

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI
ODYOLOJİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**HEMODİYALİZ TEDAVİSİ GÖREN KRONİK BÖBREK
YETMEZLİĞİ HASTALARINDA İŞİTME VE DENGİ SİSTEMİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**HAZIRLAYAN
AHMET ÖZMEN**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANKARA – 2022

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI
ODYOLOJİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**HEMODİYALİZ TEDAVİSİ GÖREN KRONİK BÖBREK
YETMEZLİĞİ HASTALARINDA İŞİTME VE DENGESİSİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**HAZIRLAYAN
AHMET ÖZMEN**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEZ DANIŞMANI

PROF.DR. HATİCE SEYRA ERBEK

ANKARA – 2022

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji Tezli Yüksek Lisans Programı çerçevesinde Ahmet Özmen tarafından hazırlanan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 1/06/2022

Tez Adı: Hemodiyaliz tedavisi gören kronik böbrek yetmezliği hastalarında işitme ve denge sisteminin değerlendirilmesi...

Tez Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı - Soyadı, Kurumu)

İmza

ONAY

Enstitü Müdürü

Tarih: ... / ... /

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS / DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 01/06/2022

Öğrencinin Adı, Soyadı: Ahmet ÖZMEN

Öğrencinin Numarası:

Anabilim Dalı: Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı

Programı: Odyoloji Tezli Yüksek Lisans Programı

Danışmanın Unvanı/Adı, Soyadı:

Tez Başlığı: Hemodiyaliz tedavisi gören kronik böbrek yetmezliği hastalarında işitme ve denge sisteminin değerlendirilmesi

Yukarıda başlığı belirtilen Yüksek Lisans/Doktora tez çalışmamın; Giriş, Ana Bölümler ve Sonuç Bölümünden oluşan, toplam 33 sayfalık kısmına ilişkin, 12/04/2022 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 19'dır. Uygulanan filtrelemeler:

1. Kaynakça hariç
2. Alıntılar hariç
3. Beş (5) kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

“Başkent Üniversitesi Enstitüleri Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Usul ve Esaslarını” inceledim ve bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranlarına tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Öğrenci İmzası:.....

ONAY

TEŞEKKÜR

Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji Yüksek Lisans programı eğitimimi bitirirken, eğitim sürecimde bilimsel ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen anabilim dalı başkanımız değerli basta
olmak üzere,

Yüksek Lisans eğitimim süresince ve tezimin her aşamasında bana her türlü desteği sağlayan, bilgi ve deneyimlerini benden esirgemeyen ayrıca tecrübelerinden yararlanırken bana karşı göstermiş olduğu hoşgörü ve sabırdan dolayı tez danışmanım değerli hocam Sn. çok teşekkür ederim.

Eğitimim boyunca bana göstermiş oldukları ilgi ve yardımlarından dolayı değerli hocalarım, Doç. Dr. Feriye Kayaalp'e, Sn. Prof. Dr. Adnan Karatoprak'a, Sn. Doç. Dr. Mustafa Zeynel Abidin Çelebi'ye, Sn. Doç. Dr. Mustafa Özgür'e, Sn. Doç. Dr. Mustafa Özgür'e, Sn. Doç. Dr. Mustafa Özgür'e teşekkür ederim.

Yüksek Lisans eğitimim süresince ve tez aşamasında beni hiç yalnız bırakmayan ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Sn. _____,

Bu zorlu ve stresli süreçte bana duydukları güvenleri ile beni motive eden, değerli hocam Sn. _____, yanımda olan dostlarıma ve mesai arkadaşlarıma _____,

Bugünlere gelmemi sağlayan biricik aileme ve Yüksek Lisans Eğitimine başlamamda ki en önemli faktör olan canım kızım en içten duygularıyla çok teşekkür ederim.

ÖZET

Ahmet Özmen, Hemodiyaliz tedavisi gören kronik böbrek yetmezliği hastalarında işitme ve denge sisteminin değerlendirilmesi. Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji Tezli Yüksek Lisans Programı. Ankara, 2022

Amaç: Bu çalışmanın amacı, Kronik Böbrek Yetmezliği (KBY) tanısı ile hemodiyaliz tedavisine alınan erişkin hastalarda işitme ve denge sisteminde oluşan değişiklikleri KBY hastalığı olmayan bireylere kıyasla incelemektir.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışma, KBY tanısı olan, 18-50 yaş arası ve haftada üç gün hemodiyaliz tedavisine alınan 35 hasta ile 35 sağlıklı bireyden oluşmaktadır. Bütün katılımcılara odyovestibüler sistem bütünlüğünün değerlendirilmesi için saf ses odyometrisi, Video Head Impulse test (vHIT), Post Head Shake Nistagmus test ve baş dönmesi engellilik anketi (DHI) uygulamıştır. Veriler uygun istatistiksel yöntemler ile değerlendirilmiştir.

Bulgular: Çalışma kapsamındaki hasta grubunun yaş ortalaması 33.09 ± 6.8 (yıl); Hasta grubunun 16 kişisi erkek (%45.5) 19 kişisi kadındır (%51.4). Kontrol grubunun 17 kişisi erkek (%51.5), 18 kişisi ise kadındır (%48.6). Normal bireylere kıyasla hemodiyaliz hastalarında saf ses ortalamalarının hem konuşma frekanslarında hem yüksek frekanslarda anlamlı olarak yüksek bulunmuştur ($p=0,001$). DHI skoru açısından hasta gruplarının kontrol gruplarına oranla skorları daha yüksektir ($p=0,001$). vHIT testinde her iki taraf semisirküler kanallar için kazanç (gain) asimetri açısından hasta ve kontrol grupları arasında asimetri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur($p<0,05$). Çalışma ve kontrol grupları arasında sol ve sağ lateral kanallarda sakkad varlığı ayrı ayrı Ki-Kare test ile incelenmiştir ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($\chi^2=6.56$, $p=0,03$). Hastaların %17,1'inde hem sol hem sağ lateral sakkad var iken; kontrol grubunda lateral kanallarda sakkad görülmemiştir. Hasta ve kontrol gruplarının post-Head shake testi sonrası nistagmus varlığı açısından yapılan Ki-Kare test sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p=0,025$). Araştırma kapsamındaki hemodiyaliz hastaların ölçülen kan parametreleri ile sakkad varlığı arasındaki ilişki incelenmiştir. LARP (Sol

Anterior Sağ Posterior) sakkad varlığı ile BUN/kreatinin oranı arasında ters ilişki; RALP (Sağ Anterior Sol Posterior) sakkad varlığı ile kreatinin yüksekliği arasında doğru ilişki tespit edilmiştir. Hemodiyaliz hastalarının hastalık süresi arttıkça vHIT testinde sakkad varlığının anlamlı olarak arttığı da gözlenmiştir.

Sonuç: vHIT testi, hemodiyaliz tedavisi alan KBY hastalarında vestibüler sistemin değerlendirilmesinde kolaylıkla kullanılabilecek önemli bir testtir. Kreatinin yükseldikçe ve hastalık süresi arttıkça vHIT testinde overt ve covert sakkadların anlamlı olarak arttığı bu çalışma ile tespit edilmiştir. KBY hastalarında kreatinin yüksekliği ve hastalık süresinin vestibüler yan etkilerini vHIT ile takip etmede klinik kullanımının yaygınlaştırılması, ileride yapılacak çalışmalar ile mümkün olabilir.

Anahtar Kelimeler: kronik böbrek yetmezliği, video head impulse test (VHIT), başdönmesi engellilik anketi, post head shake Nistagmus

Bu çalışma Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu tarafından onaylanmış (Proje no: KA21/311) ve Başkent Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir.

ABSTRACT

Ahmet Özmen, Evaluation of hearing and balance system in chronic renal failure patients receiving hemodialysis treatment. Baskent University Health Science Institute, Department of Otorhinolaryngology, Audiology Master's Program with Thesis, Ankara, 2022.

Aim: The purpose of this study is to evaluate the changes in the hearing and balance system in adult patients with the diagnosis of Chronic Kidney Failure (CRF) who are treated with hemodialysis, compared to the healthy individuals without CRF.

Materials and Methods: This study consists of 35 patients diagnosed with CRF and receiving hemodialysis treatment three days a week, aged between 18 and 50, 35 healthy individuals. Pure tone audiometry, Video Head Impulse test (vHIT), Post Head Shake Nystagmus test and dizziness disability questionnaire (DHI) were applied to all participants to evaluate the integrity of the audiovestibular system. The data were evaluated with appropriate statistical methods.

Results: The mean age of the patient group in the study was 33.09 ± 6.8 ; of the patient group, 16 (45.5%) were male and 19 (51.4%) were female. In the control group, 17 people (51.5%) were men and 18 people (48.6%) were women. Pure tone averages were found to be significantly higher in both speech frequencies and high frequencies in hemodialysis patients compared to normal individuals ($p=0,001$). In terms of DHI score, the scores of the patient groups are higher than the control groups ($p=0,001$). In the vHIT test, there is no statistically significant difference between the patient and control groups in terms of gain asymmetry for the semicircular canals on both sides ($p<0,05$). The presence of saccades in the left and right lateral canals between the study and control groups were examined separately by Chi-Square test, and a statistically significant difference was found ($\chi^2=6.56$, $p=0,03$). While 17.1% of the patients had both left and right lateral saccades; Saccades were not observed in the lateral canals in the control group. A statistically significant difference was found in the Chi-square test results of the patient and control groups in terms of the presence of nystagmus after the post-head shake test ($p=0,025$). The relationship between the measured blood parameters of hemodialysis patients and the presence of saccades was investigated. Inverse relationship between the presence of LARP (left anterior right posterior) saccade and BUN/creatinine ratio; A correct correlation was determined between the presence of RALP (right anterior left posterior) saccade and

creatinine elevation. It was also observed that the presence of saccades in the vHIT test increased significantly as the disease duration of hemodialysis patients increased.

Conclusion: The vHIT test is an important test that can be easily used in the evaluation of the vestibular system in CRF patients receiving hemodialysis treatment. In this study, it was determined that the overt and covert saccades in the vHIT test increased significantly as the creatinine increased and the duration of the disease increased. Expanding its clinical use in monitoring the vestibular side effects of creatinine elevation and disease duration in CRF patients with vHIT may be possible with future studies.

Key Words: chronic renal failure, video head impulse test (vHIT), Dizziness handicap inventory, post-head shake Nystagmus.

This study was approved by Baskent University Institutional Review Board (Project no:KA 21/311) and supported by Baskent University Research Fund.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar LİSTESİ	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	x
1.GİRİŞ.....	1
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1.İç Kulak	3
2.2.Vestibüler Sistem	4
2.2.1. Vestibüler sistem embriyolojisi.....	4
2.2.2. Vestibüler sistem anatomi ve fizyolojisi	5
2.2.2.1. Periferik vestibüler sistem	5
2.2.2.1. Semisirküler kanallar	5
2.2.2.1.2. Otolit organlar	8
2.2.2.2. Santral vestibüler sistem.....	10
2.2.2.2.1 Görsel ve somatosensöriyel sistem	11
2.2.2.2.2. Vestibülo oküler refleks	12
2.2.2.2.3. Otolit-oküler bağlantılar.....	14
2.2.2.2.4. Vestibülospinal yollar	14
2.3. Vestibüler Sistem Değerlendirilmesi.....	15
2.3.1. Vestibüler fonksiyon testler	15
2.3.1.1. Videonistagmografi	15
2.3.1.2. Video baş itme testi (head impulse/head thrust test) –VHIT	18

2.3.1.3 Baş Dönmesi Engellilik Anketi (Dizziness Handicap Inventory, DHI)	19
2.4. Kronik Böbrek Yetmezliği	20
2.4.1. Kronik böbrek yetmezliğinin tedavisi	22
2.4.1.1. Koruyucu tedavi	22
2.4.1.2. Böbrek yerine koyma tedavisi (Renal replasman tedavisi)	22
3.GEREÇ VE YÖNTEM	25
4.BULGULAR	31
5.TARTIŞMA.....	38
6.SONUÇ VE ÖNERİLER	45
KAYNAKLAR.....	46
EKLER	52
EK 1. BAŞ DÖNMESİ ENGELLİLİK ANKETİ	52

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1. Araştırma Kapsamındaki Kişilerin Demografik Özellikleri	31
Tablo 2. Çalışma Kapsamındaki Hastaların Yaşlarının Gruplarına Göre Farklılıklarına Ait Analiz Sonuçları	31
Tablo 3. Saf Ses Odyometri Testi Sonuçlarının Gruplar Arasındaki Dağılımları.....	32
Tablo 4. Baş Dönmesi Engellilik Anketi (DHI) puanlarının gruplar arasındaki dağılımı ..	32
Tablo 5. Çalışma Kapsamındaki Hastaların Kazanç (Gain) Asimetri Değerlerinin Gruplarına Göre Farklılıklarına Ait Analiz Sonuçları	33
Tablo 6. Sol ve Sağ Lateral kanaldaki sakkad varlığının gruplar arasındaki dağılımları....	33
Tablo 7.Sol Anterior kanaldaki sakkad varlığının gruplar arasındaki dağılımları	34
Tablo 8. Sağ Anterior kanaldaki sakkad varlığının gruplar arasındaki dağılımları.....	34
Tablo 9. Post head shake nistagmus varlığının gruplar arasındaki dağılımları	34
Tablo 10. Kan parametrelerinin sol lateral kanal sakkad olup olmama durumlarına göre karşılaştırılması.....	35
Tablo 11. Kan parametrelerinin sağ lateral kanal sakkad olup olmama durumlarına göre karşılaştırılması.....	35
Tablo 12. Kan parametrelerinin sol anterior kanal sakkad olup olmama durumlarına göre karşılaştırılması.....	36
Tablo 13. Kan parametrelerinin sağ anterior kanal sakkad olup olmama durumlarına göre karşılaştırılması.....	36
Tablo 14. Kan parametrelerinin sol posterior kanal sakkad olup olmama durumlarına göre karşılaştırılması.....	37
Tablo 15. Çalışma Kapsamındaki Hastaların Hastalık Sürelerinin Sakkad Olup Olmama Durumlarına Göre Farklılıklarına Ait Analiz Sonuçları.....	37

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1. Yarım daire şeklindeki kanalların yönü ve kupula yerleşimi.....	6
Şekil 2. Vestibüler titrek tüylü hücreler	8
Şekil 3. Otoconia ile utrikül makülü	9
Şekil 4. Vestibüler yollar ve refleksler	12
Şekil 5. Ekstraoküler kaslar	13
Şekil 6. vHIT testinde hasta ve uygulayıcının duruşu.....	27
Şekil 7. vHIT testinde bilgisayar ekranındaki yardımcı komut görseli.....	27
Şekil 8. vHIT testinde elde edilen rapor görüntüsü.....	29

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AICA	Artery cerebelli inferior anterior
bHIT	yatak başı head impulse test
BPPV	benign paroksizmal pozisyonel vertigo
dB	decibel
DHI	Dizziness handicap inventory
GA	gain asimetri
GFR	glomerüler filtrasyon hızı (glomerular filtration rate)
Hz	hertz
K	potasyum
KBH	kronik böbrek hastalığı
KBY	kronik böbrek yetmezliği
LARP	left anterior, right posterior
LVST	lateral vestibulospinal yol
MLF	medial longitudinal fasikülüs
ms	milisaniye
MVST	medial vestibulospinal yol
Na	sodyum
OTR	oküler tilt reaction
RALP	right anterior, left posterior
S/N	sensörinöral
SSK	semisirküler kanal
vHIT	Video Head Impulse Test
VNG	Videonistagmografi
VOR	vestibulooküler refleks
μV	mikrovolt

1. GİRİŞ

Kronik böbrek hastalığı (KBH), çeşitli nedenlere bağlı olarak ve farklı kronik hastalıklarla beraber ortaya çıkabilen kronik (en az üç ay devam eden), geriye dönüşümü olmayan nefron kaybı ile sonuçlanabilecek bir hastalık olarak tanımlanmaktadır (1). Glomerular filtrasyon hızı (GFR), böbreklerin kanı temizleme becerisini en iyi gösteren belirteçtir ve 60 ml/dk/1.73 m²'nin altına düşmesi kronik böbrek hastalığının en önemli kriterlerinden biri olarak kabul edilir (2). Hastalığın ilerlemesi ile GFR değerinin 15 ve altına düşmesi ve/veya nefron kaybı ve böbrekte patolojik hasarla beraber prognozun kötüleştiği son dönem kronik böbrek yetmezliği (KBY) gelişmektedir (1,2). Kronik böbrek yetmezliği hastaların tedavisinde en fazla tercih edilen renal replasman tedavi yöntemi hemodiyalizdir (3).

Hemodiyaliz, yarı geçirgen bir membran aracılığı ile hastanın kanı ve uygun diyaliz solüsyonu arasında sıvı-elektrolit değişimini temel alan bir tedavi şeklidir. Sıvı ve elektrolit hareketi, genellikle hastanın kanından diyalizata doğrudur ve bu diyalizatin uzaklaştırılması ile hastada mevcut olan sıvı-elektrolit dengesizliği normal değere yaklaştırılır (2). 2019 yılı Türk Nefroloji Derneği raporuna göre; Ülkemizde renal replasman tedavisi uygulanması gereken son dönem böbrek hastalığı nokta prevalansı 2018 yıl sonu itibarıyla milyon nüfus başına 988.4 olarak hesaplanmıştır (3).

Böbrek ve koklea arasında yapısal, anatomik ve patofizyolojik benzerlikler olduğu tespit edilmiştir. Böbrekte tubular epitelde transport mekanizmasını etkileyen bir ilacın iç kulağı da etkileyebildiği bilinmektedir. Etakrinik asit, furosemid gibi çeşitli diüretikler renal yapıyı etkilediği kadar iç kulağı da etkileyebilir (4). Yapılan çalışmalarda, böbrek yetmezliğinde sensörinöral işitme kaybı insidansı %20-%87 arasında değişmektedir (5). Kronik böbrek yetmezliğinde; nitrik bileşenlerin toksisitesine, elektrolit bozukluklarına ve ototoksik ilaçların kolay penetrasyonuna bağlı olarak işitme kaybı oluşabilir (6).

Literatürde kronik böbrek yetmezliği olan ve hemodiyaliz tedavisi gören hastalarda vestibüler sistem etkilenmesi, kokleanın etkilenmesi kadar incelenmemiştir. KBY hastalarında mineral kemik bozukluğu, elektrolit dengesizlik, anemi ile ilişkili semptomlar, metabolik asidoz, çoklu ilaç kullanımı, yetersiz beslenme, kas atrofileri ve yorgunluk,

intradiyalitik hipotansiyon ve diyalize bağı aritmiler, periferik ve otonom nöropatiler görülebilmektedir (7,8). Yine KBY hastalarının daha yaşlı olduğu, hastalığın genellikle ileri yaşta çeşitli multisistemik hastalıklarla beraber geliştiği bilinmektedir (9). Bu nedenle KBY hastalarında vestibüler sistem etkilenmesi beklenebilecek bir durumdur. Kliniğimizde yapılan bir tez çalışmasında oküler vestibüler uyarılmış myojenik potansiyel testi ile hemodiyaliz tedavisi gören hastalar incelendiğinde kontrol grubuna göre bir farka rastlanmamıştır (10). Yine hemodiyaliz hastalarında dengeyi değerlendirmek için posturografinin kullanıldığı iki çalışmada kontrol grubuna kıyasla diyaliz hastalarında bir farka rastlanmaz iken diyaliz öncesi ve sonrası değerlendirme yapıldığında diyaliz sonrası düşme riskinin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığı tespit edilmiştir(11,12).

Vestibülooküler refleks (VOR), baş hareketi sırasında bakışın sabit kalmasını (sabit bakışın sürdürülmesini), imajın retina üzerinde sabit kalmasını dolayısıyla da doğru görüşün sürdürülebilmesini sağlar (10). Vestibüler sistemin test edilebilmesi çoğu zaman bu refleksi ortaya çıkarma temeline dayanmaktadır.

Video head impulse test (VHIT) testi vestibüler sistemdeki üç semisirküler kanalı ve ayrıca vestibüler sinirin superior ve inferior dalını değerlendiren bir teşhis yöntemidir (13). Bu test ile vestibülooküler refleks (VOR) fonksiyonları değerlendirilir. Vestibüler sistem hakkında yüksek frekans bilgi veren hızlı bir tarama aracıdır (14).

Bu çalışmanın amacı; Kronik Böbrek Yetmezliği tanısı nedeniyle hemodiyaliz tedavisine alınan erişkin hastalarda işitmenin yanı sıra vestibüler sistemde oluşan değişiklikleri saf ses odyogram testi, Video Head Impulse test, Post Head Shake Nistagmus testi ve baş dönmesi engellilik anketi ile KBY hastalığı olmayan bireylere kıyasla incelemektir.

Araştırmanın hipotezleri:

H0: Kronik böbrek yetmezliği nedeniyle hemodiyaliz tedavisine alınan hastalarda VHIT parametreleri ve / veya işitme etkilenmemektedir.

H1: Kronik böbrek yetmezliği nedeniyle hemodiyaliz tedavisine alınan hastalarda VHIT parametreleri ve / veya işitme etkilenmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

İşitme ve denge, duyu organlarımızdan biri olan kulağın en önemli fonksiyonlarıdır. Sesleri algılayıp sinyalleri işleyen ve aynı zamanda vücut postürünün kontrolü, gövde, baş ve göz küresi hareketlerinin koordinasyonu ile görsel fiksasyon gibi hayati işlevlerin gerçekleşmesinde rol alan kulağın bu fonksiyonlar için en önemli kısmı iç kulak bölümüdür (15). Aşağıda konumuzla ilgili olarak kısaca iç kulak, işitme fizyolojisinde iç kulağın önemi vurgulandıktan sonra vestibüler sistem ayrıntılı olarak açıklanmaya çalışılacaktır.

2.1.İç Kulak

İç kulak; işitme için koklea organı ve denge için ise vestibül ve semisirküler kanallarından oluşur. İç kulak ile orta kulak arasında bağlantı, yuvarlak pencere ve oval pencere ile sağlanır. Oval pencere stapes tabanında yer alır (16,17).

Koklea yaklaşık 2,5 kez kıvrılarak helikotrema adı verilen kör bir nokta olarak sonlanan sarmal şeklinde kemiksel bir yapıdır. Apekte biten koklea'nın merkezi dikey aksına modiolus adı verilir. İçerisinde içi sıvı dolu 3 adet membranöz tüp yer alır; skala timpani, skala vestibuli, skala media. Skala timpani ve vestibulide bulunan perilenf, sodyum açısından zengin iken; skala media içinde bulunan endolenf potasyum yönünden zengindir (17).

Endolenf, ekstrasellüler vücut sıvıları arasında, farklı bir özelliğe sahiptir ve intraselüler sıvı özelliği taşımaktadır. Endolenfin stria vaskularisin marjinal hücreleri tarafından perilenfin bir türevi olarak üretildiği düşünülmektedir. Endolenfin emildiği bölgenin endolenfatik kese olduğu bilinmektedir ve sakküler kanallar aracılığıyla utrikül ve sakküle bağlandığı saptanmıştır (18).

Kokleada yer alan Corti organı, akustik enerjinin elektriksel nöral enerjiye dönüştüğü yerdir. Burada yer alan tüy hücreleri iç tüylü ve dış tüylü hücreler olmak üzere iki farklı çeşittir. Yaklaşık olarak 12.500 dış tüy hücresi (DTH) ve 3.500 iç tüy hücresi (İTH) olmak üzere kokleada toplamda 16.000 civarında tüylü hücre bulunur. Tüy hücrelerinin fonksiyonu, mekanik enerjinin elektriksel (nöral) enerjiye dönüştürmek, ses enerjisinin

amplifikasyon derecesini ayarlamak ve ses frekansı seçiciliğine katkıda bulunmak şeklinde sayılabilir (19).

2.2.Vestibüler Sistem

Vestibüler sisteminin birincil rolü, baş hareketleri sırasında bakışı sabit tutmak ve görsel temasın sürdürmesine izin vererek vücut postürünün kontrolü, gövde, baş ve göz küresi hareketlerinin koordinasyonu ile görsel fiksasyon gibi hayati işlevlerin gerçekleşmesinde rol almaktır (20). İnsanlar çevrelerinde hareket ettikçe, bilgi görsel, somatosensoriyel ve vestibüler duyularla toplanıp, entegrasyon için beyin sapına, oradan da son olarak algılama ve işleme için kortekse gönderilir. Görsel ve somatosensoriyel referans bilgisi, hareketin bir fonksiyonu olarak sürekli değişmekte; ancak vestibüler sistemin referansı olarak yerçekimi değişmemektedir. Bu üç kaynaktan gelen bilgi öngörülebilir ve çelişkili olmadığı sürece, denge korunur (21).

Vestibüler sistem periferik ve santral vestibüler sistem olmak üzere iki bölümde incelenir. Periferik vestibüler sistem; semisirküler kanallar, otolit organlar, vestibüler sinir ve vestibüler ganglionlardan oluşur iken; santral vestibüler sistem dört vestibüler nükleus, ikincil nöronları ve santral bağlantılardan meydana gelir (20).

2.2.1. Vestibüler sistem embriyolojisi

Evrimsel olarak incelendiğinde; ilk yerçekimi reseptörü statokist, 600 milyon yıl önce deniz anasında ortaya çıkmıştır (15). Memelilerde başın açısal ve doğrusal hareketini üç boyutta algılamasını sağlayan semisirküler kanallar ve otolitler olarak adlandırılan utrikul ve sakkül evrimleşmiştir. (22).

Filogenetik olarak kulağın ilk gelişen kısmı olan iç kulak, gestasyonel dönemin dördüncü haftasından gelişimine başlar ve yirmi beşinci haftada vestibüler sistem yetişkin formuna erişir (15). Embriyolojik gelişimin yirminci gününde ilk olarak otik disk ortaya çıkar (20). Otuzuncu günde otik disk kaybolur, otik vezikülü veya oto kisti oluşur (20). Otik vezikül değişerek önce kıkırdak, daha sonrasında kemik labirenti (otik kapsül) oluşturur. Yedinci haftada 20 mm büyüklüğe ulaşan embriyoda vestibül, utrikül ve sakkül olmak üzere iki kısma bölünür ve 30 mm çapındaki embriyo (8. hafta) erişkin iç kulak çapına ulaşır. Altıncı haftada semisirküler kanallar (SSK) oluşmaya başlar. On dördüncü

ve on altıncı haftaların arasında her bir SSK kanalının ampullasında crista ampullaris; biri sakkülde, diğeri utrikülde olmak üzere iki tane de makula gelişimi olur (15).

Afferent uçların nöro sensöriyal epitele dönüşmesi dokuzuncu haftada gerçekleşir, daha sonra tüylü hücre gelişimi başlar ve sinir uçları ile sinaps yaparlar (15). Krista yirmi üçüncü haftada, Corti organı ise gelişimin yirmi beşinci haftasında erişkin forma ulaşır. Labirentin geri kalan kısımları prenatal yaşamın ortasında yetişkin haline ulaşsa da aquaductus vestibuli ve endolenfatik kese postnatal dönemde gelişmeye devam ederler (18,23).

2.2.2. Vestibüler sistem anatomi ve fizyolojisi

Vestibüler sistem, periferik ve santral olmak üzere 2 kısımda incelenmektedir.

2.2.2.1. Periferik vestibüler sistem

Periferik vestibüler sistem üç semisirküler kanal ile yatay düzlemde yerleşmiş utrikül ve dikey düzlemde yerleşmiş sakkülden oluşur.

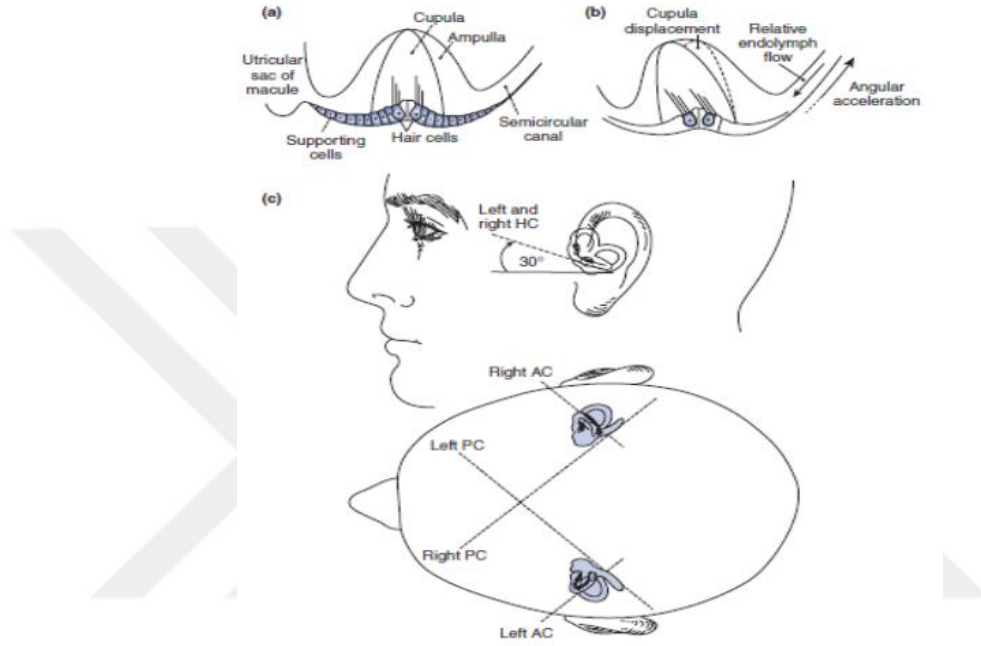
Semisirküler kanllardan dikey yerleşimi olanlar anterior (süperior) ve posterior kanallar, yatay yerleşimi olan ise lateral (horizontal) kanal olarak isimlendirilir. Dikey kanallar kabaca sagittal düzleme 45 derece açı ile horizontal kanal da horizontal düzleme öne doğru 30 derece açı ile yukarı doğru yerleşmiştir (20) (Şekil 1).

2.2.2.1.1. Semisirküler kanallar

Yarım daire şeklindeki kanallar dönme hareketlerini algılamak, otolit organlar doğrusal ivmeyi ve doğrusal hareketi algılar (24).

Üç yarım daire şeklindeki semisirküler kanallar, utriküle tutturulmuş ve içine açılan ince, kavisli tüplerdir. Kanalların her biri bir dairenin yaklaşık üçte ikisini oluşturur ve her biri diğer ikisine dik açılarla uzanır. Yarım daire şeklindeki kanalların her birinin bir ucunda ampulla adı verilen ve duyuşal reseptörü barındıran bir genişleme vardır. Üst ve arka kanalların ampulla taşımayan uçları, utrikülün arka tarafını birleştiren krus komünü oluşturmak için birleşir. Bu nedenle yarım daire şeklindeki kanallarla ilişkili utrikülde beş açıklık vardır. Her bir kanalın duyuşal nöroepitelyumu, ampulla boyunca yarım daire

şeklindeki kanala dik açılarla enine uzanan krista ampullaris adı verilen bir doku sırtında yer alır. Krista, en üst katmanı tek bir duyusal tüy hücresi tabakasından oluşan, ters çevrilmiş eyer şeklinde bir yapıdır. Her krista'nın nöroepitelyumunun yüzey alanı $\sim 1 \text{ mm}^2$ 'dir ve kabaca 7000 duyu hücresi içerir (20). Bu hücrelerin apikal tüyleri 100 mikron uzunluğa ulaşabilir ve ampuller boşluğu transküpüler sıvı akışına kapatan jelatinimsi bir kanat olan kupulaya çıkıntı yapar (25).



Şekil 1. Yarım daire şeklindeki kanalların yönü ve kupula yerleşimi.
HC, horizontal kanal; PC, posterior kanal; AC, anterior kanal (Reproduced with permission from Baloh et al, 2022)

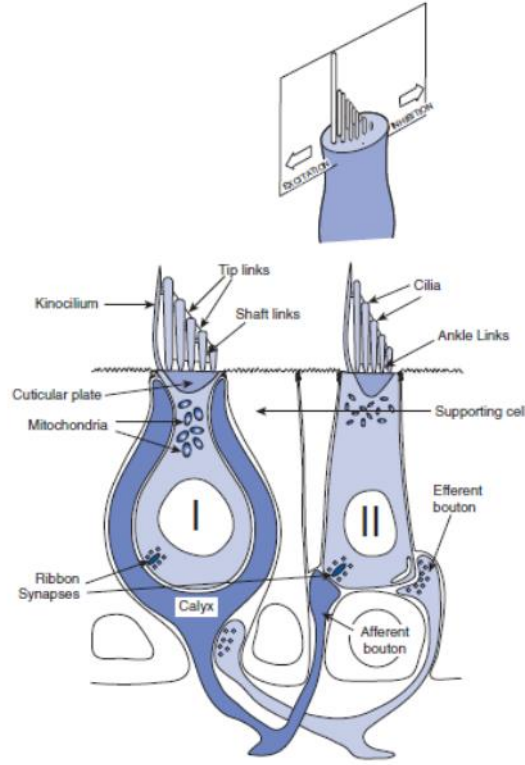
Kupula, tüy hücrelerini sarar ve otokoniyal membranın jelatinimsi tabakasına çok benzer bir materyalden oluşur, ancak otokonisi yoktur ve bu nedenle endolenf ile aynı yoğunluğa sahiptir. Başa uygulanan rotasyon, endolenfin, yani yarım daire şeklindeki kanallardaki sıvının hareketine yol açar. Açısal hızlanma sırasında yarım daire şeklindeki kanallarda meydana gelen çok küçük sıvı yer değiştirmeleri kupulayı hareketlendirir ve bu da reseptör hücrelerindeki siliyaların hareketine neden olur (25).

Başın açısal ivmesi, endolenf içinde bir eylemsizlik kuvveti oluşturur. Endolenfin yer değiştirmesi, kanal duvarları üzerinde viskoz bir sürtünme kuvveti ve elastik bir restoratif kuvvet oluşturan kupula ve siliyer demetlerin telafi edici bir yer değiştirmesine neden olur. Stereosilyanın hareketi, tüy hücresinde bir reseptör potansiyelinin oluşmasına yol açar ve sonuçta tüy hücrelerinde bir hareket meydana gelir. Vestibüler afferent lifler tipik olarak

birden fazla tüy hücresinden uyarı alır ve toplar. Toplanan depolarizasyonlar, açısal kafa hızı ve ivme parametrelerini kodlayan aferentlerde aksiyon potansiyelleri üretir (25). Başın döndürülmesi ve tüy hücrelerinin uyarılmasıyla, algılanan dönme ile ilgili bilgi vestibulokoklear sinir yoluyla beyine iletilir, böylece açısal ivme kodlanabilir, çıkarılabilir ve tanınabilir. Vestibulokoklear sinir, bilgilerin yorumlanabilmesi için iç kulaktan beyine hareket bilgisini gönderir (24).

Tüm vestibüler nöroepitel, iki farklı morfolojik tipte duyu hücre içerir (Şekil 2). Tip I reseptör hücresi oldukça dolgun, kadeh benzeri bir şekle sahiptir ve tamamen sinir kaliksi adı verilen tek, büyük bir sinir ucu ile çevrilidir. Kaliks uçları, vestibüler sinirin büyük ve orta büyüklükteki afferent liflerinin terminalleridir ve duyu hücrelerinden merkezi sinir sistemine bilgi iletir. Tip II reseptör hücreleri daha ince ve silindirik şekildedir ve bazal uçlarında küçük sinir uçları kümelerine sahiptirler. Hem afferent hem de efferent sinir lifleri, tip II duyu hücrelerinde son bulur (15). Tip I ve II hücrelerden çıkan sinir lifleri Scarpa ganglionunda buluşurlar.

Scarpa ganglionu internal akustik meatusun tabanında yer alır. Büyük ganglion hücreleri krista ve makulaların orta kısmından afferent innervasyon sağlarken, küçük ganglion hücreleri ise periferik kısımlarını innerve eder. Superior ve inferior olmak üzere iki parçaya ayrılır. Sinir her iki ganglionla ilişkili olarak iki daldan oluşur. Bunlar superior ve inferior vestibüler sinirlerdir (27).



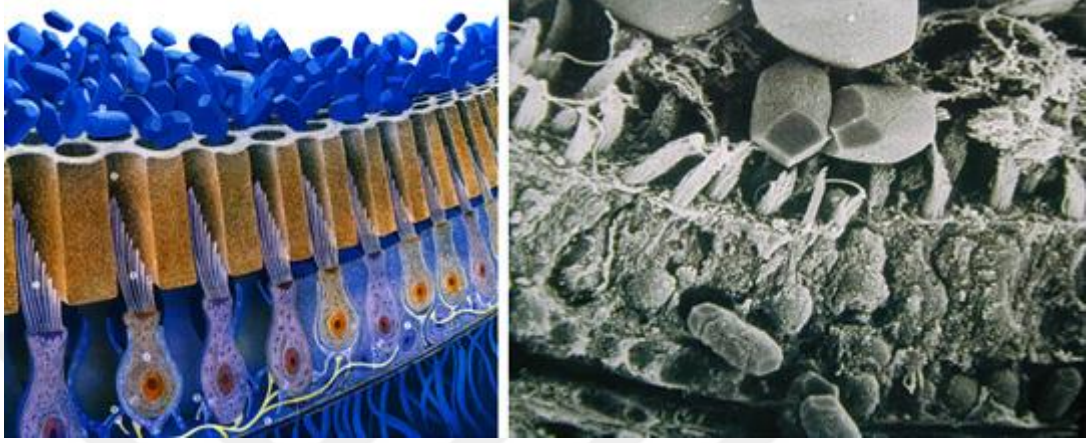
Şekil 2. Vestibüler titreli tüylü hücreler (Reproduced with permission from Baloh et al, 2022)

Vestibüler sistemde efferent sistem incelendiğinde efferent terminallerin vestibüler çekirdeklerin yakınında beyin sapında bulunan hücre gövdelerine sahip sinir liflerinin periferik uçları olduğu fark edilecektir. Efferent innervasyon, santral sistemden periferik doğru uzanır, burada liflerinin yoğun bir şekilde dallandığı ve üç yerde sonlandığı bilinmektedir. Bu sonlanma noktaları; Tip II tüy hücreleri, Tip I duyu hücrelerini çevreleyen afferent kaliks uçları ve hem Tip I hem de Tip II tüy hücrelerini besleyen afferent sinir liflerin etrafıdır (20). Her bir labirent, beyin sapının hem ipsilateral hem de kontralateral tarafında bulunan nöronlardan kaynaklanan toplam 400 ila 600 efferent lif alır. Efferent innervasyon, vestibüler nöroepiteliden beyne iletilen bilgi akışını şüphesiz etkiler. Bununla birlikte, bu innervasyonun fizyolojik önemi henüz tam olarak anlaşılmamıştır. Efferent sistemin, afferent impuls iletimi üzerinde hem uyarıcı hem de inhibe edici etkilere sahip olabileceği düşünülmektedir (20,27).

2.2.2.1.2. Otolit organlar

İnsan kulağındaki otolit, utrikül ve sakkül olmak üzere iki bölümden oluşur. Sırasıyla yatay ve dikey hareketleri algılayabilirler. Her ikisinde de makula adı verilen duyu hücre tabanı üzerine yerleştirilmiş otolitik bir membran bulunur. Makula, bir insanın

yerçekimi etkilerinin yanı sıra boylamsal ivmedeki değişikliğin algılamasına izin verir (24). Oldukça basitleştirilmiş olarak, otolit organ üst üste 3 katman olarak temsil edilebilir (Şekil 3). Temel katman, tüy hücrelerinin bulunduğu duyusal epitelyumu içerir. Tüy hücreleri ikinci katmanda çıkıntı yaparak, üstte üçüncü katmanı oluşturan otokoniyal kalsiyum karbonat kristallerinin bulunduğu bir zar oluşturur (28).



Şekil 3. Otoconia ile utrikül makülü (28).

Sakkül, vestibül duvarının girintisinde yer alan oval membranöz bir kesedir. Kokleanın hemen bazal kısmının bitişiğinde bulunur ve dar bir tüp olan duktus reuniens ile koklear kanala bağlanır. Sakkül, utrikül ile doğrudan iletişim kurmaz; ancak endolenfatik kanalı oluşturmak için utrikülden daha küçük bir kanalı birleştiren ve endolenfatik keseye yol açan sakküler kanalla bağlantı kurar (20). Sakkülün duyusal nöroepitelyumu olan makula, ağırlıklı olarak dikey düzlemde yönlendirilen membranöz sakküler duvarın özel bir alanı olarak yüzey alanı 2 mm^2 'den biraz fazla olan dikdörtgen, plaka benzeri bir yapıdır; yaklaşık 16.000 duyusal hücre içerir. Parasagittal düzlemdeki dikey oryantasyonu, kafanın yukarı ve aşağı hareketlerine ve ön-arka (önden arkaya) eksen boyunca yatay harekete en duyarlı olmasını sağlar (24).

Utrikül, sakkülden önemli ölçüde daha büyük olan düzensiz şekilli membranöz bir tüptür. Girişte aşağıdan yukarıya doğru bir yönelime sahiptir. Utrikülün makülası yaklaşık 4 mm^2 yüzey alanına sahiptir ve ~ 31.000 reseptör hücresi içerir. Utriküler makula, utrikülün üst kısmında yer alır ve horizontal düzlemde uzanır. Bu yönelim, onu yatay düzlemdeki doğrusal hareketlere karşı hassas hale getirir (20,24).

Utriküler ve sakküler maküladaki reseptörler, tüy demetlerinin genellikle otokonyanın bulunduğu otolitik zara çıkıntı yaptığı reseptör hücre tabakalarıdır. her bir

alıcı tüy hücresinde, stereosilyanın belirgin en uzun siliyuma (kinocilium) doğru hareketi ile polarize olup uyarıcı membran potansiyeli değişiklikleri oluşurken; ters yöndeki hareketler ise inhibe edici membran potansiyeli değişikliklerine neden olur (28). Lateral semisirküler kanaldaki kinosilyum, hücrenin ütriküle en yakın tarafında olacak şekilde yerleşmiştir (kaynak). Bu nedenle, baş lateral kupulayı utriküle doğru kaydırarak şekilde hareket ederse (utrikülopedal uyarı), stereosilia kinosiliaya doğru yönelir. Duyu hücrelerini depolarize eder. Utrikülden (utrikülofugal uyarı) uzağa kupular hareket ise, tüy hücrelerini hiperpolarize ederek nöral akıntının azalmasına (inhibisyon) neden olur (28,29).

Anterior ve posterior semisirküler kanallarda kristanın reseptör hücreleri, lateral kanal kristanınıkilere tam olarak zıt bir şekilde polarize edilir. Yani kinosilyaları utrikülden uzaklaşacak şekilde yönlendirilirler. Bu nedenle, utriküle doğru kupular hareket, sinirsel çıktının engellenmesine neden olurken, utrikülden uzaklaşma uyarıma neden olur (20,29).

2.2.2.2. Santral vestibüler sistem

Santral vestibüler sistemde, primer afferentlerden gelen vestibüler uyarılar için iki ana hedef bulunmaktadır. Bunlar; vestibüler nükleer kompleks ve serebellumdur (27). Vestibüler nükleer kompleks, vestibüler verilerin birincil işlemcisidir ve gelen afferent bilgiler ile motor nöronlar arasında doğrudan ve hızlı bağlantılar kurar. Serebellum ana adaptif işlemcisidir ve vestibüler performansı izler, gerektiğinde santral vestibüler işlemleri yeniden düzenler. Her iki yerde de vestibüler uyarılar, somatosensör ve vizüel duylardan gelen bilgiler birlikte işlenir (15,27).

Santral vestibüler sistem, vestibüler çekirdeklerden orta beyin tegmentuma, talamusa ve kortekse ipsilateral ve kontralateral yollar olarak ilerler. Santral vestibüler sistemin görevleri; üç boyutlu yerçekimi alanı içinde kendi kendine hareket ve dikeylik algısını sağlayabilmektir. Aynı zamanda dengenin kontrolü için bakışları, başı ve vücudu ayarlayan motor hareketler için duysal uyarı gönderir. Son olarak, bilişsel vestibüler işlev görevi sayesinde özellikle uzamsal bellek, yönelim ve navigasyon için hipokampusa bilgi gönderir (30).

Vestibüler nükleer kompleks, dördüncü ventrikülün yan duvarı boyunca yer almaktadır. Beyincik tabanının ve beyin sapının çatısının birleşme noktasına kadar rostral

olarak uzanır. Vestibüler komplekste dört çekirdek vardır: 1. Medial vestibüler nükleus, MVN, 2. inen (veya spinal veya dorsal) vestibüler nükleus, DVN, 3. Lateral vestibüler nükleus (Deiter), LVN ve 4. Superior vestibüler nükleus, SVN (31).

Serebellum, vestibüler nükleer kompleksten çıkan bilgilerin gittiği ana uyaran kaynağıdır (30,31). Serebellumun vestibüler ile ilgili olan kısmı yani “Vestibuloserebellum”, flocculonodular lob ve vermis korteksten oluşur. Serebellumun vestibüler sistemdeki rolü, adaptif bir yapıya sahip olmasıdır. Vestibüler performansı izler ve vestibüler uyarıyı gerektiğinde yeniden düzenler. İpsilateral serebellum, bilateral vestibüler çekirdeklere etkili bilgiler gönderebilir. Doğrudan ipsilateral vestibüler çekirdeklere ve ipsilateral fastigial çekirdeğe giden projeksiyon liflerine sahiptir. Fastigial çekirdekten gelen aksonlar, kontralateral vestibüler çekirdeklere uzanır. Bu alan postüral reflekslerin oluşmasında ve yönlendirici davranışlarda önemli bir role sahiptir. Serebellar flokulus, vestibülooküler refleksin kazancını ayarlar. Serebellar nodül, vestibülooküler refleksin süresini ayarlar ve aynı zamanda makuladan afferent aktivitenin işlenmesinde rol oynar. Anterior superior vermis, vestibüler sinyalleri ve aksiyal kaslardan proprioseptif uyarıları kodlayarak vestibülospinal refleksi düzenlemede rol oynar (31).

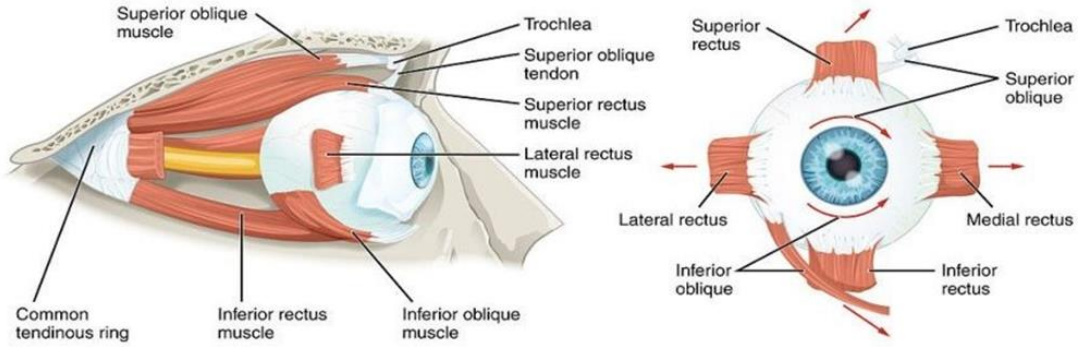
2.2.2.2.1 Görsel ve somatosensöriyel sistem

Görsel uyarılar, vertikal düzlemdeki algımızı sağlamamıza ve yer çekimine göre hareket etmemize büyük katkı sağlarlar. Görsel veriler, retinadaki fotoreseptörler ile parlaklık /kontrasta göre algılanır. Alınan veriler buradan retinal ganglion hücrelerine ve magnocellular lateral genikulat çekirdeğe gelir. Bu yapılar aracılığıyla da primer görsel korteks, orta temporal bölge ve medial superior temporal bölgelerin dorsal kısımlarında da verilerin işlenmesi gerçekleşir (32).

Somatosensöriyel sistem ile bacak, kol, baş, boyun gibi birçok yerden gelen bilgiler ile uzaysal olarak vücudumuzun konumu ve onu nasıl hareket ettireceğimizin bilgisi elde edilir. Özellikle boyun ve ayak bileklerinden gelen bilgiler dengenin sağlanması ve postürün korunması adına oldukça önemlidir. Boyun kaslarından gelen somatosensöriyel bilgiler başın dönüş yönü hakkında, ayak bileklerinden gelen bilgiler vücudun hareketi ve salınımı hakkında bilgi sağlar (33).

longitudinal fasciculustan sağ okülomotor çekirdeklere ve Deiters'ın yükselen yolunda sol abducens çekirdeklerine iletilir. Bu, ipsilateral medial rektus ve sola doğru göz hareketi oluşturan kontralateral lateral rektus kasılmasıyla sonuçlanır. Göz hızı ve baş hızı uyuşmazsa, bu tutarsızlık vestibüler çekirdek seviyesinde asimetrik aktiviteye neden olur. İki vestibüler çekirdek, bu asimetriyi oküler motor çekirdeklere iletir, bu da sol gözün lateral rektus kası ve sağ gözün medial rektus kasının kasılmasıyla sonuçlanır. Ekstraoküler kaslardan gelen bu tepki, baş hareketine eşit ve zıt, minimum gecikme süresiyle sonuçlanan göz hareketiyle sonuçlanır (20).

Gözün sadece küçük bir kısmı- fovea- keskin görüş sağladığından, göz bir hedefi takip etmek için hareket etmelidir ve bu hareketler hızlı ve hassas olmalıdır. III., IV. ve VI. kraniyal sinirler, hızlarından ve gecikmelerinden bağımsız olarak tüm göz hareketlerinden sorumludur, ancak bu hareketleri oluşturmak için supranükleer bilgiye ihtiyaç vardır. Kural olarak, konjuge göz hareketlerinde gözler simetrik olarak hareket eder. Her iki lateral SSK uyarımı ile aynı taraftaki lateral rektus kasını ve kontralateral medial rektus kasına, anterior yarım daire kanalları uyarımı ile ipsilateral alt oblik kasa ve kontralateral üst rektus kasına ve arka yarım daire kanalları uyarımı ile de ipsilateral alt rektus kasına ve karşı taraftaki üst oblik kasa uyarılar gider (33).



Şekil 5. Ekstraoküler kaslar (36).

2.2.2.2.3. Otolit-oküler bağlantılar

Sakkül ve utrikül kaynaklı oluşan eksitasyon, semisirküler kanallara oranla daha belirsiz bir şekilde oküler yanıt oluşturur. Maküla lezyonlarında sıklıkla vertikal veya vertikal rotatuar nistagmus görülmektedir (37). Horizontal lineer hareketler sırasında utrikül makülasından ve vertikal lineer hareketler sırasında sakkül makülasından uyarılar ortaya çıkar. Utrikül makülasının uyarılması ile gözlerde torsiyonal hareketler (her iki göz üst kutuplarının ters yönde hareket etmesi) oluşurken; sakkül makülasının üst tarafının uyarılması ile yukarıya doğru ve alt tarafının uyarılması ile aşağıya doğru göz hareketleri meydana gelir (33,37).

2.2.2.2.4. Vestibülospinal yollar

Vestibülospinal yollar vestibüler çekirdeklerden ve beyin sapının retiküler formasyonu yoluyla oluşan bağlantılardan meydana gelmektedir. Postür kontrolü açısından büyük öneme sahiptir. Lateral ve medial vestibülospinal yollardan oluşur. Lateral vestibüler yol utriküler makuladan ayrılan afferent lifler ile lateral vestibüler çekirdekten çıkan efferent liflerden oluşur. Omuriliğin tüm seviyelerine uzanır ve boyun, gövde ve uzuvların yerçekimi önleyici kaslarının kontrolünden sorumlu motor nöronlarla ilişkili olarak sona erer (27). Medial vestibülospinal yol ise, medial, lateral ve inferior vestibüler çekirdeklerden oluşan efferent liflerden meydana gelir. Omuriliğin servikal ve üst torasik seviyelerine iner. Baş ve boyun hareketini koordine eden servikal kasları harekete geçirir.

Medial vestibülospinal yolun aracılık ettiği vestibulospinal refleksi, hareket sırasında gözler için stabil bir platform sağlar ve ayrıca yerçekimine göre uygun baş pozisyonunu korumak için başı stabilize eder (27). Bu refleks, duruş ve dengenin sürdürülmesi için makula, krista ampullaris, görsel sistem ve servikal ve uzuv kaslarından beyin sapı ve beyincik tarafından yapılan uyarıları entegre eden birçok karmaşık bağlantıyı içerir (27,33). Bu yol, N. vagusun (X. kranial sinir) dorsal motor çekirdeğine de lifler gönderir. Bu da vestibüler organın uyarılmasından sonraki mide bulantısı kusma ve terleme gibi şikayetlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır (27).

Vestibulospinal refleks, statik ve dinamik şartlarda başın stabilize olmasını ve yer çekimine karşı dik postürün korunmasını sağlayan, lateral ve medial vestibülospinal traktus

ile boyun kasları ve ekstremiteler kasları arasındaki ilişkiyi sağlayarak vücut hareketleri sırasında dengenin sağlanmasında yardımcı olan bir reflekstir (35).

Vestibulokolik refleks ise, sakkülden başlayan ve boyun kaslarına uzanarak başı sabit tutmak ve başı stabilize etmek için boyun kaslarında aktivasyona yol açan bir reflekstir (38).

2.3. Vestibüler Sistem Değerlendirilmesi

Vestibüler sistemin fonksiyonel muayenesi karmaşıktır çünkü bu değerlendirmeler tamamen motor tepkilere, özellikle de göz hareketlerine ve postürel değişikliklere bağlıdır. Vestibüler testlerin çoğunun temeli, uyarılmış baş hareketleridir. Vestibüler sistem bozuklukları olan hastalarda klinik araştırmalara özel olarak ayrılmış bir alanda, özel ekipmanla yapılabilen birçok vestibüler fonksiyon testi vardır. Bu testlerin yapılma nedenleri şu şekilde sıralanabilir:

1. Klinik geçmiş, fizik muayene ve yatak başı testlerinden elde edilen ön tanıyı doğrulamak,
2. Göz hareketlerinin daha hassas analizi yoluyla okulomotor anormallikleri belirlemek,
3. Görüntüleme çalışmaları veya klinik laboratuvar testleri gibi ek tanısal testlerin gerekip gerekmediğini belirlemektir.

Vestibüler testler lezyonun yerini bildirebilirler, ancak kural olarak, buna neden olan hastalığın türünü belirleyemezler. Bu nedenle, vestibüler testlerin sonuçları, bir tanı koymak için klinik geçmiş, fiziksel muayene ve sonunda laboratuvar testleri, görüntüleme ve diğer testlerle birlikte analiz edilmelidir (39).

2.3.1. Vestibüler fonksiyon testler

2.3.1.1. Videonistagmografi

Özel bir gözlük olan Google gözlük içine yerleştirilmiş kızıl ötesi kamera aracılığı ile göz hareketlerinin kaydedilmesi ve elde edilen verilerin bilgisayar sistemleri ile değerlendirilmesine yönelik bir test bataryasıdır (40). Test bataryasında yer alan testler; okulomotor testler (gaze test, sakkad testi, pursuit testi, optokinetik test), spontan

nistagmus testi, Baş sallama (post-head shaking) test, pozisyonel testler ve Kalorik test olarak sayılabilir (41).

Gaze Testinde; nistagmusu değerlendirmek için hastadan ışık barındaki görsel uyarı, 20-30 derece sağda, solda, yukarıda ve aşağıda iken en az 10 sn süre ile izlemesi istenerek hastanın nistagmus ve düzeltme hareketleri takip edilir.

Sakkad Testinde; horizontal veya vertikal düzlemde 2-3 sn aralıklarla gelen farklı görsel uyarıların takibi yaptırılır. Sakkadik göz hareketleri, gözün en hızlı hareketidir. Bakış yönünde istemli değişikliklerdir. Görme alanının periferindeki cismin görüntüsünün fiksasyonu için gözler, hızlıca hareket edebilir ve böylece oluşan bir göz hareketi bir “sakkad” olarak adlandırılır (42).

Smoot Pursuit Testinde; düzgün hareket eden bir objenin gözler tarafından izlenmesi amaçlanır. Pursuit sistem hareket eden bir objenin görüntüsünün foveada sabit kalmasını sağlayan istemli göz hareketlerini kontrol eder (43).

Optokinetik test, smoot pursuit testine benzemekle beraber optikinetik stimulus daha büyük ve birbirini tekrarlar hızdadır.

Post Head Shake Nistagmus testi;

VNG test parametrelerinden bir diğeri olan Post Head Shake Nistagmusun, Ewald’ın ikinci kanununa ve santral hız depolama mekanizmasındaki asimetriye bağlı olduğu düşünülür.

Ewald’ın ikinci kanunu; “Lateral semisirküler kanalda ampulopedal endolenf akımı, ampulofugal endolenf akımına oranla daha büyük cevap doğurur” şeklindedir (33).

Head Shake Testi sırasında baş iki yana sallandığında, unilateral vestibüler yetmezlik varsa, sağlam tarafa sallandığında oluşan eksitator impuls, hasta tarafa doğru sallandığında oluşan inhibitör impulsa göre daha kuvvetli olacaktır. Bu durum santral hız depolama mekanizmasında asimetri olarak kaydedilir. Baş sallama durdurulduğu zaman hızlı fazı sağlam tarafa vuran nistagmus meydana gelecektir.

Baş hareketi esnasında normal görüşü korumak için, retinal imaj hareketi 2 derece/sn'den az, baş hızı 100 derece/sn'den hızlı olması gerekmektedir. Sabit hızla devamlı baş hareketine karşı SSK ürettiği cevap olarak, vestibüler sinirdeki nöral ateşleme zayıflar. Ateşleme hızı başlangıca göre 7 sn'de %32 azalır. Ancak ideal olan bu cevabın sonsuz olmasıdır, fakat santral sinir sistemi bu cevabı tekrar ettiremeyerek periferik zaman sabitini 7 saniyeden, santral zaman sabiti 20 saniyeye değiştirir. Beyinsapı ile sağlanan bu süreç hız depolama mekanizması (Velocity Storage Mechanism) denir (23). Post Head shake nistagmus test hız depolama mekanizması ile arasında ilişki sayesinde değerlendirilir.

Post-Head shake nistagmus testinde hasta oturur konumda başı öne doğru 30 derece eğik olarak ve saniyede 2 kere olacak bir hızda (2 Hz frekansında) ve 20 saniye süreyle horizontal planda sallanır. Bu esnada baş sallanırken görsel fiksasyon olmamalı, hastanın gözleri kapalı ya da Frenzel gözlükleri takılı olması gerekmektedir. Baş sallama sonrasında ortaya çıkan nistagmus yönü ve herhangi bir yön değiştirme özelliği bakımından incelenir.

Baş Sallama Sonrası Nistagmusu başın yön değişikliği ekseninde vestibüler uyarıların dengesizliğini gösteren patolojik bir bulgudur. Normal olarak baş sabitlendikten sonra gözler de hedefe sabitlenir.

Periferik patolojilerde en az 5 saniye boyunca, en az üç atım daha sağlam olan kulak tarafına doğru vuran nistagmus gözlenir. Nadiren bu nistagmusta kısa ve zayıf bir ters yöne doğru dönüş gözlenebilir. Santral patolojilerde uzamış nistagmus, başın horizontal planda sallanmasına karşın vertikal nistagmusun meydana gelebilir (cross coupling) veya diskonjuge nistagmus gözlenebilmektedir (44). Normal kişilerde ya da bilateral vestibüler kaybı olan hastalarda nistagmus görülmeyebilir. Tek taraflı vestibüler nörit veya akustik nöroma durumunda iki kulak arasında dinamik bir dengesizliği olan hastalarda genel olarak nistagmus görülür, genellikle daha iyi kulağa doğru atılır (45,46).

Yaklaşık ilk 30 saniye içinde bozulur ise bu duruma nistagmusun ilk evresi denir, çünkü bazı zamanlarda zayıf, daha yavaş bozulan ve "kötü" kulağa doğru yönelen ikinci bir nistagmus fazı görülür. İkincil bir safhanın önemi, birincil fazı açıkça tanımlayabilmesidir (bazen birincil nistagmus çok kısadır). Çok sık görülmeyen, yatay kafa sallama, dikey nistagmus gibi yatay düzlemde olmayan bir nistagmus üretir (45).

2.3.1.2. Video baş itme testi (head impulse/head thrust test) –VHIT

Video baş itme testi (VHIT), Paris'te Barany topluluğu tarafından 2004 yılında rapor edilen ve daha sonra 2005 yılında Ulmer ve Chays tarafından ayrıntılı olarak açıklanan bir testtir (41). Ulmer ve Chays, zaten var olan ve Hallmagy tarafından 1988 yılında tarif edilen Head Impulse veya Baş İtme testine yüksek frekans bir video ekleyerek testi geliştirmişlerdir (47).

Video baş itme testi, her SSK'ın VOR'unu ayrı ayrı incelemeyi mümkün kılan pasif, öngörülemeyen ve yüksek ivmeli bir baş hareketidir. VOR, kafa hareketi sırasında gözü başın tersi yönde hareket ettirerek retina üzerindeki görüntüleri stabilize edebilir, böylece görüntüyü görme alanının merkezinde tutar. VOR'un anatomik bileşeni, periferik vestibüler sistemdeki yarı dairesel kanallar, beyin sapı ve ekstra oküler kaslardaki vestibüler ve oküler motor çekirdeklerdir. VOR kazancı, yavaş faz telafi edici göz hızının baş itme hızına oranı olarak tanımlanır. Normal vestibüler fonksiyonda kazanç 0.79 veya daha yüksek olarak tanımlanmıştır. Tek bir kanalın işlevi bozulduğunda, baş o kanal düzleminde dönerken, gözler artık hedefte kalmaz, bunun yerine başla birlikte hareket eder. Gözü hızla hedefe geri döndüren bir “yakalama sakkadı” meydana gelir ki kusurlu bir VOR'un klinik işaretidir (48). Vestibüler sistem kayıplarında hastanın başı problemlili yöne çevrildiğinde yakalama sakkadları oluşur. İki tip sakkad vardır. Açık sakkad (overt) ve kapalı sakkad (covert) (47,48).

VHIT klinik uygulamasında testi yapan kişi hastanın arkasında yer alır. Hastadan, belirlenmiş bir hedefe bakması ve işlem süresince gözünü hedeften kaçırmaması istenir. Hastanı başı 30° kadar önce doğru eğilir ve lateral semisirküler kanallar yer düzlemi ile paralel hale getirilir. Dikey kanalları test ederken, kişi orta sagittal düzlemin 45° soluna veya sağına döndürülür ve gözleri orta sagittal düzlem ile aynı hizada yatay olarak ~45° derece saptırılır, böylece dikey impulslar doğrudan dikey bir kanal düzleminde verilir. Göz hareketleri bu nedenle tamamen dikeydir (48). Göz hareketlerini kayıt eden kamera sistemleri temel olarak iki farklı şekilde çalışabilmektedir. Bunların ilkinde harici bir kamera hastanın yüzüne dönük şekilde uzağa yerleştirilmekte ve göz hareketlerini kaydetmektedir. İkinci yöntemde ise, kamera hastanın başına takacağı bir gözlüğün üzerine yerleştirilmektedir. Baş, 10°-20° arasında düşük bir amplitüdle, 150-200 ms süreyle, 2000-6000°/s² baş ivmesiyle ve 200° /s baş hızıyla semisirküler kanal planında çevrilir. Hasta

test esnasında yaklaşık 1 metre mesafedeki hedefe bakışlarıyla odaklanır. Buna uygun olarak horizontal ve vertikal ekseninde test uygulanarak VOR kazançları ölçülür (47).

Vestibülo-oküler yanıtın (VOR) ölçüsü kazançtır. Kazanç, herhangi bir dinamik sistemde çıktı / girdi oranını kapsayan genel bir terimdir. "Kazanç", ortalama göz hızı ile ortalama kafa hızı arasındaki oranı ifade eder. VOR kazancı, kafa hareketi esnasında kafa hızı eğrisi altındaki alana, göz hızı eğrisi altında kalan alanın oranı hesaplanması ile elde edilir. (44). Normal VOR kazancı 1.0'a yakındır. Tek taraflı vestibüler lezyonlarda, etkilenen kulakta VOR kazancı azalır (genellikle 0.7'den az). Hastanın başı etkilenen kulağa doğru hareket ettirildiğinde düzeltici sakkadlar oluşur (49).

2.3.1.3 Baş Dönmesi Engellilik Anketi (Dizziness Handicap Inventory, DHI)

Baş Dönmesi Engellilik anketi, subjektif bir bulgu olan baş dönmesinin hastaların hayat kalitesine etkilerini belirlemede ve hastalar açısından nasıl algılandığının objektif olarak ölçülmesinde ve daha da önemlisi hastaların tedavi sürecinin takiplerinde kullanılan bir envanterdir (50).

Baş dönmesi Engellilik Envanteri, 1990 yılında Jacobson ve Newman tarafından geliştirilmiştir. Bu anket, hastanın fiziksel yönlerini değerlendiren yedi, duygusal yönlerini değerlendiren dokuz ve fonksiyonel yönlerini değerlendiren dokuz sorudan oluşan ve toplam 25 soruluk bir ankettir (50). Her soruda, evet (4 puan), hayır (0 puan) ve bazen (2 puan) olarak belirlenmiştir. Envanterin fiziksel alt grup soruları için maksimum puan 28, duygusal ve fonksiyonel alt gruplar için 36 puan olup, maksimum 100 puan alınmaktadır. Skorun yüksek olması, baş dönmesinin hastanın yaşam kalitesi üzerindeki etkisinin fazla olması anlamına gelmektedir.

Ülkemizde Baş Dönmesi Engellilik Anketi 2015 yılında Canbal ve arkadaşları tarafından geçerlilik ve güvenilirlik çalışması yapılmıştır. Elde edilen bulgular, anketin

ülkemizde baş dönmesi hastalarında kullanabileceğini, yeterli düzeyde geçerlilik ve güvenilirlik katsayısına sahip olduğunu göstermektedir (51).

2.4. Kronik Böbrek Yetmezliği

Kronik böbrek hastalığı (KBH); progresif, geri dönüşümü olmayan, birçok komplikasyonu beraberinde getiren bir hastalıktır. En az 3 aydır devam eden, glomerüler filtrasyon hızı (GFR) $60 \text{ ml/min/1.73 m}^2$ nin altında veya GFR si $60 \text{ ml/min/1.73 m}^2$ nin üzerinde fakat renal yapılarda hasar gelişmiş kişilere KBH tanısı konulur (2). Renal yapıda hasar, albüminüri, idrar parametrelerinde bozukluk, histolojik anormallikler, radyolojik olarak tespit edilmiş yapısal sorunlar veya renal transplantasyon öyküsü gibi özelliklerden en az birinin olması ile belirlenir (52). Bu hastalarda, böbreğin sıvı-elektrolit dengesinin korunmasında ve metabolik-endokrin fonksiyonlarında ilerleyici bir kayıp oluşur.

KBH'da zamanla fonksiyonel nefron kaybına bağlı böbrek fonksiyonlarında geri dönüşümsüz ve ilerleyici bir gerileme olmaktadır. Homeostazın sürdürülebilmesi için sağlıklı nefronlarda bazı değişimler oluşabilir; ancak hastalık ilerledikçe bu değişimler de yetersiz kalır ve son dönem böbrek yetmezliği meydana gelir (2,52).

Kronik böbrek yetmezliğinin etyolojisinde birçok sebep yer almaktadır. En sık karşılaşılan sebepler ise diyabetis mellitus, hipertansiyon ve kardiyovasküler hastalıklardır (3). Türk Nefroloji Derneğinin 2017 yılı verilerine göre diyalize yeni başlayan hastaların %38'inde böbrek yetmezliğinin sebebi diabetes mellitustur. Hipertansiyonun ise %27.5 ile ikinci sıklıkta görülen etyolojik faktör olduğu belirtilmiştir. Ayrıca ülkemizde giderek artan obezite ve metabolik sendrom da kronik böbrek yetmezliği etyolojisinde yer almaktadır (3).

GFR, birim zamanda glomerülden filtre edilen plazma miktarıdır. Böbrekte fonksiyon gören nefronların toplam filtrasyon hızını göstermektedir. Yetişkinlerde GFR nin normal değeri 125 mL/dk 'dır (ml/min/1.73 m^2). KBH, GFR ye göre evrelendirmek mümkündür;

- Evre 1 (Normal veya yüksek): $\text{GFR (ml/min/1.73 m}^2) >90$
- Evre 2 (Hafif düşük): $\text{GFR}=60-89$
- Evre 3a (Hafif-orta düşük): $\text{GFR}=45-59$
- Evre 3b (Orta-ileri düşük): $\text{GFR}=30-44$
- Evre 4 (İleri düşük): $\text{GFR}=15-29$
- Evre 5 (böbrekyetmezliği): $\text{GFR}<15$

Kronik böbrek yetmezliği tanısı, böbrek fonksiyonlarına ve hasarın derecesine göre konulur. Böbrek fonksiyonları serumda kreatinin seviyesi ve GFR ölçüm yöntemleri ile değerlendirilmektedir. GFR yi belirlerken en sık kullanılan değer serum kreatinin düzeyidir. Serum kreatininin kandaki normal değeri 0.7-1.3 mg/dl'dir. Serumda kreatinin seviyesini etkileyebilecek birçok etken olabilmektedir (bazı ilaçlar, ağır egzersiz, fazla et tüketimi, yaş, cinsiyet gibi) (53).

Pratikte serum kreatinin düzeyi, yaş, cinsiyet ve vücut ağırlığı gibi bazı değişkenler kullanılarak tahmini GFR hesaplanabilmektedir. Hesaplama için bazı denklemler geliştirilmiştir. 24 saat idrar toplanarak; Kreatinin klirensi (ml/dk) = İdrar kreatinin (mg/dl) x Günlük idrar hacmi (ml) / Serum kreatinin (mg/dl) x 1440 formülü kullanılabilmektedir.

Sadece serum kreatinine bakılarak da (Cockcroft-Gault formülü); Kreatinin klirensi (ml/dk) = (140-Yaş) x Vücut ağırlığı (kg) / Serum kreatinin(mg/dl) x 72 (erkek için 72, kadın için 85) formülü kullanılabilmektedir (44). Kreatinin klirensinin normal değeri, erkeklerde 100-125 ml/dk/1.73m², kadınlarda 85-105 ml/dk/1.73m² 'dir.

Böbrek hasarının klinikte görülen en sık bulgusu albüminüri veya proteinüridir. Normal koşullarda günlük albümin atılımı 30 mg'nin, protein atılımı ise 150 mg'nin altında olmaktadır. Albümin ve protein atılımı bu değerlerin üzerine çıktığı zaman albüminüri ve proteinüriden bahsedilmektedir. Albüminüri ve proteinürinin 3 aydan daha uzun sürmesi, böbrek hasarının göstergesi olarak kabul edilmektedir. Klinikte, sabah ilk idrarda albümin/kreatinin veya protein/kreatinin oranı ile albüminüri veya proteinüri kolay bir biçimde belirlenebilmektedir (53,54).

Kronik böbrek yetmezliğinin klinik özellikleri;

- Sıvı-elektrolit bozukluklarına ait bulgular; hipovolemi, hipervolemi, hipernatremi, hiponatremi, hipokalsemi, hiperpotasemi, hipopotasemi, hiperfosfatemi, metabolikasidoz, hipermagnezemi.

- Sinir sistemi bulguları; koma, uyku bozuklukları, demans, konvülsiyon, ruhsal bozukluklar polinöropati, baş ağrısı, sersemlik, irritabilite, konsantrasyon bozuklukları, yorgunluk, huzursuz bacak sendromu, kramp, konuşma bozuklukları, ter fonksiyonlarında bozulmadır.

- Gastrointestinal sistem bulguları; parotiroidit, hıçkırık, gastrit, iştahsızlık, stomatit, pankreatit, ülser, bulantı, kusma, gastrointestinal kanama, kronik hepatit, motilite bozuklukları, özafajit, intestinal obstrüksiyon, perforasyon, asittir.

- Hematoloji-immünoloji bulguları; kanama, lenfopeni, enfeksiyonlara yatkınlık, immün hastalıkların yatışması, kanser, mikrositik anemi, aşırılaşmış immünite azalma, tüberkülin gibi tanısal testlerde bozulmadır.

- Kardiyovasküler sistem bulguları; perikardit, ödem, hipertansiyon, kardiyomiopati, hızlanmış ateroskleroz, aritmi, kapak hastalığıdır.

- Pulmoner sistem bulguları; plevral sıvı, üremik akciğer, pulmoner ödemdir. Ciltle ilişkili bulgular; kaşıntı, gecikmiş yara iyileşmesi, solukluk, tırnak atrofisi, hiperpigmentasyon, üremik döküntü, ülserasyon, nekrozdur.

- Metabolik-endokrin sistem bulguları; glukoz intoleransı, hiperlipidemi, hiperparatiroidi, büyüme geriliği, hipogonadizm, libido azalması, hiperürisemi, malnütrisyon, hiperprolaktinemi.

- Kemik ile ilişkili bulgular; üremik kemik hastalığı, hiperparatiroidi, amiloidoz, D vitamini metabolizması bozuklukları, artrittir.

- Susuzluk, vücut ağırlığı kaybı, hipotermi, üremik ağız kokusu, miyopati, yumuşak doku kalsifikasyonu, noktüri ise diğer bulgulardır (55).

2.4.1. Kronik böbrek yetmezliğinin tedavisi

Kronik böbrek yetmezliği tedavisi; koruyucu tedavi ve yerine koyma tedavisini içermektedir.

2.4.1.1. Koruyucu tedavi

Erken dönem kronik böbrek hastalarına, progresyonu yavaşlatmak ve buna bağlı üremik komplikasyonları azaltmak amaçlı uygulanan tedavi, koruyucu tedavidir (55). KBY’de koruyucu tedavi yöntemleri; hipertansiyon kontrolü, renal osteodistrofi ve anemi tedavisidir. Ayrıca uygun diyet tedavisi de koruyucu tedavinin önemli bir parçasıdır.

2.4.1.2. Böbrek yerine koyma tedavisi (Renal replasman tedavisi)

Hastalığın başlangıcında koruyucu tedavi yeterli olsa da hastalığın progresyonuna bağlı olarak zaman içinde, üremik belirti ve bulguların ortaya çıktığı ve kontrol

edilemediği durumlarda hastalara renal replasman tedavisi yapılmaktadır. Renal replasman tedavisi, diyaliz ve renal transplantasyonu içermektedir.

Diyaliz; hasta son dönem böbrek yetmezliğinde ise hayat kurtarıcı bir tedavi yöntemidir. Dünyada son dönem böbrek yetmezliğinin ideal tedavisi renal transplantasyondur. Ancak organ teminindeki kısıtlılık nedeniyle çoğu hasta hayatlarını diyaliz ile sürdürmektedirler (54). Kronik böbrek yetmezliği hastalarında üremik komplikasyonların ortaya çıkışı (üremik ensefalopati, perikardit, gastrointestinal yakınmalar, kaşıntı, hiperfosfatemi, hiperkalemi, metabolikasidoz, uzamış kanama zamanı) diyaliz endikasyonunu oluşturmaktadır. Diyaliz tedavisi ile hastanın genel durumunu düzenlemek, normale yakın yaşama olasılığını arttırmak ve transplantasyona hazırlamak amaçlanmaktadır. Diyaliz, kanda yüksek oranlarda bulunan bazı toksik maddelerin yarı geçirgen bir zar aracılığıyla, diyaliz sıvısına geçmesi olarak tanımlanır (2,55). Diyaliz uygulamaları hemodiyaliz ve periton diyalizi olmak üzere iki çeşittir;

•**Periton diyalizinde;** diyaliz solüsyonu periton boşluğuna uygulanır. Hastanın periton membran kapillerindeki kan ile diyaliz solüsyonu arasında sıvı elektrolit geçişi olur [17]. Etkinliği açısından hemodiyalize göre daha zayıftır. Ancak tedavinin uygulama şekli, eğitiminin basit ve kısa süreli olması, hastaların normal yaşamlarını sürdürme fırsatının olması, daha iyi kan basıncı kontrolünün sağlanması, çok az diyet kısıtlanması gerekmesi periton diyalizinin avantajlarından (53,55). Periton diyalizi her gün hastalar tarafından uygulamaktadır.

•**Hemodiyalizde;** hastanın kanı hipotonik diyaliz sıvısı içerisindeki yarı geçirgen membrandan geçirilerek toksik maddeler uzaklaştırılmaktadır. Hemodiyaliz ile hastanın kanı yarı geçirgen membrandan geçirilirken, membranın diğer tarafındaki diyaliz solüsyonu ters yönde hareket eder ve sıvı elektrolit değerleri normale getirilmeye çalışılmaktadır[17]. Günümüzde hastaların hemodiyaliz tedavisi, haftada 2-3 defa ve her bir seans ortalama 4-6 saat olmak üzere yapılmaktadır. Haftada iki veya üç kez uygulanması, malnütrisyon ve hastaneye yatış sıklığının daha az olması hemodiyalizin avantajlarıdır. Diyet ve tedaviye iyi uyum gerektirmesi, fistül için cerrahi girişim gerekliliği, sıvı

çekilmesine bağlı hipotansiyon gelişimi, kan basıncı kontrolünün zor olması gibi durumlar ise hemodiyaliz tedavisinin dezavantajlarıdır (53,55).

Transplantasyon; en çok tercih edilen ve en başarılı renal replasman tedavisidir. Ancak kısıtlı sayıda böbrek vericisi bulunmasından dolayı hastaların çoğu hemodiyaliz ve periton diyalizine yönlendirilmiştir (56).



3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Odyoloji Programı tarafından yüksek lisans tezi olarak yürütülmüştür. Çalışma, Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu ve Etik Kurulu tarafından onaylanmış (Proje No: KA21/311) ve Başkent Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir.

Bu çalışma tanımlayıcı, karşılaştırmalı, vaka-kontrol ve deneysel olmayan bir çalışma olup; çalışmanın yapıldığı ortam, Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Adana Dr. Turgut Noyan Uygulama ve Araştırma Merkezi Hastanesi Kulak Burun Boğaz Ana Bilim Dalı Odyoloji Bölümüdür. Çalışmanın zaman aralığı 1-31 Ekim 2021 tarihlerini kapsamaktadır.

Çalışma grubunu oluşturan hemodiyaliz hastaları, Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Adana Dr. Turgut Noyan Uygulama ve Araştırma Merkezi Hastanesi Nefroloji Ana Bilim Dalı Diyaliz Ünitesinde tedavi gören 35 hasta iken; kontrol grubu için aynı hastanede çalışan yaş ve cinsiyet açısından hasta grubu ile uyumlu, herhangi bir sistemik hastalığı olmayan 35 gönüllü personel dahil edilmiştir.

Çalışmaya katılan tüm katılımcılardan “Bilimsel araştırmalar için bilgilendirilmiş gönüllü olur formu” alınmıştır.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri şu şekilde sıralanmıştır;

- 18 yaş üzeri olan katılımcılar,
- Kronik böbrek hastalığı tanısı almış ve en az 3 aydır hemodiyaliz tedavisi gören hastalar,
- Kulak burun boğaz muayeneleri uzman hekim tarafından yapılarak normal kulak muayenesi olan bireyler
- Odyolojik testinde iletim tipi işitme kaybı tespit edilmemiş olanlar
- Baş dönmesine neden olabilecek herhangi bir kulak hastalığı (vestibüler nörit, BPPV, kronik otitis media, otoskleroz, vestibüler ototoksisite, labirentit) tespit edilmeyenler
- Baş dönmesi sebebi olabilecek anemi, hipotiroidi, hipertroidi, diabetes mellitus, hipertansiyon gibi metabolik, kardiyak hastalık olmaması ve kemoterapötik ilaç kullanmış olmamak

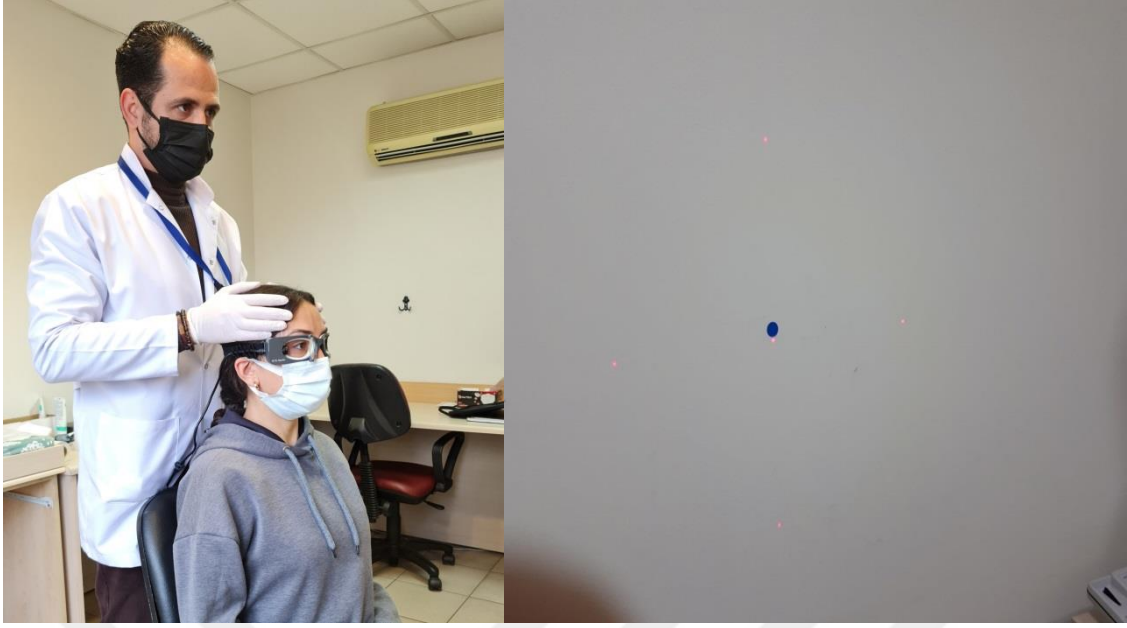
- Bilinen nörolojik hastalığı (kafatası kırığı, multipl skleroz, menenjit) olmamak olarak belirlenmiştir.

Veri Toplama Araçları;

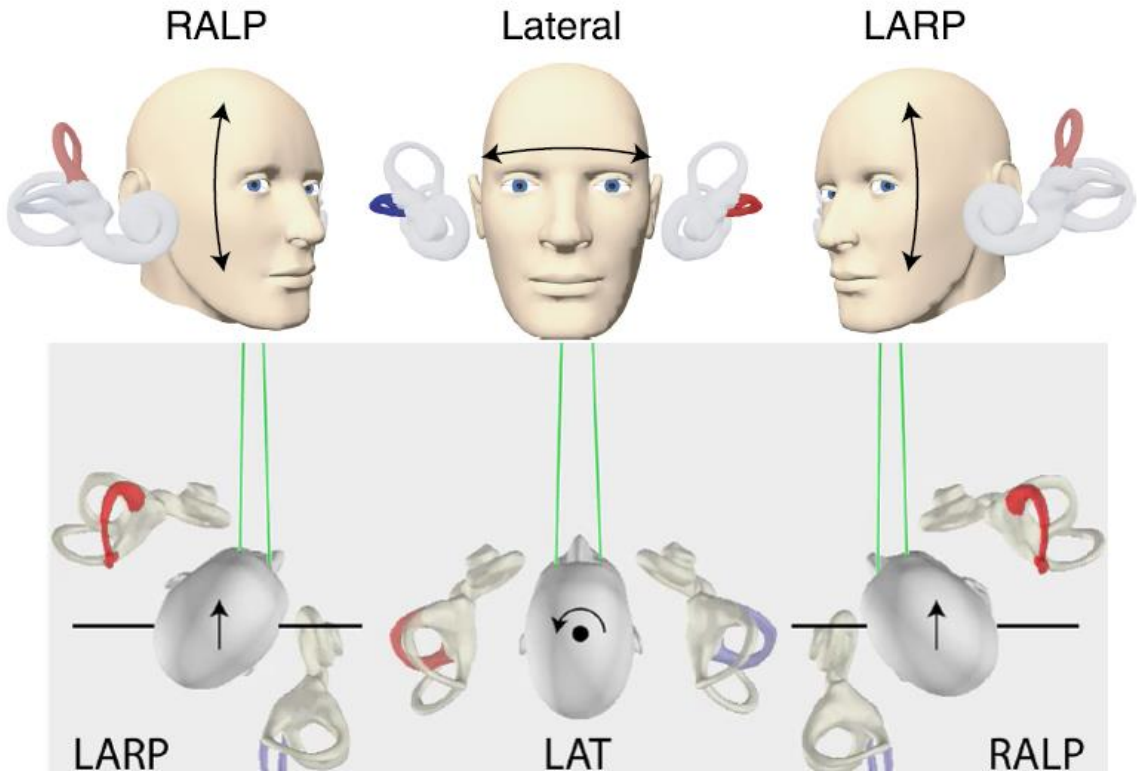
Baş Dönmesi Engellilik Anketi; 70 katılımcıya uzman odyolog tarafından yüz yüze olarak uygulanmıştır. “evet” (4 puan) “bazen” (2 puan), “hayır” (0 puan) formatında hastanın cevap verdiği 25 ifadeden oluşmaktadır (Şekil 6). Böylece, 100 puan maksimum dizziness handikabını, 0 puan ise minimum handikabını temsil etmektedir (EK 1).

Odyolojik Değerlendirme; Industrial Acoustics Campany (IAC) standardında olan sessiz kabinde (Industrial Acoustic Company Inc., New York, A.B.D.), “Clinical Audiometer AC40” odyometri cihazı (Interacoustic Co. Assens, Danimarka) ve “Telephonics TDH-39P” kulaklığı (Telephonics Co. Farmingdal, New York, A.B.D.) kullanılarak yapılmıştır. Havayolu eşikleri 125-8000 Hz arasında; kemik yolu eşikleri 250-4000 Hz arasında belirlenmiştir. 500-2000 Hz saf ses ortalaması konuşma frekanslarındaki ortalama için hesaplanmış, 4000-8000 Hz’de saf ses ortalaması ise yüksek frekanslardaki ortalama için kaydedilmiştir. Konuşma frekanslarındaki ortalamanın 0-20 dB arası normal işitme düzeyi olması ve konuşmayı ayırt etme skoru %92 ve üzeri olması çalışmaya alınma kriteri olarak belirlenmiştir.

vHIT testi; GN Otometrics, Ics Impulse, Danimarka cihazı kullanılarak yapılmış ve göz hareketlerinin ve ölçüm grafiklerinin eş zamanlı izlenmesine olanak tanıyacak basit bir kullanıcı ara yüzüne sahip OtoAccessTM bilgisayar programı ile değerlendirilmiştir. Çalışmada kullanılan vHIT gözlüğü, eğimli, bükülebilir bir çerçevesi olan, lastik bant ile başa oturtulan bir yapıya ve 40 gr ağırlığa sahiptir (57). Gözlük üzerinde monoküler kamera ve 6 serbestlik dereceli bir atalet ölçüm ünitesi (inertial measurement unit, IMU) bulunmaktadır. Gözlük, veri aktarımını sağlayan bir USB 2.0 kablo ile bilgisayara bağlanmaktadır.



Şekil 6. vHIT testinde hasta ve uygulayıcının duruşu.



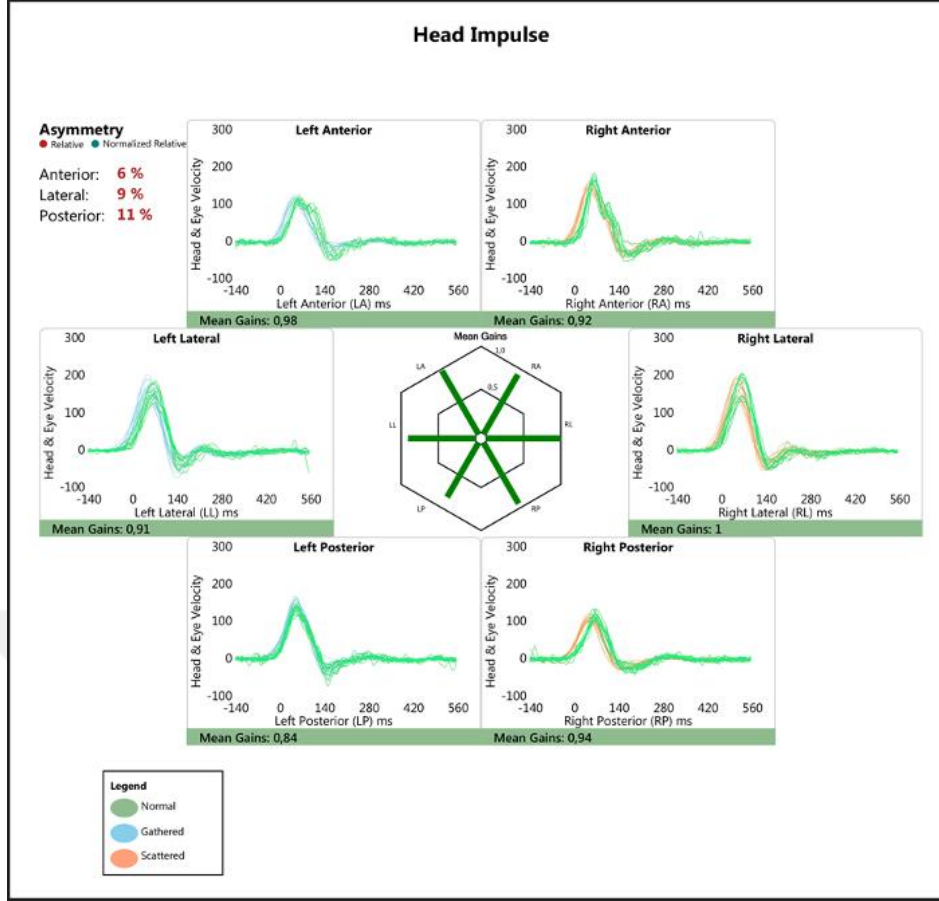
Şekil 7. vHIT testinde bilgisayar ekranındaki yardımcı komut görseli.

Katılımcı, duvardan 1 metre uzakta sandalyeye oturtularak duvara, göz seviyesinde hastaların görebileceği büyüklükte, fiske olmaları için bir daire çizilmiştir. Cihazın gözlüğü hastalara sıkı bir şekilde takılmış ve gözlüğün hareket etmesi engellenmiştir. Gözlük

üzerinde bulunan ve hareket edebilen kameranın konumu ayarlanarak göz, ekran üzerinde ortalınmış ve kalibrasyon aşamasına geçilmiştir (Şekil 7 ve Şekil 8). Kalibrasyon yapılırken, gözlük üzerine yerleştirilmiş olan lazer kaynağından gönüllünün baktığı duvarın üzerine yansıyan 5 adet lazer ışığı noktasına başını oynatmadan bakması istenmiştir. Hangi noktaya bakılması gerektiği, bilgisayar ekranında izlenerek sesli bir şekilde katılımcıya söylenmiştir. Cihazın verdiği komutlara göre yaklaşık 24 saniye içinde göz hareketlerinin kalibrasyonuna yönelik bu işlem tamamlanmıştır. Her katılımcı için her test öncesinde kalibrasyon işlemi tekrarlanmıştır.

Test sırasında katılımcının başı uygulayıcı tarafından çene kısmından kavranacak şekilde tutularak yaklaşık 15° açı ile rastgele sağa, sola öne veya arkaya doğru hızlı bir şekilde itilmiş, bu sırada katılımcının başını rahat bırakması, boynunu kasmaması ve bakmakta olduğu noktadan gözünü kaçırmamaya çalışması istenmiştir. Her kanal için en az 10 baş itme hareketi yapılarak test tamamlanmıştır.

Lateral semisirküler kanal ölçümleri sırasında katılımcının başı 30° kadar öne eğilmiş, bilgisayar ekranından doğru düzlemde olduğu kontrol edilmiştir. Lateral kanallar için arkada ayakta bulunan uygulayıcı tarafından sağa ve sola rastgele hızlı baş itme hareketleri uygulanmıştır. Vertikal semisirküler kanalların ölçümleri aynı düzlemde yer aldıkları için sağ anterior (Right Anterior, RA) ve sol posterior (Left Posterior, LP) semisirküler kanallar (Right Anterior Left Posterior, RALP) ile sol anterior (Left Anterior, LA) ve sağ posterior (Right Posterior, RP) semisirküler kanallar (Left Anterior Right Posterior, LARP) birlikte test edilmektedir. Test edebilmek için katılımcı karşıdaki hedefe bakarken başı yine arkada ayakta duran uygulayıcı tarafından vertikal kanal düzlemlerinde hızlı olarak itme hareketi yapılarak test tamamlanmıştır.



Şekil 8. vHIT testinde elde edilen rapor görüntüsü.

Her iki tarafta yer alan toplam 6 semisirküler kanalın hepsi test edildikten sonra sonuçların izlenebildiği bir rapor çıktısı alınabilmektedir. Bu raporda, her kanal için baş göz hareket eğrileri, baş itme hareketi süresindeki hız değişimini gösteren bir regresyon eğrisi, kazanç değerleri (lateral kanallar için 60 msn'deki kazanç ile vertikal kanallar için ortalama regresyon eğrisi kazancı), kanal kazançlarının karşılaştırılabileceği bir dairesel kazanç grafiği ve vertikal baş hareketlerinin yönlerini gösteren bir başka grafik bulunmaktadır (Şekil 9).

VOR kazancı için normal sınırlar sol lateral semisirküler kanal (Left Lateral, LL) ve sağ lateral semisirküler kanal (Right Lateral, RL) için $\geq 0,8$; sol anterior semisirkülerkanal (Left Anterior, LA), sağ posteriorsemisirküler kanal (Right Posterior RP), sol posterior semisirküler kanal (LeftPosterior LP) ve sağ anterior semisirküler kanal (Right Anterior, RA) için $\geq 0,7$ olarak alınmıştır (58,59). Bu şekilde tüm bireylerde VOR kazancında azalma olup olmadığı ile beraber overt/covert sakkad varlığı araştırılmıştır.

Post Head Shake testi; Micromedial Visual Eyes (Micromedial Technologies USA) cihazı ile uygulanmıştır. Bu testte katılımcı oturur pozisyonda başı öne doğru 30 derece eğilerek saniyede 2 defa olacak bir hızda (2 Hz frekansında) ve 20 saniye süreyle horizontal planda sallanmıştır. Baş sallanırken görsel fiksasyon olmaması, hastanın gözleri kapalı veya Frenzel gözlükleri takılı olması sağlanmıştır. Baş sallama sonrasında baş durduktan 1-2 saniye içinde olabilecek birkaç atımlık nistagmus normal olarak değerlendirilir iken bu süreyi aşan nistagmus (Baş Sallama Sonrası Nistagmusu) patolojik olarak kabul edilmiştir ve yön/ yön değiştirme özelliği bakımından incelenmiştir.

Kan parametreleri; 35 Hemodiyaliz hastasının diyaliz öncesi alınan kan örneklerinde Kalsiyum (CA), Paratiroid Hormon (PTH), Kreatinin, Üre (BUN) ve BUN/Kreatinin oranı kayıt edilmiştir. Bu değerler ile vHIT testinde sakkad varlığı arasındaki korelasyon incelenmiştir.

İstatistiksel Analiz;

Tüm istatistiksel analizler IBM SPSS 25.0 programı ile yapılmıştır. Araştırmada ilk olarak veri toplama araçlarının normal dağılım hipotezine uyup uymadığı çarpıklık ve basıklık katsayılarına bakılmak suretiyle tespit edilmiş, veri seti aykırı değerleri kontrol edilmiş ve parametrik olmayan test yöntemleri tercih edilmiştir. Daha sonrasında tanımlayıcı istatistikler verilmiştir. Son olarak da hipotez değerlendirmesi yapılmıştır.

Gruplar arasındaki karşılaştırmalarda sürekli değişkenlerin normal dağılıp dağılmadığı Kolmogorov – Smirnov normallik testiyle tespit edilmiştir. Normal dağılımlarda “Bağımsız Örneklem t test”, normal dağılım göstermeyen durumlarda ise “Mann-Whitney U test” ve kategorik değişkenler için “ki- kare testleri” uygulanmıştır. Sürekli değişkenlerin karşılaştırmalarında “Pearson korelasyon analizi” yapılmıştır. Sonuçlar %95 anlamlılık seviyesinde değerlendirilmiş ve istatistiki anlamlılık $p<0,05$ olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Çalışmada Hemodiyaliz hastası 35 kişilik hasta grubu ile 35 kişilik kontrol grubu katıldı. Hasta grubunun 16 kişisi erkek (%45.5) 19 kişisi kadındır (%51.4). Kontrol grubunun 17 kişisi erkek (%51.5), 18 kişisi ise kadındır (%48.6). Gruplar arasında cinsiyet açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur. ($p=0,811$).

Cinsiyet						
GRUP			Kadın	Erkek	Toplam	p
	Çalışma grubu	N	19	16	35	0,811
		%	51,40%	48,50%	50%	
	Kontrol grubu	N	18	17	35	
		%	48,60%	51,50%	50%	
	Toplam	N	37	33	70	
		%	100%	100%	100%	

* $p<.05$ bağımsız örneklem t testi

Tablo 1. Araştırma Kapsamındaki Kişilerin Demografik Özellikleri

Çalışma kapsamındaki hasta grubunun yaş ortalaması 33.09 ± 6.8 (yıl); minimum 24 maksimum 46'dır. Kontrol grubu yaş ortalaması 33.77 ± 6.85 (yıl); minimum 23 maksimum 46'dır. Hasta ve kontrol grupları arasında yaş dağılımı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p=,68$).

Yaş Dağılımı						
	N	Minimum	Maximum	Ort.	Std.Sapma	p
Çalışma grubu	35	24	46	33,09	6,801	0,681
Kontrol grubu	35	23	46	33,77	6,847	

* $p<.05$ bağımsız örneklem t testi

Tablo 2. Çalışma Kapsamındaki Hastaların Yaşlarının Gruplarına Göre Farklılıklarına Ait Analiz Sonuçları

Araştırma kapsamındaki kişilerin saf ses odyometri test skorları kontrol ve çalışma grupları arasında farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla Mann-Whitney U testi yapılmıştır. Buna göre yüksek frekans ortalaması sağ, yüksek frekans ortalaması sol, konuşma frekansı ortalaması sağ ve konuşma frekansı ortalaması sol değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır ($p<.05$). Hasta gruplarının saf ses odyometri skorları kontrol gruplarının saf ses odyometri skorlarından daha yüksektir.

	GRUP	N	Ort.	Std.Sapma	p
4-8 kHz Ort. Sağ (dB)	Çalışma grubu	35	30,46	21,157	*0,00
	Kontrol grubu	35	7,34	7,696	
4-8 kHz Ort. Sol(dB)	Çalışma grubu	35	23,4	16,085	*0,00
	Kontrol grubu	35	6,51	5,777	
0,5-2 kHz Ort. Sağ(dB)	Çalışma grubu	35	17,89	16,273	*0,00
	Kontrol grubu	35	5,31	5,063	
0,5-2 kHz Ort. Sol(dB)	Çalışma grubu	35	12,83	9,06	*0,001
	Kontrol grubu	35	5,06	3,933	

* $p < .05$ Mann-Whitney U

Tablo 3. Saf Ses Odyometri Testi Sonuçlarının Gruplar Arasındaki Dağılımları

Araştırma kapsamındaki kişilerin baş dönmesi engellilik skorlarının kontrol ve çalışma grupları arasında farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla Mann-Whitney U testi yapılmıştır. Buna göre baş dönmesi engellilik skorlarının gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($p < .05$). Hasta gruplarının baş dönmesi engellilik skorları kontrol gruplarının baş dönmesi engellilik skorlarından daha yüksektir.

Baş Dönmesi Engellilik Anket Skorları					
	GRUP	N	Ort.	Std.Sapma	p
DHI Skor	Çalışma grubu	35	5,2	8,666	*0,001
	Kontrol grubu	35	0	0	

* $p < .05$ Mann-Whitney U

Tablo 4. Baş Dönmesi Engellilik Anketi (DHI) puanlarının gruplar arasındaki dağılımı

Araştırma kapsamındaki kişilerin her iki taraf semisirküler kanallar için kazanç (gain) asimetri açısından hasta ve kontrol grupları arasında farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla Mann-Whitney U testi yapılmıştır. Buna göre hasta ve kontrol grupları arasında asimetri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir. ($p > .05$)

Kanal Kazanç (Gain) Asimetri Değerleri					
	GRUP	N	Ort.	Std.Sapma	p
Left Lateral, LL (Gain)	Çalışma grubu	35	0,99	0,13	0,798
	Kontrol grubu	35	0,99	0,13	
Right Lateral, RL (Gain)	Çalışma grubu	35	0,97	0,09	0,325
	Kontrol grubu	35	3,60	15,56	
Left Anterior, LA (Gain)	Çalışma grubu	35	0,99	0,12	0,589
	Kontrol grubu	35	0,97	0,10	
Right Anterior, RA (Gain)	Çalışma grubu	35	0,94	0,09	0,634
	Kontrol grubu	35	0,95	0,08	
Left Posterior, LP (Gain)	Çalışma grubu	35	0,96	0,08	0,286
	Kontrol grubu	35	0,98	0,09	
Right Posterior, RP (Gain)	Çalışma grubu	35	0,96	0,10	0,725
	Kontrol grubu	35	0,97	0,07	

* $p < .05$ Mann-Whitney U

Tablo 5. Çalışma Kapsamındaki Hastaların Kazanç (Gain) Asimetri Değerlerinin Gruplarına Göre Farklılıklarına Ait Analiz Sonuçları

Çalışma ve kontrol grupları arasında sol ve sağ lateral kanallarda sakkad varlığı ayrı ayrı Ki-Kare test ile incelenmiştir ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($\chi^2=6.56$, $p=0.03$). Hastaların %17,1’inde hem sol hem sağ lateral sakkad var iken; kontrol grubunda lateral kanallarda sakkad görülmemiştir.

Sol/Sağ Lateral Sakkad							
GRUP			Yok	Var	N	χ^2	p
	Çalışma grubu	N	29	6	35	6,563	*0,025
		%	82,9%	17,1%	100%		
	Kontrol grubu	N	35	0	35		
		%	100%	0%	100%		
	Toplam	N	64	6	70		
		%	91,4%	8,6%	100%		

* $p < .05$ Ki-Kare test

Tablo 6. Sol ve Sağ Lateral kanaldaki sakkad varlığının gruplar arasındaki dağılımları

Çalışma ve kontrol grupları arasında sol ve sağ anterior kanal sakkad varlığı Ki-Kare test ile değerlendirilmiş ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark her iki taraf için de bulunamamıştır. (sol anterior kanal için $\chi^2=1.06$, $p=.61$; sağ anterior kanal için $\chi^2=2.06$, $p=.49$).

Sol Anterior Sakkad							
			Yok	Var	N	χ^2	p
GRUP	Çalışma grubu	N	32	3	35	1,061	0,614
		%	91,4%	8,6%	100%		
	Kontrol grubu	N	34	1	35		
		%	97,1%	2,9%	100%		
	Toplam	N	66	4	70		
		%	94,3%	5,7%	100%		

* $p < .05$ Ki-Kare test

Tablo 7. Sol Anterior kanaldaki sakkad varlığının gruplar arasındaki dağılımları

Sağ Anterior Sakkad							
			Yok	Var	N	χ^2	p
GRUP	Çalışma grubu	N	33	2	35	2,059	0,493
		%	94,3%	5,7%	100%		
	Kontrol grubu	N	35	0	35		
		%	100%	0%	100%		
	Toplam	N	68	2	70		
		%	97,1%	2,9%	100%		

* $p < .05$ Ki-Kare test

Tablo 8. Sağ Anterior kanaldaki sakkad varlığının gruplar arasındaki dağılımları

Hasta ve kontrol gruplarının post-Head shake testi sonrası nistagmus varlığı açısından yapılan Ki-Kare test sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($\chi^2=6.56$, $p=0,03$). Hemodiyaliz hastalarının %17,1’inde nistagmus var iken; kontrol grubunun tamamında nistagmus yoktur.

Post Head Shake Nistagmus							
			Yok	Var	N	χ^2	p
GRUP	Çalışma grubu	N	29	6	35	6,563	*0,025
		%	82,9%	17,1%	100%		
	Kontrol grubu	N	35	0	35		
		%	100%	0%	100%		
	Toplam	N	64	6	70		
		%	91,4%	8,6%	100%		

* $p < .05$ Ki-Kare test

Tablo 9. Post head shake nistagmus varlığının gruplar arasındaki dağılımları

Hemodiyaliz hastaların ölçülen kan parametrelerinin sol lateral kanal sakkad olup olmama durumlarına göre farklılık gösterip göstermediği araştırılmıştır. Araştırma sonucuna göre anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p > .05$).

Kan Parametreleri ile Sol Lateral Kanal Sakkad Karşılaştırılması							
	Sol Lateral Sakkad	N	Ort.	Std.Sapma	t	sd	p
CA	Yok	29	8,41	0,78	0,262	33	0,795
	Var	6	8,32	1,04			
Paratroid	Yok	29	563,04	606,69	-1,848	33	0,074
	Var	6	1049,37	459,71			
Kreatinin	Yok	29	10,86	2,00	-0,924	33	0,362
	Var	6	11,85	3,82			
Bun	Yok	29	73,21	16,38	0,737	33	0,466
	Var	6	68,00	11,51			
Bun/Kreatinin	Yok	29	6,87	1,61	1,118	33	0,272
	Var	6	6,07	1,49			

* $p < .05$ Korelasyon testi

Tablo 10. Kan parametrelerinin sol lateral kanal sakkad olup olmama durumlarına göre karşılaştırılması.

Ölçülen kan parametrelerinin sağ lateral kanal sakkad olup olmama durumlarına göre farklılık gösterip göstermediği araştırılmıştır. Araştırma sonucuna göre anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p > .05$)

Kan Parametreleri ile Sağ Lateral Kanal Sakkad Karşılaştırılması							
	Sağ Lateral Sakkad	N	Ort.	Std.Sapma	t	sd	p
CA	Yok	29	8,36	0,81	-0,665	33	0,511
	Var	6	8,60	0,86			
Paratroid	Yok	29	601,17	618,99	-0,968	33	0,34
	Var	6	865,08	541,14			
Kreatinin	Yok	29	11,07	2,33	0,21	33	0,835
	Var	6	10,85	2,77			
Bun	Yok	29	74,31	16,33	1,706	33	0,097
	Var	6	62,67	5,85			
Bun/Kreatinin	Yok	29	6,87	1,61	1,143	33	0,261
	Var	6	6,06	1,50			

* $p < .05$ Korelasyon testi

Tablo 11. Kan parametrelerinin sağ lateral kanal sakkad olup olmama durumlarına göre karşılaştırılması.

Hemodiyaliz hastaların ölçülen kan parametrelerinin sol anterior kanal sakkad olup olmama durumlarına göre farklılık gösterip göstermediği araştırılmıştır. Araştırma sonucuna göre sadece Bun/Kreatinin oranının sol anterior sakkad olup olmamasına göre anlamlı farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($t=2.52$, $p=.02$, $p<.05$). Sol anterior sakkad olmayan hastaların Bun/kreatinin oranı sol anterior sakkad olan hastalardan daha yüksektir.

Kan Parametreleri ile Sol Anterior Kanal Sakkad Karşılaştırılması							
	Sol Anterior Sakkad	N	Ort.	Std.Sapma	t	sd	p
CA	Yok	32	8,39	0,78	-0,152	33	0,88
	Var	3	8,47	1,34			
Paratroid	Yok	32	603,32	603,95	-1,39	33	0,174
	Var	3	1106,03	518,58			
Kreatinin	Yok	32	10,85	2,32	-1,491	33	0,145
	Var	3	12,95	2,41			
Bun	Yok	32	73,47	15,77	1,449	33	0,157
	Var	3	60,00	7,21			
Bun/Kreatinin	Yok	32	6,93	1,53	2,518	33	*0,017
	Var	3	4,67	0,29			

$t=2.52, p=.02, *p<.05$ Korelasyon testi

Tablo 12. Kan parametrelerinin sol anterior kanal sakkad olup olmama durumlarına göre karşılaştırılması.

Hastaların ölçülen kan parametrelerinin sağ anterior kanal sakkad olup olmama durumlarına göre farklılık gösterip göstermediği araştırılmıştır. Araştırma sonucuna göre anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>.05$)

Kan Parametreleri ile Sağ Anterior Kanal Sakkad Karşılaştırılması							
	Sağ Anterior Kanal	N	Ort.	Std.Sapma	t	sd	p
CA	Yok	33	8,41	0,82	0,437	33	0,665
	Var	2	8,15	0,92			
Paratroid	Yok	33	627,33	592,38	-0,75	33	0,458
	Var	2	961,35	1048,29			
Kreatinin	Yok	33	10,89	2,29	-1,523	33	0,137
	Var	2	13,46	3,15			
Bun	Yok	33	72,91	15,86	0,912	33	0,368
	Var	2	62,50	7,78			
Bun/Kreatinin	Yok	33	6,86	1,56	1,922	33	0,063
	Var	2	4,70	0,52			

$t=2.52, p=.02, *p<.05$ Korelasyon testi

Tablo 13. Kan parametrelerinin sağ anterior kanal sakkad olup olmama durumlarına göre karşılaştırılması.

Araştırma kapsamındaki hemodiyaliz hastaların ölçülen kan parametrelerinin sol posterior kanal sakkad olup olmama durumlarına göre farklılık gösterip göstermediği araştırılmıştır. Araştırma sonucuna göre sadece kreatinin değeri ortalamasının sol posterior sakkad olup olmamasına göre anlamlı farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($t=-2.09, p=.04, p<.05$). Sol posterior sakkad olan hastaların kreatinin oranı, sol posterior sakkad olmayan hastalardan daha yüksektir.

Kan Parametreleri ile Sol Posterior Kanal Sakkad Karşılaştırılması							
	Sol Posterior	N	Ort.	Std.Sapma	t	sd	p
CA	Yok	34	8,42	0,81	1,122	33	0,27
	Var	1	7,50	.	.	.	
Paratroid	Yok	34	615,35	587,50	-1,824	33	0,077
	Var	1	1702,60	.	.	.	
Kreatinin	Yok	34	10,90	2,26	-2,094	33	0,044
	Var	1	15,69	.	.	.	
Bun	Yok	34	72,44	15,85	0,276	33	0,784
	Var	1	68,00	.	.	.	
Bun/Kreatinin	Yok	34	6,80	1,57	1,556	33	0,129
	Var	1	4,33	.	.	.	

$t=2.52, p=.02, *p<.05$ Korelasyon testi

Tablo 14. Kan parametrelerinin sol posterior kanal sakkad olup olmama durumlarına göre karşılaştırılması.

Hemodiyaliz hastalarının kan parametreleri ile tüm kanalların kazanç (gain) asimetri değerleri arasındaki korelasyon incelenmiştir; aralarında anlamlı bir ilişkiye rastlanmamıştır.

Hemodiyaliz hastalarının hastalık sürelerinin sol ve sağ lateral kanal sakkad olup olmama durumlarına göre farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla Mann-Whitney U testi yapılmıştır. Buna göre kişilerin hastalık süreleri sol lateralde sakkad olup olmama durumlarına göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($p=.02$). Sol lateral kanal sakkad olan hastaların hastalık süreleri sol lateral kanal sakkad olmayan hastaların hastalık sürelerinden daha fazladır. Araştırma kapsamındaki kişilerin hastalık süreleri sağ lateral kanal sakkad olup olmama durumlarına göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği belirlenmiştir ($p=.09$).

Sol Lateral	N	Min.	Maks.	Ort.	Std.Sapma	p
Sakkad Yok	64	1	10	2,97	3,246	*0,013
Sakkad Var	6	2	10	6,5	3,271	
Sağ Lateral						
Sakkad Yok	64	1	10	3,06	3,275	0,09
Sakkad Var	6	1	10	5,5	3,937	

* $p<.05$ Mann-Whitney U

Tablo 15. Çalışma Kapsamındaki Hastaların Hastalık Sürelerinin Sakkad Olup Olmama Durumlarına Göre Farklılıklarına Ait Analiz Sonuçları

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada Kronik böbrek yetmezliği nedeniyle hemodiyaliz tedavisi alan hastalarda işitme ve denge sistemi, Baş dönmesi engellilik Envanteri, saf ses odyometri, Post Head Shake nistagmus testi ve vHIT testi yapılarak değerlendirilmiştir.

Normal bireylere kıyasla hemodiyaliz hastalarında saf ses ortalamalarının hem konuşma frekanslarında hem yüksek frekanslarda anlamlı olarak yüksek olduğu, baş dönmesi engellilik anketinde anlamlı olarak yüksek puan elde edildiği ve Post-Head Shake nistagmus varlığının anlamlı olarak daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

vHIT testinde ise gruplar arasında kazanç asimetrisi açısından bir farka rastlanmaz iken lateral kanallar test edildiğinde; sakkad varlığı diyaliz hastalarında anlamlı olarak daha çok tespit edilmiştir. Kan değerleri ile testler arasındaki ilişki incelendiğinde; LARP (sol anterior sağ posterior) sakkad varlığı ile BUN/kreatinin oranı arasında ters ilişki; RALP (sağ anterior sol posterior) sakkad varlığı ile kreatinin yüksekliği arasında doğru ilişki tespit edilmiştir. Hemodiyaliz hastalarının hastalık süresi arttıkça vHIT testinde sakkad varlığının anlamlı olarak arttığı da gözlenmiştir.

Kronik Böbrek yetmezliği, sadece bir böbrek hastalığı değildir. Böbreklerin vücuttaki görevleri itibarıyla bu hastalıkta pek çok sistem etkilenmektedir. Özellikle nörolojik bulgular hastaların hayat kalitesini belirgin olarak etkilemektedir. Üremik toksinler, metabolik ve hemodinamik bozukluklar, oksidatif stres, enflamasyon ve bozulmuş kan-beyin bariyeri, KBY’de görülen nörolojik bulgulardan sorumludur (60). Hem periferik hem santral sinir sistemi tutabilir. Periferik nörolojik bulgular, daha çok somatik ve kranial periferik nöropatiler nedeniyle ortaya çıkar (60,61). Kranial nöropatiler olfaktor, visual ve auditory sinirlerde daha fazla gözlenmektedir (61).

KBY hastalarında işitmenin etkilenmesi ile ilgili yapılan bir çalışmada Antonelli ve ark. (8), kronik böbrek yetmezliği olan yetişkin hastalarda ABR kayıtlarında I-III interpeak latens değerinde uzama tespit etmiş ve böbrek yetmezliğinde koklear sinirin üremik nöropatiye bağlı etkilendiğini ve buna bağlı sinir iletiminde yavaşlama olduğunu iddia etmişlerdir. Kliniğimizde yaptığımız bir çalışmamızda, hemodiyaliz ve periton diyaliz tedavisi gören kronik böbrek yetmezliği olan çocuklarda işitme düzeyleri değerlendirilmiş

ve saf ses ortalama düzeyleri açısından kontrol grubuna göre anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Transient evoked otoakustik emisyon (TEOAE) değerleri incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı olmamakla beraber periton diyaliz tedavisi alan grupta testten geçme yüzdesi daha düşük bulunmuştur. ABR testinde I-V ve III-V intervallerinde uzama ve V dalga mutlak latanslarında uzama ile en çok etkilenen grup hemodiyaliz grubu olduğu görülmüştür (62). Samir ve ark. hemodiyaliz tedavisi alan çocuklarda kontrol grubuna kıyasla TEOAE testinde yanıt yüzdesi oldukça düşük olarak tespit etmişlerdir (63). Hemodiyaliz öncesi ve sonrası yapılan bir başka işitme değerlendirmesi çalışmasında ise saf ses ortalamaları incelendiğinde alçak frekanslarda %10 bir kaybın diyaliz sonrasında olduğu ama diğer frekanslarda belirgin bir oynama olmadığı tespit edilmiştir (64). Yukarıdaki tüm işitme çalışmalarda yazarlar, KBY nedeniyle hemodiyaliz tedavisi alanlarda koklear ve/veya işitme sinirinde üreminin neden olabileceği fizyopatolojik ve nöropatik değişikliklerin sorumlu olduğunu iddia etmişlerdir.

Biz, çalışmamızda ABR ve TEOAE testleri yapmadık ancak çalışmamızın saf ses işitme sonuçları, hemodiyaliz tedavisi gören hastalarda hem konuşma frekanslarında hem de yüksek frekanslarda daha kötü bir işitme ortaya çıkarmış ve yukarıdaki çalışmalarını destekler bir çalışma olmuştur. Çalışmamızda yaşa bağlı yüksek frekans işitme kaybının olabileceği 50 yaş üstü katılımcılar dahil edilmeyerek yaşın karıştırıcı etkisi de ortadan kaldırılmıştır.

KBY hastalarında periferik nöropatiye bağlı olduğu düşünülen denge problemleri de oldukça sık görülen bir bulgudur. Bu hastaların genellikle azalmış fiziksel aktivite, myopati, nöropati ve hatta ilaçlara bağlı komplikasyonlar nedeniyle dengeleri bozulabilir (65). Erken ve ark. larının yaptıkları bir çalışmada 53 erişkin hemodiyaliz hastasının diyaliz sonrasında kontrol gruba ve diyaliz öncesine kıyasla Tetrax posturografi cihazı ile değerlendirilen düşme risk indeks skorlarının anlamlı olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (12).

KBY hastalarında kokleavestibüler semptomların analiz edildiği bir çalışmada 32 hastanın ani işitme kaybı yaşadığı gözlenmiştir (66). Değerlendirilen bu hastaların ve %56,3'ünde vertigo şikayeti olduğu bildirilmiştir. Kronik böbrek yetmezliği olan 10 hastada yapılan histopatoloji çalışmalarında; iç kulakta Corti organda dejenerasyon,

koklear hidrops, perilenfte fibrosis, tektorial membranda bozulma ve stria vasküleriste kalsifikasyon gözlenmiştir (67).

Odyovestibüler etkilenmede bazı hipotezler öne süren bu araştırmacılar, özellikle üremik nörotoksisitenin aksonal Na/K ATPaz pompasının aktivitesini inhibe edebileceği ve bu durumun iç kulaktaki sodyum ve potasyum homeostazını bozarak endolenfatik hidropsa neden olabileceğini düşünmüşlerdir (66).

İç kulak hasarının bir başka nedeninin hemodiyaliz sırasında kan basıncında hızlı ve belirgin dalgalanmalar olabileceği de öne sürülmüştür. Bu ani ve büyük kan basıncındaki değişiklikler, iç kulağın vasküleritesini etkileyerek kokleovestibüler disfonksiyona yol açabilir. Ayrıca KBY hastalarının bir kısmında beraber görülebilen diabetes mellitus, hipertansiyon gibi mikrosirkülasyonu bozan hastalıklar mikroemboliler oluşturarak da vertigoya sebep olabilmektedir (66,68).

Hemodiyaliz tedavisi gören KBY hastalarında vestibüler sistemin değerlendirilmesi, çok sık olmayarak literatürde yer almaktadır. Sazgar ve ark. hemodiyaliz hastalarında sakkül ve ilişkili nöral yolları araştırmak amacı ile cVEMP testi yapmışlardır. KBY olan grupta teste yanıt alınamama oranı, kontrol grubuna göre istatistiksel anlamlı yüksek bulunmuştur. Diyaliz grubunda VEMP dalgasının varlığı ve yokluğu ile kreatinin düzeyleri arasında anlamlı ilişki saptanmıştır (69).

Wrobel ve ark. 25 hemodiyaliz ile tedavi olan ve 20 diyaliz ihtiyacı göstermeyen toplam 45 KBY hastayı vestibüler organ işlevi açısından incelemiştir. Hastaların %84,4'ünde vestibüler organ hasarı bildirmişler, santral tip hasarı olan hastalarda parathormon serum konsantrasyonunda istatistiksel olarak anlamlı artış olduğunu ortaya koymuşlardır (70).

Kliniğimizde yapılan hemodiyaliz tedavisinin olası vestibüler etkilerini göstermede oVEMP testinin kullanıldığı literatürde tek olan bir çalışmada 40 hemodiyaliz hastası oVEMP testi ile kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Çalışma grubunun n1 latansının, kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde uzamış olduğu ve çalışma grubundaki amplitüd değerlerinin kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düşük saptandığı gözlenmiştir (10).

Hemodiyaliz tedavisi gören KBY hastalarında vestibüler fonksiyonların değerlendirilmesinde vHIT testinin kullanıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak literatürde periferik kranial nöropati ve/veya mikrovasküler sistemde dolaşım bozukluğu yapabilecek ve böylece iç kulak ve kokleavestibüler sinirde işlev kaybına yol açabilecek çeşitli sistemik hastalıklarda vHIT testinin kullanıldığı başka çalışmalar mevcuttur. Ertuğrul ve ark. Behçet hastalığı nedeniyle takip edilen 31 hastada vHIT testi ile beraber başdönmesi engellilik anketi ve post-head shake testi uygulanmış ve kontrol grubuna kıyasla vestibüler sistemin nörolojik tutulum başlamadan etkilendiği ortaya çıkarılmıştır (71).

Kalkan ve ark. polinöropatisi olan diabet hastaları ile nöropatisi olmayan diabet hastalarını kontrol grubu ile vestibüler sistemin etkilenmesi açısından c/oVEMP ve vHIT testleri yaparak kıyaslamışlardır. vEMP bulguları açısından diabet hastaları anormal bulgular gösterirken, vHIT bulguları açısından anlamlı bir fark saptanmamıştır. Yazarlar, vestibüler end organın özellikle diabet hastalığında takibinde vestibüler tanı yöntemlerinin güvenle kullanımını önermişlerdir (72). Salzer ve ark. vitamin B1 eksikliğinin olduğu Wernicke ensefalopati tanısı olan iki hastanın vHIT sonuçlarını yayınlamışlar ve medial vestibüler nukleusun selektif disfonksiyonunu tespit etmede vHIT testinin yararlı olabileceğini iddia etmişlerdir (73).

Hemodiyaliz tedavisi gören KBY hastalarında üremia primer aksonal dejenerasyon yaparak segmental demiyelinizasyon ve buna bağlı muskuler atrofi yapabilir (68). Ayrıca üremik hastalarda özellikle kreatinin klerans azaldığında periferik sinir sisteminde sinir iletim hızı belirgin olarak azalmaktadır (74). Yine kalsiyum metabolizmasındaki etkilenmeye bağlı olarak intrasellüler kalsiyum birikimi periferik nöropatiyi tetikleyebilmektedir (61). KBY hastalarında aynı zamanda Vitamin D eksikliği de eş zamanlı görülebilmektedir (75). Bu durum sekonder hiperparatiroidizm ve intrasellüler kalsiyum artışına neden olarak yine periferik nöropatiye neden olabilmektedir (61,75).

Bizim çalışmamızda KBY hastaları, baş dönmesi engellilik anketinde kontrol grubuna kıyasla anlamlı olarak yüksek skor elde etmişlerdir. Baş dönmesi engellilik anketi, sübjektif olarak vestibüler sistemin etkilenmesini gösteren önemli bir belirteç olarak çalışmalarda güvenle kullanılmaktadır (71). Çalışmamızda da hasta grupta anket skorunun yüksek elde edilmesi, olası vestibüler etkilenme olarak değerlendirilmiştir. Aynı zamanda DHI, hastaların düşme riskini tayin etmede de kullanılabilir. Huang ve ark. logistik

regresyon analizi yaparak 283 vestibüler patolojisi olan hastada DHI yüksek olan hastaların düşme riskinin de yüksek olduğunu tespit etmişlerdir (76). Bu nedenle, Hemodiyaliz tedavisi alan KBY hastaları, etkili vestibüler tanı yöntemleri ile değerlendirilemiyorsa bile en azından vestibüler sistemin etkilenmesinin erken fark edilmesi ve düşme riskinin tayini için DHI doldurulması önerilir.

Çalışmamızda VENG testlerinin tamamını ne yazık ki gerçekleştiremedik. Bunun en önemli nedeni hemodiyaliz ünitesinin odyoloji kliniğine olan uzaklığı ve hemodiyaliz hastalarının VENG testinde özellikle kalorik testini tolere edememe ihtimaliydi. Ancak özellikle hızlı frekans bir test olan Post-Head Shake testini kullanarak yine hızlı frekans bir test olan vHIT testinin güvenilirliğini de arttırmış olacağımızı düşündük. Gerçekten de çalışmamızda her iki testte de hasta grubumuzda istatistiksel anlamlı sonuçlar bulduk. Post Head Shake testi, literatürde de kolay ve yatak başı test olarak vestibüler disfonksiyon tanısı için önerilmektedir (71,77,78). Teggi ve ark. 511 yetişkin kesin Meniere hastalığı tanısına sahip bir hasta popülasyonunda 115 hasta tamamiyle negatif teste sahip iken; hastaların %15'i anormal vHIT bulgusu gösterirken %23 'ünde post head shake testi pozitif olarak elde edilmiştir (77). Ertugrul ve ark. Behçet hastalarında post head shake testi ile vHIT testlerini birbiri ile uyumlu olarak etkilenmiş olarak bulmuşlardır (71). Bizim çalışmamız da bu çalışmaları destekler şekilde sonuçlara sahiptir.

Hemodiyaliz tedavisi alan KBY hastalarının vestibüler sisteminin değerlendirildiği bu çalışmada vHIT test sonuçları incelendiğinde; overt ve covert sakkad varlığı diyaliz hastalarında anlamlı olarak daha çok tespit edilmiştir. Kan değerleri ile testler arasındaki ilişki incelendiğinde; LARP (sol anterior sağ posterior) sakkad varlığı ile BUN/kreatinin oranı arasında ters ilişki; RALP (sağ anterior sol posterior) sakkad varlığı ile kreatinin yüksekliği arasında doğru ilişki tespit edilmiştir. Kreatinin yüksekliği, tahmini GFR düzeyini ve dolayısıyla böbreklerin çalışır olduğunu göstermede diğer tüm değerlere oranla daha güvenilir olarak kabul edilmektedir (2,53). Kreatinin yüksekliğinde periferik sinir iletiminin etkilenmesinin yanısıra; kullanılan ilaçların yetersiz kleransı ve olası artmış kan-beyin bariyer penetransı ile nörotoksisitenin oluşumu söz konusu olabilir (61,68). Bu durum, diğer pek çok sistemi etkileyebileceği gibi vestibüler sistemi de etkileyebilir.

Sazgar ve ark. 20 hemodiyaliz hastasında serum kreatinin düzeyi ile VEMP test sonuçlarını karşılaştırmış ve kreatinin yükseldikçe VEMP dalgalarının olmadığını

gözlemişlerdir (69). Tekkarışmaz ve ark. böbrek tranplant hastalarında özellikle kreatinin değeri yüksek olanlarda olmayanlara kıyasla posturografide düşme indeks skorlarını yüksek olarak bulmuşlardır (11). Bizim çalışmamızda da kreatinin yüksekliği ve dolayısıyla düşük BUN/Kreatinin oranı varlığında vHIT testinde sakkadların artmış olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmamızda hemodiyaliz hastalarının hastalık süresi artıkça yapılan vHIT testinde sakkad varlığının anlamlı olarak arttığı da gözlenmiştir. Bu sonuç Behçet hastalığında vestibüler sistemi vHIT testi ile inceleyen Ertuğrul ve ark. larının çalışmasının sonucundan farklıdır. Behçet hastalığında nörolojik bulgular çıkmadan erken aşamada da vHIT testinde etkilenme gözlenmiştir (71). Ancak bizim çalışmamızda hastalık süresi ve dolayısıyla hemodiyalize girme süresi artıkça vestibüler sistemin etkilenmesi de anlamlı olarak artmaktadır. Tekkarışmaz ve ark. böbrek transplantasyonu sonrasında hastalara posturografi yapmışlar ve greft fonksiyonu normal olan transplantasyon hastalarında düşme riskini sağlıklı gönüllülerle benzer olarak düşük tespit etmişlerdir (11). Bu çalışma ile birlikte bizim çalışmamız, kronik böbrek yetmezliği hastalarında erken dönemde transplantasyon yapılmasının ve transplantasyon sonrası fonksiyonel bir grefte sahip olmanın, uzun yıllar hemodiyaliz tedavisine göre vestibüler sistem üzerinde daha fazla koruyucu etkisi olduğunu düşündürmektedir. Ancak bu düşünce gelecekte yapılacak çalışmalarla desteklenmelidir.

Çalışmamız prospektif vaka-kontrol bir çalışma olmasına rağmen bazı kısıtlılıklara sahiptir. Kısıtlılıklardan biri, hastalara saf ses odyometri ile beraber koklea etkilenmesini gösterebileceğini düşündüğümüz TEOAE yapılmamış olmasıdır. Koklear fonksiyonlardaki etkilenme vestibüler sistemin etkilenmesini yorumlamada yardımcı olabilir. İkinci kısıtlılık, VENG testini tüm alt testleri ile beraber yapamamış olmamızdır. Yine literatürde diyaliz hastalarında posturografi çalışmaları olmakla beraber çalışmamızda vHIT testi ile beraber posturografi, VEMP gibi testlerin bir arada yapılması sağlanarak vestibüler sistemin çok yönlü araştırması yapılamamıştır. Bu kısıtlılığın en önemli nedeni, hastaların test sürelerinin tamamını aynı anda tolere edememesi ve diyaliz ile odyoloji ünitelerinin hastanenin ayrı merkezlerinde olması nedeniyle hastaların transferinde yaşanabilecek zorluklardır.

Bütün bu kısıtlılıklara rağmen çalışmamız, hemodiyaliz tedavisi alan KBY hastalarında vestibüler sistemi vHIT testi ile değerlendiren literatürdeki ilk çalışma olma özelliğine sahiptir. Sonuç olarak; vHIT testi, hemodiyaliz tedavisi alan KBY hastalarında vestibüler sistemin değerlendirilmesinde kolaylıkla kullanılabilir olacak önemli bir testtir. KBY nedeniyle hemodiyaliz tedavisi alan hastalarda vestibüler sistem belirgin olarak etkilenmektedir. Kreatinin yükseldikçe ve hastalık süresi arttıkça vHIT testinde overt ve covert sakkadların anlamlı olarak arttığı bu çalışma ile tespit edilmiştir. KBY hastalarında kreatinin yüksekliği ve hastalık süresinin vestibüler yan etkilerini vHIT ile takip etmede klinik kullanımının yaygınlaştırılması, ileride yapılacak çalışmalar ile mümkün olabilir.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Normal bireylere kıyasla hemodiyaliz tedavisi alan hastalarda saf ses ortalamalarının hem konuşma frekanslarında hem yüksek frekanslarda anlamlı olarak yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Hemodiyaliz tedavisi alan KBY hastalarında vestibüler sistemi vHIT testi ile değerlendiren literatürdeki ilk çalışma olma özelliğine sahip bu çalışmada her iki kulak tüm semisirküler kanallar aynı anda değerlendirilmiştir. vHIT testinde ise gruplar arasında kazanç asimetrisi açısından bir farka rastlanmaz iken; lateral kanallar test edildiğinde; sakkad varlığı diyaliz hastalarında anlamlı olarak daha çok tespit edilmiştir.

Hemodiyaliz tedavisi alan hastalarda kan değerleri ile vHIT arasındaki ilişki incelendiğinde; LARP (sol anterior sağ posterior) sakkad varlığı ile BUN/kreatinin oranı arasında ters ilişki; RALP (sağ anterior sol posterior) sakkad varlığı ile kreatinin yüksekliği arasında doğru ilişki tespit edilmiştir.

Hemodiyaliz tedavisi alan hastalarda baş dönmesi engellilik anketinde anlamlı olarak yüksek puan elde edilmiştir ve Post-Head Shake testinde de nistagmus varlığı yine anlamlı olarak daha fazla tespit edilmiştir.

Hemodiyaliz hastalarının hastalık süresi arttıkça vHIT testinde sakkad varlığının anlamlı olarak arttığı gözlenmiştir.

vHIT testi, hemodiyaliz tedavisi alan KBY hastalarında vestibüler sistemin değerlendirilmesinde kolaylıkla kullanılabilecek önemli bir testtir.

KBY hastalarında kreatinin yüksekliği ve hastalık süresinin vestibüler yan etkilerini vHIT ile takip etmede klinik kullanımının yaygınlaştırılması, ileride yapılacak çalışmalar ile mümkün olabilir.

KAYNAKLAR

1. Selçuk Y (2005). İç Hastalıkları. İçinde: Dolar E (Editör). Kronik Renal Yetmezlik, İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri, 304-10
2. Levey AS, Coresh J, Bolton K, Culleton B, Harvey KS, Ikizler TA, Briggs J (2002). K/DOQI clinical practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification. *American Journal of Kidney Diseases*, 39,1-266.
3. Türk Nefroloji Derneği. Türkiye Ulusal Nefroloji, Diyaliz ve Transplantasyon Kayıt Sistemi Raporu 2018. http://www.nefroloji.org.tr/folders/file/REGISTRY_2018.pdf (Erişim: 10 Ekim 2019)
4. Arnold W (1984). Inner ear and renal diseases. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 112, 119-124.
5. Mancini ML, Strologo LD, Bianchi PM, Tieri L, Rizzoni G (1996). Sensorineural hearing loss in patients reaching chronic renal failure in childhood. *Pediatr Nephrology*, 10, 38-40.
6. Niedzielska G, Katska E, Sikora P, Szajner-Milart I (1999). ABR differences before and after dialyses. *Int J Ped Otorhinolaryngology*, 48, 27-29.
7. Mittalhenkle A, Gillen DL, Stehman-Breen CO (2004). Increased risk of mortality associated with hip fracture in the dialysis population. *Am J Kidney Dis* 44, 672-679.
8. Antonelli AR, Bonfioli F, Garrubba V, et al. (1991). Audiological findings in elderly patients with chronic renal failure. *Acta Otolaryngol.*476, 54- 68.
9. Roberts RG, Kenny RA, Brierley EJ (2003). Are elderly haemodialysis patients at risk of falls and postural hypotension? *Int Urol Nephrol* 35, 415-421.
10. Beyazpınar G (2021). Hemodiyaliz Hastalarında Oküler Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller Bulguları. Yüksek lisans Tezi, Ankara.
11. Tekkarismaz N, Doruk Analan P, Ozelsancak R, Torun D, Caliskan K, & Haberal M (2020). Effect of Kidney Transplant on Balance and Fall Risk. *Experimental and clinical transplantation official journal of the Middle East Society for Organ Transplantation*, 18, 73–77.
12. Erken E, Ozelsancak R, Sahin S, Yılmaz EE, Torun D, Leblebici B, Kuyucu YE, Sezer S (2016). The effect of hemodialysis on balance measurements and risk of fall. *International urology and nephrology*, 48, 1705–1711.

13. Lonsbury-Martin BL, Martin GK, & Hannley MT (2009). Physiology of the auditory and vestibular systems. *Ballenger's Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery*, 16, 68-133.
14. Rambold HA (2015). Economic management of vertigo/dizziness disease in a county hospital video-head-impulse test vs. caloric irrigation. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 272, 2621-2628.
15. Akyıldız N (1998). *Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi I*. Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi. 1, 1-87.
16. Moller AR (2000). *Hearing: its physiology and pathophysiology*. Academic Press. 3, 74-75.
17. Lee JH, Marcus DC (2003). Endolymphatic sodium homeostasis by Reissner's membrane. *Neuroscience*, 119, 3-8.
18. Hızal E, Belgin E (2015). Vestibüler sistemin anatomi ve fizyolojisi. *Temel Odyoloji*. Ankara, Güneş Tıp Kitabevleri 57-69.
19. Moller AR (2006). *Hearing: Anatomy, Physiology and Disorders of the Auditory System*, San Diego California, Elseivers. 6-10.
20. Wright C, Schwade N (2007). Anatomy and physiology of the vestibular system. In R. Roeser, M. Valente & H. Hosford-Dunn (Eds.), *Audiology: Diagnosis* (2nd ed.). New York, NY: Thieme Medical Publishers, Inc.
21. Desmond A (2004). *Vestibular function: Evaluation and Treatment* (2nd ed.). New York: Thieme Medical Publishers, Inc.
22. Smith PF (2017). The vestibular system and cognition. *Current Opinion in Neurology*, 30, 84-89.
23. Schwarz DWF, Tomlinson RD (2005). Physiology of the vestibular system. In: Jackler RK, Brackmann DE, editors. *Neurotology*. Philadelphia, USA: Elsevier Mosby, 91-121.
24. Asadi H, Mohamed S, Lim CP, Nahavandi S, Nalivaiko E (2017). Semicircular canal modeling in human perception. *Reviews in the Neurosciences*, 28, 537- 549.
25. Highstein SM, Rabbitt RD, Holstein GR. Boyle RD (2005). Determinants of Spatial and Temporal Coding by Semicircular Canal Afferents. *Neurophysiol*. 93, 2359-2370.
26. Gacek RR (2005). Anatomy of the central vestibular system. In: Jackler RK, Brackmann DE, editors. *Neurotology*. Philadelphia, USA: Elsevier Mosby, 75-90.

27. Lysakowski A, McCrea RA, Tomlinson RD (1998). Anatomy of vestibular end organs and neural pathways. In: Cummings CW, et al. Eds. Otolaryngology Head and Neck Surgery, 3 rd ed. Mosby-Years Book Inc., St Louis, 25, 61-83.
28. Curthoys IS(2020). Concepts and Physiological Aspects of the Otolith Organ in Relation to Electrical Stimulation. *Audiol Neurotol*, 25, 25-34.
29. Ramos de Miguel A, Zarowski A, Sluydts M, Ramos Macias A, Wuyts FL (2020). The Superiority of the Otolith System. *Audiol Neurotol*, 25, 35-41.
30. Dieterich M (2018). Brandt T. The parietal lobe and the vestibular system. *Handb Clin Neurol*, 151, 9-140.
31. Barmack NH (2003). Central vestibular system: vestibular nuclei and posterior cerebellum. *Brain Research Bulletin*, 60, 511–541.
32. Forbes PA, Chen A, Blouin JS (2018). Sensorimotor control of standing balance. *Handbook of Clinical Neurology*. 159, 61– 83.
33. Fife TD (2010). Overview of anatomy and physiology of the vestibular system. In SDZ. Eggers & DS Zee (Eds.). *Vertigo and imbalance: Clinical neurophysiology of the vestibular system. Handbook of clinical neurophysiology*. Amsterdam: Elsevier. 5-17
34. Barin K (2009). Clinical neurophysiology of the vestibular system. In: Katz J, editor. *Handbook of Clinical Audiology*. Philadelphia, USA: Lippincott Williams&Wilkins, 431-67.
35. Ardiç F (2004). *Vertigo*. Güven Yayınevi. İzmir, 9-26.
36. The extraocular muscles of the orbit. By OpenStax College [CC BY 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>)], via Wikimedia Commons
37. Demer JL (1996). How does the visual system interact with the vestibulo-ocular reflex? In R. W. Baloh & G. H. Halmagyi (Eds.) *Disorders of the Vestibular System*. New York: Oxford University Press, 73-84.
38. Durmus E (2019). *Servikal Disk Patolojili Hastalarda Servikal Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller Bulgularının Değerlendirilmesi*, Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Odyoloji, Ses ve Konuşma Bozuklukları Yüksek Lisans Programı Tezi, Ankara.
39. Albernaz PLM, Zuma e Maia F, Carmona S, Cal RVR, Zalazar G (2019). *The New Neurotology: A Comprehensive Clinical Guide*. Switzerland:Springer, 6-34.
40. Waldrof RA (1993). Observation of eye movements related to vestibular and other neurological problems using the House infrared/video ENG system. In: Arenberg K, editor. *Dizziness and Balance Disorders*. Amsterdam: Kugler Publications, 261-81.

41. Ozgirgin ON (2013). Denge bozukluklarında kullanılan tanısal testler. In Otoloji ve Noro-otoloji. Ed. Onur Celik. Elit Ofset Matbaacılık, Ambalaj Sanayi ve Tic. A.Ş. 52, 819-851.
42. Ballenger J, Snow J (2000). Otolaringoloji Baş ve Boyun Cerrahisi. Güneş Tıp Kitabevi. Ankara, 3089-3133.
43. Yetiser D, Satar B (2005). Elektronistagmografi In Vertigo, Ed. Fazıl Necdet Ardıc. İzmir Guven Kitabevi, 65-88.
44. Angeli S I, Velandia S, Snapp H (2011). Head-shaking nystagmus predicts greater disability in unilateral peripheral vestibulopathy American Journal of Otolaryngology–Head and Neck Medicine and Surgery, 32,522-527.
45. Hain TC, Fetter M, Zee DS(1987). Head-shaking nystagmus in unilateral peripheral vestibular lesions. American J. Otolaryngology, 8, 36-47
46. Katsarkas A, Smith H, and Galiana H (2000). Head-shaking nystagmus (HSN).: the theoretical explanation and the experimental proof. Acta Otolaryngol 120, 177- 181.
47. Koçdor P. (2019). Video baş itme (Head Impulse) Testi (VHIT) In Vertigo, Ed. Fazıl Necdet Ardıc. İzmir Guven Kitabevi 167-77.
48. Curthoys IS, MacDougall HG, Manzari L, Burgess AM, Bradshaw AP, McGarvie L, Halmagyi GM, Weber KP (2011). Clinical application of a new objective test of semicircular canal dynamic function the video head impulse test (vHIT).
49. Beynon GJ, Jani P, Baguley DM (1998). A clinical evaluation of head impulse testing. Clin Otolaryngol Allied Sci. 23, 117–122.
50. Jacobson G, Newman C(1990). The development of the Dizziness Handicap Inventory. Arch Otolaryngol Head Neck Surg, 11, 424-427.
51. Canbal M, Cebeci S, Duyan GÇ, Kurtaran H, Arslan İ (2016). Baş Dönmesi Engellilik Envanterinin Türkçe Geçerlilik ve Güvenilirlik Çalışması. TJFM&PC, 10, 19-24.
52. Levey AS, Eckardt KU, Tsukamoto Y(2005). Definition andclassification of chronickidneydisease: a position statement from Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO). KidneyInt. 67, 2089-2100.
53. Arıcı M (2014). Managment of chronic kidney disease a clinician’sguide, Clinical assessment of a patient with chronic kidney disease, 15-29.
54. Tanrıverdi MH, Karadağ A, Hatipoğlu ES (2010). Kronik böbrek yetmezliği. Konuralp tıp dergisi, 2, 27-32.
55. Daugirdas JT, Blake PG (2015). Handbook of Dialysis. Fifth Edition, Lippincott Williams &Wilkins, editors. Philadelphia, 25-100.

56. Wu AW, Fink NE, Marsh-Manzi JV (2004). Changes in quality of life during hemodialysis and peritoneal dialysis treatment: generic and disease specific measures. *J. Am. Soc. Nephrol*, 15, 743-753.
57. Hızal E (2015). Farklı Zaman Aralıkları İle Tekrarlanan Baş Hareketlerinin Video Head Impulse Test (Vhit) Ölçümleri Üzerindeki Etkileri. Yüksek lisans Tezi, Ankara.
58. Weber KP, Aw ST, Todd MJ, McGarvie LA, Curthoys IS, Halmagyi GM (2008). Head impulse test in unilateral vestibular loss: vestibulo-ocular reflex and catch-up saccades. *Neurology*, 70, 454-463.
59. MacDougall HG, Weber KP, McGarvie LA, Halmagyi GM, Curthoys IS (2009). The video head impulse test: diagnostic accuracy in peripheral vestibulopathy. *Neurology* 73, 1134-1141.
60. Jabbari B, Vaziri ND (2018). The nature, consequences, and management of neurological disorders in chronic kidney disease. *Hemodial Int.* 22, 150-160.
61. Baumgaertel MW, Kraemer M, Berlitz P (2014). Neurologic complications of acute and chronic renal disease. *Handb Clin Neurol.* 119, 383-393.
62. Özer Fulya, Cem Özer, Nurcan Cengiz, Haluk Yavuz (2018). Kronik Böbrek Yetmezliği Olan Çocuklarda İşitsel Beyin Sapı Yanıtları, KBB Ve BBC Dergisi, 26, 87-91.
63. Samir M, Riad H, Mahgoub M, Kamal N (1998). Transient otoacoustic emissions in children with chronic renal failure, *Clin. Otolaryng*, 23, 87-90.
64. Gatland F, Tucker B, Chalstrey S, Keene M, Baker L (1991). Hearing loss in chronic renal failure-hearing threshold changes following haemodialysis. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 84, 15-17.
65. Soangra R, Lockhart TE, Lach J et al (2013). Effects of hemodialysis therapy on sit-to-walk characteristics in end stage renal disease patients. *Ann Biomed Eng* 41, 795-805.
66. Wang X, Jiang R, Su J (2019). Sudden sensorineural hearing loss with end-stage renal disease: a report of 32 cases. *Acta Otolaryngology*, 139, 1004-1007.
67. Bergstrom L (1973). Hearing loss in renal disease: clinical and pathological studies. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 82, 555-76.
68. Abdel-Rahman EM, Turgut F, Turkmen K, Balogun RA (2011). Falls in elderly hemodialysis patients. *QJM.* 104, 829-838.

69. Sazgar AA (2008). Vestibular evoked myogenic potentials of haemodialysed patients with end stage renal disease. *Eur Arch Otorhinolaryngology*, 265, 6-393.
70. Wrobel M, Kuska J, Kokot F (1992). Vestibular function in calcium and phosphate metabolism disorders in chronic renal failure. *Otolaryngol Pol.* 46, 161-9.
71. Ertugrul, O., Mutlu, A., Zindanci, I., Cam, O. H., & Ozluoglu, L. (2019). Audiological and vestibular measurements in Behçet's disease. *European archives of oto-rhino-laryngology : official journal of the European Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies (EUFOS) : affiliated with the German Society for Oto-Rhino-Laryngology - Head and Neck Surgery*, 276, 1625-1632.
72. Kalkan M, Bayram A, Gökay F, Cura HS, Mutlu C (2018). Assessment of vestibular-evoked myogenic potentials and video head impulse test in type 2 diabetes mellitus patients with or without polyneuropathy. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 275, 719-724.
73. Salzer J, Zizka J, Karlberg M (2019). Bilateralt bortfall av horisontell vestibulo-okulär reflex - Ett tidigt och specifikt kliniskt tecken vid Wernickes encefalopati [Bilateral loss of the horizontal vestibulo-ocular reflex in Wernicke encephalopathy - a specific and early clinical sign]. *Lakartidningen.* 7-116.
74. Heidbreder E, Schafferhans K, Heidland A (1985). Disturbances of peripheral and autonomic nervous system in chronic renal failure: effects of hemodialysis and transplantation. *Clin Nephrol*, 23, 222–8.
75. Jean G, Souberbielle JC, Chazot C (2017). Vitamin D in Chronic Kidney Disease and Dialysis Patients. *Nutrients*, 9, 328.
76. Huang RJ, Smith SL, Brezina L, Riska KM (2021). A Comparison of Falls and Dizziness Handicap by Vestibular Diagnosis. *Am J Audiol.* 30, 1048-1057.
77. Teggi R, Battista RA, Di Berardino F, et al (2020). Evaluation of a large cohort of adult patients with Ménière's disease: bedside and clinical history. *Acta Otorhinolaryngol Ital.* 40, 444-449.
78. Batuecas-Caletrio A, Montes-Jovellar L, Boleas-Aguirre MS, Perez-Fernandez N (2009). The ice-water caloric test. *Acta Otolaryngol*, 129, 1414-1419.

EKLER

EK 1. BAŞ DÖNMESİ ENGELLİLİK ANKETİ

Dizziness Engel Envanteri (Dizziness Handicap Inventory):

		EVET	HAYIR	BAZEN
Fiz 1	Yukarıya doğru bakmak şikâyetinizi artırıyor mu?			
E 2	Şikâyetiniz nedeni ile endişeye kapıldığınız veya korktuğunuz oluyor mu?			
F 3	Şikâyetiniz nedeni ile iş ya da gezme amaçlı seyahatlerinizi kısıtladığınız ya da iptal ettiğiniz oluyor mu?			
Fiz 4	Çarşı, pazar veya alışveriş merkezlerinde aşağıya doğru eğimli bir yerde yürümek şikâyetinizi artırıyor mu?			
F 5	Şikâyetiniz yüzünden yatağa girerken veya yataktan kalkarken güçlük çekiyor musunuz?			
F 6	Şikâyetiniz yüzünden sinema veya tiyatroya gitmek, davetlere katılmak, dışarı yemeğe çıkmak gibi sosyal aktivitelerinizi kısıtladığınız oluyor mu?			
F 7	Şikâyetiniz nedeni ile okumakta güçlük çektiğiniz oluyor mu?			
Fiz 8	Spor yapmak, dans etmek veya süpürme ya da bulaşık yıkama gibi günlük ev işlerini yapmak şikâyetinizi artırıyor mu?			
E 9	Şikâyetiniz yüzünden yanınızda size eşlik eden birisi olmadan evden dışarı çıkmak sizi korkutuyor mu?			
E 10	Şikâyetiniz nedeni ile başkalarının önünde utandığınız veya küçük düştüğünüzü hissettiğiniz oluyor mu?			
Fiz 11	Başınızı ani hareket ettirmek şikâyetinizi artırıyor mu?			
F 12	Şikâyetiniz nedeni ile yükseklikten (yüksek yerlerde bulunmaktan) kaçındığınız oluyor mu?			
Fiz 13	Yatakta bir tarafa doğru dönmek şikâyetinizi artırıyor mu?			
Fiz 14	Şikâyetiniz nedeni ile güç gerektiren, ağır ev ya da bahçe/tarla işlerini yapmakta güçlük çektiğiniz oluyor mu?			
E 15	Şikâyetiniz nedeni ile insanların sizin hakkınızda "kötü bir hastalığı var" şeklinde düşünmesi ihtimalinin sizi korkuttuğu oluyor mu?			
F 16	Şikâyetiniz nedeni ile kendi başınıza yürüyüş yapmak size güç geliyor mu?			
Fiz 17	Kaldırımdan aşağıya inmek şikâyetinizi artırıyor mu?			
E 18	Şikâyetiniz nedeni ile bir şeye konsantre olamadığınız veya yaptığınız işe kendinizi verme güçlüğü çektiğiniz oluyor mu?			
F 19	Şikâyetiniz nedeni ile karanlıkta evinizde dolaşmak güçlük yaratıyor mu?			
E 20	Şikâyetiniz nedeni ile evde tek başına kalmaktan korktuğunuz oluyor mu?			
E 21	Şikâyetiniz nedeni ile kendinizi engelli veya özürü gibi hissettiğiniz oluyor mu?			
E 22	Şikâyetiniz nedeni ile ailenizdeki insanlar veya arkadaşlarınızla olan ilişkilerinizde gerilim veya herhangi bir olumsuzluk yaşadığınız oluyor mu?			
E 23	Şikâyetiniz nedeni ile kendinizi çökkün ya da depresyonda hissediyor musunuz?			
F 24	Şikâyetiniz işiniz ya da evinizle ilgili sorumluluklarınızı yerine getirmenize engel oluyor mu?			
Fiz 25	Aşağıya doğru eğilmek şikâyetinizi artırıyor mu?			

Bu anketin yapılma amacı dengesizlik/baş dönmesi nedeniyle hastanın yaşadığı güçlükler konusunda fikir edinmek ve farklı tedavi protokollerinin yaşam kalitesi üzerine etkisini değerlendirmektir. "F" fonksiyonel, "Fiz" fiziksel, "E" emosyonel alt-ölçekleri tariflemektedir (Jacobson GP, Newman CW. *The development of the dizziness handicap inventory*. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 1990;116:424-427). "Şikâyetiniz" ile sadece baş dönmesi/dengesizlik yakınması kastedilmektedir. Hastaların her soruyu, sadece baş dönmesi / dengesizlik yakınmasını düşünerek cevaplaması istenecektir. Hastaların her soruya "evet", "hayır" veya "bazen" şeklinde yanıt vermesi istenecektir. "Evet" cevabı 4 puan, "Bazen" cevabı 2 puan, "Hayır" cevabı 0 puan olarak değerlendirilir.