları anormal elde edilen 3 bireyde kümelenmiş overt ve covert sakkadlar birlikte gözlenmiştir. Bir bireyin (B-10) ise implant tarafındaki tüm VOR kazançları normal sınırlarda bulunurken, implant olmayan tarafında sadece posterior kanalda VOR kazançları normal sınırların altında (ortalama VOR kazancı= 0,60) elde edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen bireylerin, Şekil 1'de gösterilen vHIT bulguları



incelendiğinde, tek taraflı koklear implant kullanıcılarının implantlı ve implantız taraflarındaki VOR kazanç oranları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ).

Bireylerin cVEMP bulguları incelendiğinde (Şekil 2), implant olan tarafta 8 bireyin (%73) cVEMP cevapları anormal (cevap asimetrik veya yok) elde edilirken, implant olmayan tarafta sadece 3 bireyin (%27) cVEMP cevapları anormal elde edilmiştir. Ancak istatistiksel açıdan bireylerin implant olan ve olmayan taraflarının cVEMP cevapları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p= 0.06$ ). Bireylerin oVEMP bulguları incelendiğinde ise, oVEMP testi yapılmış olan 11 bireyden 7'sinde implant olmayan taraftaki oVEMP cevaplarının %64'ü anormal elde edilirken, 11 bireyin (%100)

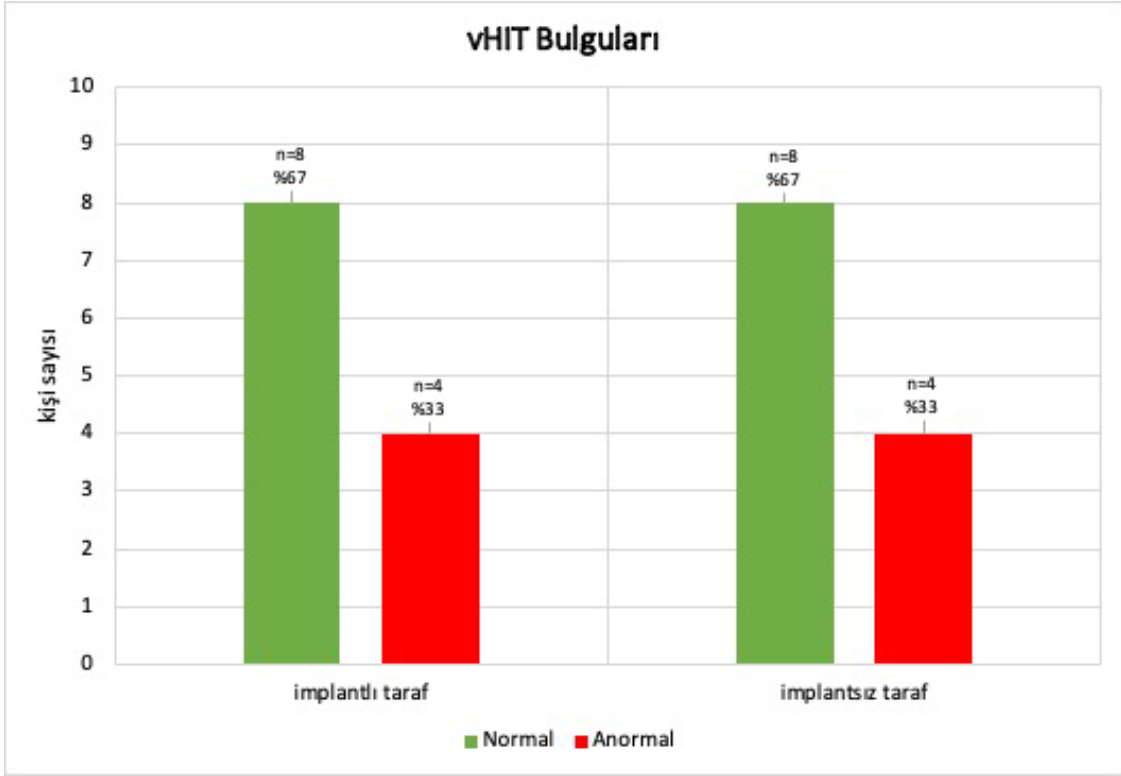
tamamında implant tarafında oVEMP cevapları elde edilememiştir ( $p = 0.12$ ). Dört bireyin (%16) ise implant olmayan taraflarındaki oVEMP cevaplarının normal olduğu bulunmuştur. Çalışmaya dahil edilen 12 bireyden sadece birinin VEMP testi bulunmamaktadır (Şekil 2). Bu nedenle, çalışmada VEMP bulguları toplam 11 bireyin verisi üzerinden analiz edilmiştir.

Kalorik test bulguları incelendiğinde ise hava kalorik testinin 12 bireyden sadece 7'sine yapılabildiği görülmüştür. Kalorik testin yapıldığı 7 bireyden 5'inde (%71) koklear implant tarafında tek taraflı kalorik zayıflık olduğu belirlenmiştir. Diğer 2 bireyin ise kalorik test bulguları normal elde edilmiştir.

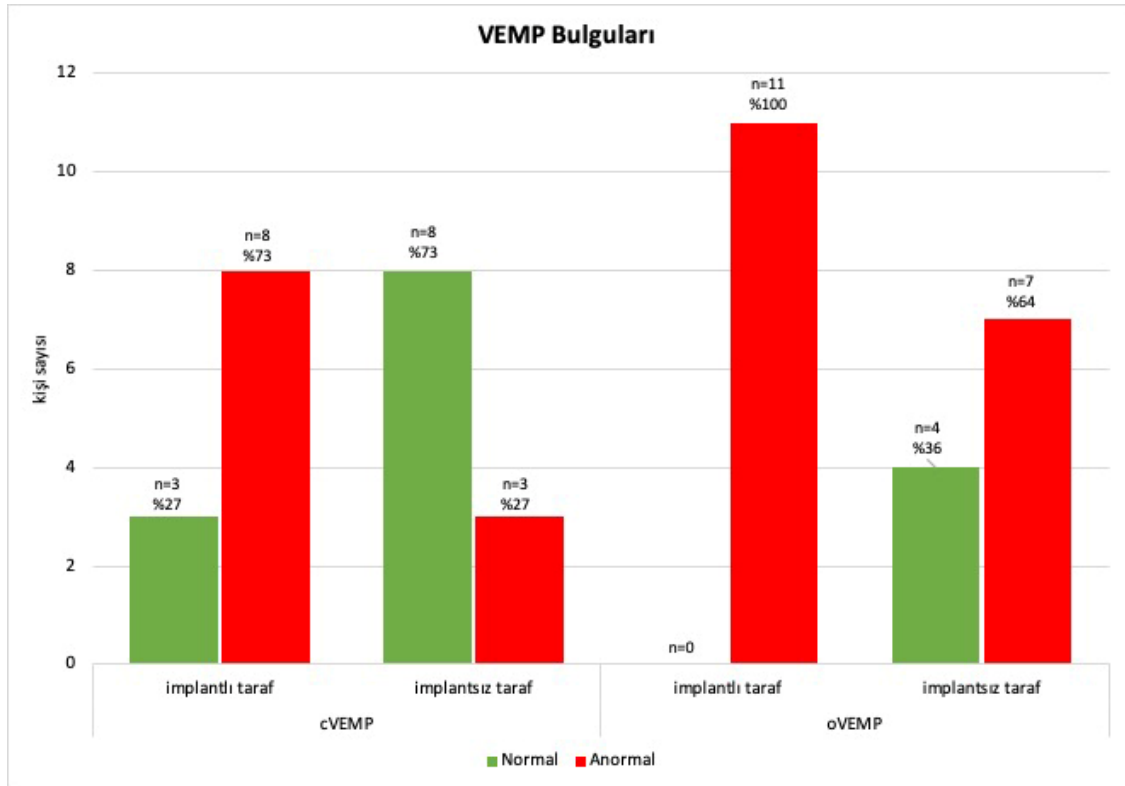
**Tablo 1.** Bireylerin demografik bilgileri

Birey	Cinsiyet	Kronolojik Yaş (yıl)	İmplant Yaşı (yıl)	İmplant Kullanım Süresi (yıl)	İmplant Tarafı	Semptom	Spontan Nistagmus
B-1	K	16,7	9,5	7,2	Sol	Spontan Vertigo <sup>1</sup> , Baş ağrısı <sup>2</sup>	-
B-2	K	17,1	5,2	11,9	Sol	Pozisyonel Vertigo <sup>1</sup>	-
B-3	E	14,0	2,2	11,8	Sağ	Baş ağrısı <sup>1</sup> , Pozisyonel Vertigo <sup>2</sup>	-
B-4	E	10,8	7,1	3,7	Sağ	Baş ağrısı <sup>1</sup> , Pozisyonel Vertigo <sup>2</sup>	-
B-5	E	68,0	65,4	2,6	Sol	Dengesizlik <sup>1</sup> , Dengeye bağlı düşme <sup>2</sup>	+
B-6	E	13,8	10,0	3,8	Sağ	Pozisyonel Vertigo <sup>1</sup>	+
B-7	K	35,9	31,1	4,8	Sol	Dizziness <sup>1</sup>	-
B-8	E	23,0	17,1	5,9	Sağ	Aktivasyon sırasında Vertigo <sup>1</sup> , Baş ağrısı <sup>2</sup>	-
B-9	K	56,8	51,4	5,4	Sağ	Pozisyonel Vertigo <sup>1</sup> , Dengesizlik <sup>2</sup>	+
B-10	E	48,1	46,3	1,8	Sağ	Aktivasyon sırasında Vertigo <sup>1</sup> , Dengesizlik <sup>2</sup>	+
B-11	E	18,2	3,8	14,4	Sağ	Pozisyonel Vertigo <sup>1</sup>	+
B-12	K	14,1	7,1	7,0	Sağ	Pozisyonel Vertigo <sup>1</sup>	-

+ Hızlı fazı implant olmayan tarafa çakan ve fiksasyonla baskılanan periferik orijinli spontan nistagmusun varlığını ifade eder. <sup>1</sup> Temel şikayet; <sup>2</sup> İkinci şikayet



Şekil 1: Bireylerin vHIT bulguları



Şekil 2: Bireylerin oVEMP ve cVEMP bulguları



## TARTIŞMA

Bu çalışmada baş dönmesi ve dengesizlik şikayetleri olan tek taraflı koklear implant kullanıcılarının vestibüler fonksiyonları geriye dönük olarak incelenmiş olup, implantlı ve implantsız taraflarındaki vestibüler fonksiyonları karşılaştırılmıştır.

Çalışmamızda tek taraflı koklear implant kullanıcılarında en yaygın görülen vestibüler semptom pozisyonel vertigo (%58) olarak belirlenmiştir. Bu oranı sırasıyla baş ağrısı (%30), postüral kontrol ile ilişkili dengesizlik (%25) izlemektedir. Pozisyonel vertigo şikayeti olan 7 bireyin koklear implant kullanım süreleri incelendiğinde, bu bireylerin 3 yıldan daha uzun süre koklear implant kullandıkları dikkati çekmektedir. *Dix-Hallpike* manevrasında bu bireylerden ikisi (B-6, B-12) implant tarafında, biri (B-11) ise implantın olmadığı tarafta pozisyonel vertigo tariflemişlerdir. Ancak VNG *goggle* ile yapılan manevralar sırasında bu bireylerde herhangi bir pozisyonel nistagmus gözlenmemiştir. *Roll* manevrasında ise bu bireylerde ne pozisyonel vertigo ne de nistagmus gözlenmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda, pozisyonel vertigo şikayeti olan tek taraflı koklear implant kullanıcılarından beşinde kompanze Benign Paroksizmal Pozisyonel Vertigo (BPPV), ikisinde ise dekompanze (subklinik) BPPV olduğu düşünülmüştür. Dekompanze BPPV düşünülen bireylere aynı seansta Epley manevrası uygulanmış ve aynı seansta pozisyonel vertigo şikayetlerinin azaldığı görülmüştür. Koklear implant sonrası BPPV görülme oranının araştırıldığı bir çalışmada<sup>9</sup>, 70 koklear implant kullanıcısında implantasyon sonrası 8 bireyde BPPV görüldüğü (7'sinde implant tarafında, 1'inde implant olmayan tarafta) bildirilmektedir. Aynı çalışmada 5 hastada, BPPV semptomlarının implant aktivasyonundan 7 ila 130 gün sonra başladığı; 2 hastada ise semptomların koklear implant aktivasyonundan önce başladığı belirtilmektedir<sup>9</sup>. Literatürde koklear implant kullanıcılarında BPPV oluşumu ile ilgili olarak üç farklı hipotez ileri sürülmektedir<sup>10</sup>: Birinci hipotez, kokleostomi sırasında kemik tozu parçacıklarının kokleaya düştüğünü öne

sürmektedir. İkinci hipotez, koklear implant cerrahisinde turlama işlemi sırasındaki titreşimlerin, otokonyaları labirente doğru kaydırıldığını öne sürmektedir. Üçüncü hipotez ise elektriksel uyarım nedeniyle otokonyaların yerinden çıktığını öne sürmektedir. Çalışmamızda saniyeler süren pozisyonel vertigo şikayeti olan bireylerin şiddetli bir akut BPPV atak öyküleri bulunmamaktadır. Ancak bu bireyler implantasyon sonrası ara ara tekrarlayan kısa süreli baş dönmelerinin günlük yaşamlarını olumsuz etkilediği belirtmişlerdir. Bu bilgiler ışığında koklear implant kullanıcılarının eski kullanıcı olsalar bile implantasyon sonrası süreçte BPPV açısından risk altında oldukları unutulmamalıdır.

Çalışmamızda bireylerin implantlı ve implantsız taraflarındaki yüksek frekans SSK fonksiyonları ve VOR kazançları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ). Barbara ve arkadaşları<sup>11</sup>, tek taraflı koklear implantasyon sonrası erken dönemde vestibüler fonksiyonları değerlendirdikleri çalışmalarında, bireylerin implantasyon öncesi ve sonrası vHIT ve cVEMP bulgularını karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar bireylerin implantasyon öncesi ve sonrası vestibüler fonksiyonları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulamamakla birlikte, cVEMP testinin vHIT'e göre implantasyon sonrasında oluşan vestibüler hipofonksiyonu tespit etmek için daha duyarlı bir test olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışma ile uyumlu olarak, çalışmamızda benzer bulgular elde edilmiştir.

Çalışmamızda tek taraflı implant kullanan bireylerin implant taraflarındaki sakküler fonksiyonlarının %73'ü anormal (cevap asimetric veya yok) bulunurken, implant olmayan taraflarında %27'si anormal bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Cushing, et al.<sup>12</sup> çalışmalarında, koklear implant kullanan çocukların %38-51'inde bilateral veya unilateral sakküler fonksiyonlarında cevap olmadığını belirtmişlerdir. İmplantasyon öncesi ve sonrası VEMP yanıtlarının incelendiği bir başka çalışmada<sup>13</sup>, araştırmacılar işitme kaybının etiolojisine bakılmaksızın koklear implantasyon yapılan çocukların %80'inden fazlasında sakküler fonksiyonlarında azalma olduğunu



vurgulamışlardır. Literatürde koklear implantın otolit fonksiyonlar üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalar<sup>11,13</sup> kokleaya yakınlığı nedeniyle sakküler fonksiyonlara odaklansa da, Tien ve Linthicum<sup>14</sup> histopatolojik çalışmalarında, koklear implant cerrahisinin sakküldeki reseptör hücrelerin yanı sıra utriküler fonksiyonları da etkilediğini ortaya koymuşlardır. Kliniğimizde, implant kullanıcılarının vestibüler sistem değerlendirmesinde cVEMP ve oVEMP testleri rutin olarak kullanılmaktadır. Çalışmamızda istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmamakla birlikte, tek taraflı koklear implant kullanıcılarının implant olmayan taraflarındaki utriküler fonksiyonlarının %64'ü anormal elde edilirken, implant taraflarının %100'ünde utriküler fonksiyonlarında vestibüler kayıp olduğu tespit edilmiştir ( $p > 0.05$ ). Literatür ile uyumlu olarak bu çalışma, çok ileri derecede sensörinöral işitme kaybının sakküler fonksiyonların yanı sıra utriküler fonksiyonları da etkilediğini göstermektedir. Ayrıca, bu çalışmada işitme kaybı restorasyonu için uygulanan koklear implantasyonun bireylerin implant taraflarındaki otolit organlarda vestibüler hipofonksiyon riskini arttırabileceğini ortaya koymaktadır.

Çalışmamızda kalorik testin yapıldığı bireylerin %71'inde koklear implant taraflarında kalorik zayıflık olduğu belirlenmiştir. Literatürde bulunan önceki çalışmalarda<sup>1,15,16</sup>, koklear implant kullanıcılarında postüral dengesizlik görüldüğü belirtilmektedir. Abramides ve arkadaşları,<sup>17</sup> koklear implant kullanıcılarında kalorik testin, özellikle implantasyondan sonraki bir yılda bireylerin postüral kontrol becerilerinin öngörülebilmesinde belirleyici bir test olduğunu öne sürmektedir.

Çalışmamızın sınırlılıklarından biri, baş dönmesi ve denge bozukluğu olan tek taraflı koklear implant kullanıcılarının preoperatif ve postoperatif vestibüler bulgularının olmamasıdır. Çalışmaya dahil edilen bireylerin büyük bir kısmı eski implant kullanıcılarıdır. Pediatrik vestibüler alanındaki tecrübelerimizin artması ile birlikte son 4 yılda koklear implant adaylarının rutin preoperatif ve postoperatif takipleri kliniğimizde yapılmaya başlanmıştır. Ancak son 2 yılda pandemi nedeniyle preoperatif değerlendirmeler ve takipler aksamıştır.

Çalışmanın ikinci sınırlılığı ise örneklem sayısının sınırlı olmasıdır. Çalışmaya sadece bir yıldan uzun süre tek taraflı koklear implant kullanan, iç kulak yapıları normal olup vestibüler şikayetleri bulunan bireyler dahil edilmiştir. Bu nedenle örneklemimiz oldukça sınırlıdır. Gelecek çalışmalarda, daha geniş bir örneklemle vestibüler şikayeti olan ve olmayan tek taraflı koklear implant kullanıcılarının preoperatif ve postoperatif vestibüler bulgularının karşılaştırılması, koklear implantın vestibüler sistem üzerindeki uzun dönem etkilerinin anlaşılması bakımından oldukça yararlı olacaktır.

Çalışmamızda vestibüler şikayetleri olan tek taraflı koklear implant kullanıcılarının vHIT ile değerlendirilen yüksek frekans SSK fonksiyonları implantlı ve implantsız tarafta birbirine benzer bulunurken, kalorik test ile değerlendirilen alçak frekans lateral SSK fonksiyonlarında implantlı taraf lehine tek taraflı vestibüler hipofonksiyon olduğu bulunmuştur. Ayrıca, bu bireylerin implant taraflarındaki utrikül ve sakkül fonksiyonlarında da implant olmayan taraflarına göre olumsuz etkilenim olduğu gösterilmiştir. Bu nedenle, baş dönmesi ve denge bozukluğu şikayeti olan tek taraflı koklear implant kullanıcılarında implantasyon sonrası süreçte olası vestibüler kaybın belirlenmesi için vestibüler değerlendirme ve takiplerin düzenli yapılması önerilmektedir. Tek taraflı koklear implant kullanıcılarının implantlı ve implantsız taraflarındaki vestibüler fonksiyonlarında oluşan değişimlerin izlenmesinde vestibüler test bataryasının bir bütün olarak kullanılması oldukça önemlidir. Son olarak, koklear implant kullanıcısı olan bireylerin ilerleyen dönemlerde BPPV açısından risk altında oldukları da unutulmamalıdır.

### **Etik Beyan**

Bu çalışma, GO 21/1315 sayı numarası ile Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Etik Kurulu tarafından 04.01.2021 tarihinde onaylanmıştır.

### **Çıkar Çatışması**

Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.



## KAYNAKLAR

1. Maheu M, Pagé S, Sharp A, Delcenserie A, Champoux F. The impact of vestibular status prior to cochlear implantation on postural control: A multiple case study. *Cochlear implants international* 2017; 18:250-255.
2. Buchman CA, Joy J, Hodges A, Telischi FF, Balkany TJ. Vestibular effects of cochlear implantation. *The Laryngoscope* 2004; 114:1-22.
3. Parmar A, Savage J, Wilkinson A, Hajioff D, Nunez DA, Robinson P. The role of vestibular caloric tests in cochlear implantation. *Otolaryngology--Head and Neck Surgery* 2012; 147:127-131.
4. Gnanasegaram JJ, Parkes WJ, Cushing SL, McKnight CL, Papsin BC, Gordon KA. Stimulation from cochlear implant electrodes assists with recovery from asymmetric perceptual tilt: evidence from the subjective visual vertical test. *Frontiers in integrative neuroscience* 2016; 10:32.
5. Coudert A, Van HT, Ayari-Khalfallah Set al. Vestibular assessment in Cochlear implanted children: How to do? When to do? A review of literature. *Current Otorhinolaryngology Reports* 2017; 5:259-267.
6. Bisdorff A, Von Brevern M, Lempert T, Newman-Toker DE. Classification of vestibular symptoms: towards an international classification of vestibular disorders. *Journal of Vestibular Research* 2009; 19:1-13.
7. Wiener-Vacher SR, Wiener SI. Video head impulse tests with a remote camera system: normative values of semicircular canal vestibulo-ocular reflex gain in infants and children. *Frontiers in neurology* 2017; 8:434.
8. Murnane O, Mabrey H, Pearson A, Byrd S, Akin F. Normative data and test-retest reliability of the SYNAPSYS video head impulse test. *Journal of the American Academy of Audiology* 2014; 25:244-252.
9. Viccaro M, Mancini P, La Gamma R, De Seta E, Covelli E, Filipo R. Positional vertigo and cochlear implantation. *Otology & neurotology* 2007; 28:764-767.
10. Limb C, Francis H, Lustig L, Niparko J, Jammal H. Benign positional vertigo after cochlear implantation. *Otolaryngology?Head and Neck Surgery* 2005; 132:741-745.
11. Barbara M, Talamonti R, Benincasa AT et al. Early assessment of vestibular function after unilateral cochlear implant surgery. *Audiology and Neurotology* 2020; 25:50-59.
12. Cushing SL, Papsin BC, Rutka JA, James AL, Gordon KA. Evidence of vestibular and balance dysfunction in children with profound sensorineural hearing loss using cochlear implants. *The Laryngoscope* 2008; 118:1814-1823.
13. Cushing SL, Gordon KA, Rutka JA, James AL, Papsin BC. Vestibular end-organ dysfunction in children with sensorineural hearing loss and cochlear implants: an expanded cohort and etiologic assessment. *Otology & Neurotology* 2013; 34:422-428.
14. Tien H-C, Linthicum Jr FH. Histopathologic changes in the vestibule after cochlear implantation. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery* 2002; 127:260-264.
15. Ertugrul G, Sennaroglu G, Karakaya J, Sennaroglu L. Postural instability in children with severe inner ear malformations: Characteristics of vestibular and balance function. *International Journal of Audiology* 2021; 60:115-122.
16. Ertugrul G, Sennaroglu G, Sennaroglu L. Postural Control in Subjects with Incomplete Partition Inner Ear Malformations: A Comparison of Incomplete Partition Types. *ORL* 2021:1-8.
17. Abramides PA, Bittar RS, Tsuji RK, Bento RF. Caloric test as a predictor tool of postural control in CI users. *Acta otolaryngologica* 2015; 135:685-691.