


## VESTİBÜLER SİSTEM FİZYOPATOLOJİSİ

## VESTIBULAR SYSTEM PHYSIOPATOLOGY

Büşra ARSLAN <sup>1</sup>, Füsun SUNAR <sup>1</sup><sup>1</sup> KTO Karatay Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Yüksekokulu, Konya, Türkiye.

## ÖZET

Vestibüler sistem proprioseptif sistem ile baş hareketleri sonucunda dengenin sağlanmasında rol oynar. Vestibüler sistem başın hem açısal hem lineer hareketlerini algılamak için gelişmiş bir duyuşal sistemdir. Başın açısal hareketlerine semisirküler kanallar duyarlıdır. Başın hareketi ile birlikte içerisinde bulunan endolenf sıvısı hareketlenir ve kupulada defleksiyona neden olur. Baş hareketleri sonucunda mebranöz labirent kupulaya doğru hareket eder. Kupulada bulunan silya kinosilyuma doğru eğildiğinde K<sup>+</sup> kanalları açılır ve hücre depolarize olur. Depolarize olan hücrenin Ca<sup>+2</sup> kanalları açılır ve sinaptik aralığa NT (glutamat) salınımı gerçekleşir. Afferent sinirlerin uyarılmasıyla da santral sinir sistemine uyarı gider. Başın lineer hareketlerine ise otolitik organlar duyarlıdır. Vestibüler sistemin en önemli görevlerinden biri dengenin sağlanmasıdır. Bununla birlikte ani baş hareketleri esnasında görsel netliğin sağlanmasında, postural duruşun düzenlenmesinde, kas tonusunun ayarlanmasında ve otonomik reflekslerin sağlanmasında da görev alır. Vestibüler sistemde meydana gelen patolojiler enfeksiyon, yaralanma veya yaşlanma gibi pek çok sebebe bağlı olarak ortaya çıkabilen sağlık sorunlarıdır. Bu da denge sisteminin bozulmasına yol açmaktadır. Vestibüler sistemin bozulması hastaların günlük aktivitelerini büyük ölçüde etkilemektedir. Bu bozukluğun etiolojileri multidisipliner çalışmalar sonucunda belirlenebilmektedir. Vestibüler bozukluğa yol açan hastalıklar bazen şiddetli baş dönmesi veya denge kaybı olarak kendini gösterir. Bazı hastalıklarda da bulantı, kusma, kulakta dolgunluk hissi, işitmede azalma, tinnitus, gözlerde kararırma ve bayılma hissi gibi şikâyetler de eşlik edebilir. Vestibüler patolojilerin tanısında, hastalık öyküsü çok önemlidir. Bu patolojilere eşlik eden vertigo bir hastalık değil, hastalık belirtisi olduğundan hissedilen baş dönmesinin özelliğinin detaylı anlatılması uygun tanıya götürmektedir. Bu sistemin bozulmasıyla ortaya çıkan vertigonun periferik ya da santral kökenli olup olmadığı değerlendirilir. Bu derlemede periferik kökenli vertigo türleri değerlendirilmiştir. Periferik kökenli vertigolar; benign paroksizmal pozisyonel vertigo, meniere, semisirküler kanal dehiscansı, labirentit ve perilemf fistülüdür. Vestibüler sistemin fizyolojisi, vestibüler sistemin patolojilerinde görülen genel semptomları, ayırıcı tanı testleri ve sonuçları değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Vestibüler Sistem, Vestibüler Patoloji, Vertigo.

## ABSTRACT

The vestibular system plays a role in maintaining balance through head movements via the proprioceptive system. It is a sophisticated sensory system for detecting both angular and linear movements of the head. The semicircular canals are sensitive to angular movements of the head. When the head moves, the endolymph fluid within them also moves, causing deflection in the cupula. As a result of head movements, the membranous labyrinth moves towards the cupula. When the hair cells in the cupula bend towards the kinocilium, K<sup>+</sup> channels open, leading to cell depolarization. Calcium channels then open in depolarized cells, resulting in the release of neurotransmitters (glutamate) into the synaptic cleft. Stimulation of afferent nerves transmits signals to the central nervous system. Otolith organs are sensitive to linear movements of the head. One of the most important functions of the vestibular system is to maintain balance. Additionally, it plays a role in ensuring visual clarity during sudden head movements, regulating postural posture, adjusting muscle tone, and providing autonomic reflexes. Pathologies affecting the vestibular system can arise due to various factors such as infection, injury, or aging, leading to disruptions in the balance system. These disruptions significantly impact patients' daily activities. The etiologies of vestibular disorders can be determined through multidisciplinary studies. Diseases leading to vestibular disorders sometimes manifest as severe vertigo or loss of balance. Other accompanying symptoms may include nausea, vomiting, a feeling of fullness in the ears, hearing loss, tinnitus, blurred vision, and a sensation of fainting. In diagnosing vestibular pathologies, medical history is crucial. Since vertigo accompanying these pathologies is a symptom, not a disease, providing detailed descriptions of the nature of dizziness can lead to appropriate diagnosis. Vertigo resulting from the disruption of this system is evaluated to determine whether it is of peripheral or central origin. This review evaluates types of peripheral vertigo, including benign paroxysmal positional vertigo, Meniere's disease, semicircular canal dehiscence, labyrinthitis, and perilymphatic fistula. The physiology of the vestibular system, general symptoms observed in vestibular pathologies, differential diagnostic tests, and their results have been evaluated.

**Keywords:** Vestibular System, Vestibular Pathology, Vertigo.

**Sorumlu Yazar / Corresponding Author:** Büşra ARSLAN, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Odyoloji Yüksek Lisansı, KTO Karatay Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Yüksekokulu, Konya, Türkiye. **E-mail:** [b.arslan1699@gmail.com](mailto:b.arslan1699@gmail.com)

**Bu makaleye atıf yapmak için / Cite this article:** Arslan, B., & Sunar, F. (2024). Vestibüler Sistem Fizyopatolojisi. *Gevher Nesibe Journal of Medical & Health Sciences*, 9 (1), 130-135. <http://doi.org/10.5281/zenodo.10721717>

## GİRİŞ

### Vestibüler Sistem Fizyolojisi

Vestibüler sistem, üç adet semisirküler kanal, utrikulus ve sakkulus, vestibüler sinirler ve vestibüler çekirdeklerden oluşur. Vestibüler sistem periferik ve santral olarak iki kısımdan oluşmaktadır. Periferik vestibüler sistem 3 adet semisirküler kanaldan ve otolitik organlardan oluşmaktadır. Santral kısım ise serebellum ve beyin sapından oluşmaktadır. Periferden gelen bilgilere göre bakışın sabitlenmesini sağlayan vestibulo-oküler refleksi ve postural duruşu düzenleyen vestibülo-spinal refleksi düzenler (Mustafaoğlu, 2021). Vestibüler organlardan biri olan utrikül yatay düzlemde meydana gelen hareketleri algılamak, sakkül ise dikey düzlemde olan hareketleri algılar. Başın açısal hareketlerini semisirküler kanallar algılar (Khan ve Chang, 2013). Vestibüler sistemin işleyişi endolenf hareketlerine dayanır. Başın çeşitli hareketleri sonucu sterosilyalar uyarılır. Hareket yönüne bağlı olarak, sterosilyalar kinesilyuma doğru yaklaşır tarzda hareketi sonucunda uyarılma gerçekleşir. Kinesilyuma yaklaşma hareketi, uç bağlantıların katyon kanallarını kendine doğru çekmesine sebep olur. Bu da hücrenin potasyum iyonuna maruz kalmasına neden olur. Bu olaya depolarizasyon denir ve hücre uyarılmış olur. Sterosilyanın kinesilyumdan uzaklaşma hareketi, katyon kanallarının kendinden uzaklaşıp kapanmasına neden olur. Bu sayede hücre hiperpolarizasyon durumuna geçer. Nöral ateşleme hızlarında azalmalar görülür. Depolarizasyon sonucu kalsiyum kanalının açılması sinaptik boşluktan nörotransmitter salınımına sebep olur ve vestibüler ganglionda nöral iletme yol açar. Nöral sinyaller vestibüler ganglionda bulunan bipolar 20.000 nörondan geçer. Vestibüler sinir ile koklear sinir pontomedüller bölgede birleşir ve beyin sapına girer (Casale, 2022).

Tüy hücrelerinden çıkan uyarılar sinir uçları tarafından algılanır. Sinir uçlarının birleşmesiyle sinir lifleri oluşur. Lateral ve anterior semisirküler kanalın ampullaları ile utrikül makulasındaki lifler süperior vestibüler siniri oluşturur. Posterior kanalın ampullası ile sakkülde bulunan maküler lifler birleşerek inferior vestibüler siniri meydana getirirler. Utrikül ve semisirküler kanaldan çıkan sinir lifleri, sakkülden çıkan sinir liflerinden daha fazladır. Inferior ve süperior vestibüler sinirler koklear sinir ile birlikte vestibülokoklear siniri oluştururlar. Bu sinire VIII. Kranial sinir de denmektedir. Vestibülokoklear sinir fasyal sinirle birleşip internal akustik kanaldan geçerek vestibüler çekirdeklere ulaşır. Vestibüler çekirdeklere vestibüler sinir girerken, semisirküler kanalların sinir lifleri sinirin rostral yarısında, utrikül ve sakkülden gelen sinir lifleri ise kaudal yarısında kalır. Vestibüler sinirlerin büyük bir kısmı beyin sapında bulunan vestibüler çekirdekler seviyesinde sonlanır. Diğer sinir lifleri ise beyin sapında bulunan retiküler çekirdeklere ve serebellumun flocculonodular lobun çekirdeklerinde sonlanır. Vestibüler çekirdeklerin seviyesinde sonlanmış olan lifler vestibülospinal traktus, retiküler çekirdekler ve medial longitudinal fasikulus olmak üzere beynin farklı bölgelerine gitmiş olan nöronlarla sinaps yapar. Bu sinapslar sayesinde gövde, kollar, bacaklar, göz hareketleri ve boyundaki kas tonusunu ayarlayarak dengede kalmamızı ve hareket esnasında görme netliğinin sağlanmasında etkilidir (Hızal, 2015).

### Meniere Hastalığı

Dünya çapında yüksek oranda hastayı etkileyen kronik rahatsızlıktır. Ortaya çıkmasında genetik ve çevresel faktörler etkilidir. Hastalığın görülme nedeni endolenf üretiminin artması ya da emilimin yeterince olmamasıdır. Hastalığın patofizyolojisi üzerine pek çok görüş bulunmakla birlikte en çok kabul gören görüş vestibüler akuadukt'ın tıkanması sonucu tıkanıklığın giderilmesi amacıyla endolenf üretiminde artış olmasıdır. Endolenf artışı sonucu oluşan basınçla birlikte kokleanın apex bölgesinin etkilenir (Sendesen, 2022). Meniere atakları halinde gelen baş dönmesi ve alçak frekanslara doğru düşüş gösteren sensörinöral işitme kaybı, kulakta dolgunluk hissi ve tinnitus ile karakterize olan bir iç kulak hastalığıdır (Escalera-Balsera, Roman-Naranjo ve Lopez-Escamez, 2020). Vertigo atakları genellikle 20 dakika civarında sürmektedir. Nadiren bu ataklar 4-6 saate kadar uzayabilmektedir. Stres, aşırı tuz kullanımı ve alerjiler atakların tetiklenmesinde önemli rol oynarlar. Meniere hastalığının teşhis kriterleri, ataklar sırasında alçak frekanslara doğru düşüş gösteren sensörinöral işitme kaybının olması ve elektrokokleografi testinde SP/AP oranında etkilenen kulakta artış olmasıdır (Sendesen, 2022). Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (VEMP) testinde etkilenen tarafta amplitüde azalma ya da dalgaların hiç oluşmaması gözlenir (Hızal, 2014). Ataklar başladığında videonistagmografi (VNG) testinde hastada spontan nistagmuslar gözlenebilir. Ataklar sırasında spontan nistagmus gözlenebilir. Ayrıca, etkilenen tarafa uygulanan kontrastlı MR aracılığıyla endolenfatik hidroplar saptanabilir. Semptomların hafiflemesi için günlük aktivitelerde değişiklikler önerilebilir (örn. stresi azaltmak, spor

yapmak). Baş dönmesi, mide bulantısını önleyecek ilaçları da kullanarak rahatsızlığın en aza indirilmesi sağlanabilir (Iwasaki vd., 2021).

### **Benign Paroksizmal Pozisyonel Vertigo (BPPV):**

Vetigonun en yaygın nedenlerinden biri benign paroksizmal pozisyonel vertigo hastalığıdır. Benign Paroksizmal Pozisyonel Vertigo (BPPV)'yu daha iyi anlamak için her kelimenin anlamının ayrı ayrı değerlendirilmesi gerekmektedir.

Benign; hastalığın periferik kökenli olduğunu ve tedavi edilebildiğini,

Paroksizmal; vertigonun kısa süreli olduğunu,

Pozisyonel; vertigonun ortaya çıkmasının belli baş hareketleri ile tetiklendiğini,

Vertigo; hastanın başının döndüğünü hissetmesini ifade etmektedir (Öztürk, vd., 2019).

Endolenf sıvısı ile normalde aynı özgül ağırlığa sahip olan kupula, ampullada yüzer halde bulunmaktadır. BPPV hastalığında ise kupulaya otolitler yapışır ve özgül ağırlığında atma meydana gelir. Bu durumda, kupula yer çekiminin etkisine açık hale gelir. Başın açılma hareketi sonucunda kupula, defleksiyona uğrar ve otolitler eski haline dönmez. Bunun sonucunda baş hareketi sonlansa bile semisirküler kanalın invazyonundan sorumlu sinir lifleri uyarıya devam eder. Sinir liflerinin taşıdığı nöral bilgilerde vestibüler çekirdeklerin bulunduğu bölgede uyumsuzluk oluşur. Bu durum nöral asimetriye neden olur. Bu durumu hasta baş dönmesi şeklinde algılar (Mustafaoğlu, 2021). BPPV' nin karakteristik özelliklerinden biri genellikle unilateral tutulum göstermesidir. Ayrıca bu hastalığın sağ tarafta görülme sıklığının sol tarafta görülme sıklığından daha fazla olduğu belirtilmiştir (Öztürk, vd., 2019). Semisirküler kanalların tutulma oranları değişiklik göstermektedir. Posterior semisirküler kanal (PC-BPPV) tutulumu %88 ile 90 oranındadır. Horizontal kanal (HC-BPPV) tutulumu ise %10 ile %30 civarında değişen oranlarda olmaktadır (Fu vd., 2020). BPPV'nin hayat boyu görülme prevalansı %2,4'dür. Kadınlarda erkeklere oranlara 2 kat daha sık görülmektedir. BPPV nöksleri sıktır. Tetikleyici hareketler sonucu ortaya çıkan vertigo, vertigo atakları esnasında 10-20 saniye süren nistagmus, işitme kaybı veya tinnitusun olmaması ayırıcı tanı kriterleri arasındadır (Krieger, 2022). BPPV tanısı konulan vakaların %35'i idiyopatiktir. Patofizyolojisi "kupulolitiazis" ve "kanalolitiazis" denilen iki temel teori ile açıklanabilir (Picciotti, 2021). BPPV kendiliğinden düzelebilsede, ataklar sırasında kanalit yeniden konumlandırma prosedürü (CRP) altın standart olarak belirlenmiştir. CRP'ler semptomların ve pozisyonel nistagmusun tek bir uygulama ile %80'inde ve bir tekrarı ile %92'ye varan oranda düzelmeye ile sonuçlanabilir (Kim, 2021).

### **Vestibüler Nörit**

Vestibüler nörit, benign paroksizmal pozisyonel vertigo ve meniere hastalığından sonra sıklıkla karşılaşılan üçüncü periferik vestibüler hastalıktır. Hastalığın neden kaynaklandığı henüz tam olarak belirlenmemiştir. Bununla birlikte, vestibüler sinirde meydana gelebilecek olan viral bir enfeksiyonunun veya anterior vestibüler arterin iskemisinin bu hastalığa neden olduğu bilinmektedir. Vestibüler nöritin temel klinik bulguları, bir günden uzun süren ani baş dönmesinin bulunmasıdır. Ayrıca nörolojik semptomlar ve koklear semptomlar bulunmamaktadır (Bae, 2021). Vestibüler nörit baş dönmesi ve ona eşlik eden bulantı ve kusma bulguları ile karakterizedir. Bazı hastalarda yürüme bozukluğu da yapılabilmektedir (Malayala ve Raza, 2020). Vestibüler nörit semptomları görülmeye başlayan hastalarda kendi başlarına yürürken vücudun lezyonlu tarafa kayma eğiliminde olduğunu ve düşme tehlikesinin bulunduğu gözlemlenmiştir. Teşhisinde vestibüler uyarımlı miyojenik potansiyellere bakılır. Boyunda bulunan sternokleidomastoid kasların ve alt oblik ekstraoküler kasların refleksleri ölçülerek sonuç elde edilir. Vestibüler nöritte vestibüler uyarımlı miyojenik potansiyel testlerinin bulguları, etkilenen kulağın uyarımı esnasında vestibüler uyarımlı miyojenik potansiyellerin cevaplarının azaldığını veya hiç bulunmadığını gösterir (Bae, 2021).

### **Semisirküler Kanal Dehissansı (SKD)**

Süperior semisirküler kanalın endosteumunda meydana gelen defekt sonucu iç kulakta üçüncü bir pencerenin açılmasıdır. Genellikle 40-50 yaşları arasında belirtileri ortaya çıkmaktadır (Crovetto ve diğ., 2012). Yetişkinlerde bu hastalığın görülme prevalansı %0.7- %9 arasındadır (Masaki, 2011). Sık görülen semptomları tullio fenomeni (yüksek sesle ortaya çıkan vertigo), hennebert belirtisi (dış kulak kanalına basınç sonucu oluşan vertigo), otofoni (kişinin kendi sesinin rezonansının yükselmesi), hiperakuzi ve işitme kaybıdır (Inal, 2021). Alçak frekanslara doğru düşüş gösteren iletim tip işitme kaybı

ile karakterizedir. Bu duruma etki eden iki temel etken olduğu düşünülmektedir. Kokleaya gelen ses enerjisinin açıklıktan dışarı kaçmasıyla hava yolu eşiklerinde düşmeler gözlenirken impedansın artmasıyla kemik yolu eşiklerinde iyileşme meydana gelecektir. Bu sebeple şüphelenilen bu tür hasta gruplarında 250 Hz kemik yolu eşiklerine bakılması tanıya ulaşmada fayda sağlayacaktır. İmmittasmetrik ölçümleri yapılan hastaların tip A timpanograma sahip olacağı ve akustik reflekslerinin de normal alınacağına dikkat edilmelidir (Sendesen, 2022). Servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (C-VEMP'ler) için düşük eşikler elde edilirken, oküler VEMP'ler için daha yüksek amplitüd yanıtları elde edilmektedir (Watson, Halmagyi ve Colebatch, 2000). Superior semisirküler kanal tanısı çoğunlukla temporal kemik bilgisayarlı tomografisi (BT) ile doğrulanır (Inal, 2021).

Superior kanalın üstünde oluşan ek bir açıklık veya 'pencere' oluştuğunda, iç kulağın fizyolojik süreçleri değişir. İç kulağa gelen seslerin bir kısmı bu açıklıktan kaçır. Buradan kemiğe iletilen ses enerjisi iç kulakta düşük empedanslara sebep olabilir (Ward, 2021).

### Labirentit

Membranöz labirentte meydana gelen iltihap sonucu labirentit görülür. Genellikle bulantı ve bulantıya eşlik eden kusma, tinnitus ve/veya işitme kaybı ile kendini gösterir. Ani başlangıçlı vertigo görülür. Vertigo günlerce sürebilir ve vertigo atakları birkaç hafta devam edebilir. Bu süreçte hastada denge problemleri olabilir (Sendesen, 2022). Tedavi sonrası hastalarda işitme veya denge ile ilgili sorunlar görülmeye devam edebilir. Hastalığın görülme sıklığı yaşla birlikte artmaktadır. Genellikle 30-60 yaşları arasında görülmektedir. Kadınlarda erkeklere oranla 2 kat daha fazla görülür (Barkwill ve Arora, 2020). Sensörinöral işitme kaybının tedavisinde koklear implantasyon önerilir. Fakat membranöz labirentte meydana gelen ossifikasyon elektrotun implante edilmesini zorlaştırabilir veya engelleyebilir. Buna rağmen yapılan implantasyon ile işitme duyası kısmen kazanılabilir (Taxak ve Ram, 2020). Yapılan testler sonucunda yüksek frekanslar sensörinöral işitme kaybı görülür. Spontan nistagmus videonistagmografi (VNG) testi sonucunda görülebilir. Ayrıca etkilenen tarafta yapılan kalorik test sonucunda kalorik zayıflık (> % 25) görülebilmektedir (Lee, vd., 2020).

### Perilenf Fistülü

İç kulakta perilenf denilen sıvının iç kulağın dışına kaçmasıyla görülen bir rahatsızlıktır. BT ve MRG (Manyetik Rezonans Görüntüleme) aracılığıyla tanılanabilir. Ayrıca saf ses odyometri testi yapılırken Tulio fenomeni, immittansmetrik ölçümlerde ise Hennebert fenomeni görülebilir. Elektrokokleografi testinde anormal derecede artmış SP/AP oranı gözlenebilir. Hastada tek taraflı işitme kaybı ve tinnitus olabilmektedir. Bununla birlikte dizziness ve vertigo da bu hasta gruplarının şikâyetleri arasındadır. (Sendesen, 2022).

Kolesteatomların fistüller ile birlikte pek çok rahatsızlığa neden olduğu bilinmektedir. Kanallar içerisinde en sık tutulum lateral semisirküler kanalda olmaktadır. Fakat diğer yarım daire kanallarının da tutulduğu tespit edilmiştir. Nadiren koklea ile ilgili komplikasyonlar da görülebilmektedir. Koklear fistüllerde çoğunlukla labirentin diğer kısımlarında fistüller bulunur (Furhad ve Buhari, 2022).

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu derlemede vestibüler sistemin fiziolojisi, patolojileri, patolojilerin tanılama ve değerlendirme kriterleri hakkındaki bilgiler literatürde bulunan önemli kaynaklardan derlenerek sunulmuştur. Vestibüler sistem vücudun organizasyonundan sorumlu bir sistemdir. Vestibüler reseptörler iç kulakta bulunmaktadır. Bu sistemin reseptörleri harekete ve graviteye karşı yanıt oluşturmaktadır. Vestibüler sistem dengenin sağlanmasında, göz hareketlerinde, postürün düzenlenmesinde ve kas tonusunun ayarlanmasında görevli bir sistemdir. Vestibüler sistemde meydana gelen patolojiler enfeksiyon, inflamasyon veya yaralanma sonucu ortaya çıkan sağlık sorunlarıdır. Vestibüler bozukluklarda sıklıkla dizziness veya vertigo semptomları görülür. Vertigo denge ve postural kontrol üzerinde ciddi değişiklikler yapabilen ve insanların günlük yaşam aktivitelerini kısıtlayabilen akut bir semptomdur. Bu sebeple vertigoya sebep olan patolojinin doğru ve zamanında teşhis edilip uygun tedavinin yapılması gerekmektedir. Vestibüler sistem patolojilerinin tanı ve tedavisi ile uğraşan profesyonel meslek grupları içerisinde odyologların klinik bilgi ve beceriye sahip olması gerekmektedir. Vestibüler sistem patolojileri multidisipliner çalışmalar sonucu tespit edilebilir. Bu alanda vestibüler testlerin patoloji sonuçlarına göre çıkarılacak olası sonuçlarına yönelik yapılan çalışma sayısı yeterli değildir. Bu alanda yapılacak çalışmaların sayısı artırılabilir.

**Çıkar Çatışması**

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

**Finansal Destek**

Bu araştırma için herhangi bir finansal destek alınmamıştır.

**Yazar Katkıları**

Plan, tasarım: BA; Danışmanlık: FS; Veri toplama: BA; Kaynak tarama: BA; Makalenin yazımı: BA; Eleştirel inceleme: FS.

**KAYNAKLAR**

- Bae C. H., Na H. G., Choi Y. S. (2021). Current diagnosis and treatment of vestibular neuritis: a narrative review. *J Yeungnam Med Sci*, 39(2), 81-88. doi: 10.12701/yujm.2021.01228.
- Barkwill, D., Arora, R. (2020). Labyrinthitis. *StatPearls* içinde. Erişim Adresi: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560506/>
- Casale J, Browne T, Murray I, Gupta G. Physiology, Vestibular System. (2022). In: *StatPearls*.
- Crovetto, M. A., Whyte, J., Rodriguez, O. M., Lecumberri, I., Martinez, C., Fernandez, C., Vrotsou, K. (2012). Influence of Aging and Menopause in the Origin of the Superior Semicircular Canal Dehiscence. *Otology & Neurotology*, 33(4), 681- 684.
- Escalera-Balsera, A., Roman-Naranjo, P., & Lopez-Escamez, J. A. (2020). Systematic Review of Sequencing Studies and Gene Expression Profiling in Familial Meniere Disease. *Genes*, 11(12), 1414. DOI: <https://doi.org/10.3390/genes11121414>.
- Fu, W., Han, J., Chang, N., Wei, D., Bai, Y., Wang, Y., He, F., & Wang, X. (2020). Immediate efficacy of Gufoni maneuver for horizontal canal benign paroxysmal positional vertigo (HC-BPPV): a meta-analysis. *Auris Nasus Larynx*, 47(1), 48-54. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anl.2019.05.002>.
- Furhad S, Buhari A. A. (2022). Perilymphatic Fistula. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.
- Hızal, E. (2015). Temel odyoloji (E. Belgin, S. Şahlı, Ed.). Vestibüler sistemin anatomisi ve fizyolojisi.
- Hızal, E., Erbek, H. S ve Ozluoglu, L. N. (2014). Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (VEMP). *Bozok Tıp Dergisi*, 1(1), 26-37.
- Inal M, Bayar Muluk N, Şahan M. H., Asal N, Şimşek G, Arıkan O. K. (2021). A Comparison of Diagnostic Accuracy of Superior Semicircular Canal Dehiscence in MDCT and MRI, and Coexistence with Tegmen Tympani Dehiscence. *J Neurol Surg B Skull Base*, 82(4), 476-483. doi: 10.1055/s-0040-1714107.
- Iwasaki, S., Shojaku, H., Murofushi, T., Seo, T., Kitahara, T., Origasa, H., Watanabe, Y., Suzuki, M., Takeda, N. (2021). Diagnostic and therapeutic strategies for Meniere's disease of the Japan Society for Equilibrium Research. *Auris Nasus Larynx*, 48(1), 15-22. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anl.2020.10.009>.
- Khan S, Chang R. (2013). Anatomy of the vestibular system: a review. *NeuroRehabilitation*. 32(3), 437-43. doi: 10.3233/NRE-130866.
- Kim H. J., Park J., Kim J. S. (2021). Update on benign paroxysmal positional vertigo. *J Neurol*, 268(5), 1995-2000. doi: 10.1007/s00415-020-10314-7.
- Krieger, J., Frackowiak, M., Berger, M., Heneka, M. T., & Jacobs, A. H. (2022). Falls at advanced age – The importance to search for benign paroxysmal positional vertigo (BPPV). *Experimental Gerontology*, 165 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.exger.2022.111868>.
- Lee, J. Y., Kwon, E., Kim, H. J., Choi, J. Y., Oh, H. J., Koo, J. W., & Kim, J. S. (2020). Dissociated Results between Caloric and Video Head Impulse Tests in Dizziness: Prevalence, Pattern, Lesion Location, and Etiology. *Journal of Clinical Neurology*, 16(2), 277-284.
- Malayala S. V., Raza A. (2020). Case of COVID-19-Induced Vestibular Neuritis. *Cureus*, 12(6). doi: 10.7759/cureus.8918.
- Masaki, Y. (2011). The prevalence of superior canal dehiscence syndrome as assessed by temporal bone computed tomography imaging. *Acta Oto-Laryngologica*, 131(3), 258-262.
- Mustafaoğlu R. (2021). Vestibüler sistem bozuklukları; unilateral ve bilateral vestibüler hipofonksiyon. *Vestibüler Rehabilitasyon, Değerlendirme ve Tedavi Yaklaşımları*. 17-22.
- Öztürk, B., Güleç, M., Devci, T., Güler, M. (2019). Benign Paroksizmal Pozisyonel Vertigo: Patofizyoloji, Değerlendirme ve Tanılama. *Turkish Journal of Audiology and Hearing Research*, 2(1), 18–28.
- Picciotti, P. M., Passali, G. C., Sergi, B., & De Corso, E. (2021). Benign Paroxysmal Positional Vertigo (BPPV) in COVID-19. *Audiology Research*, 11(3), 418–422. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/audiolres11030039>.
- Sendesen, E., Çolak, H., Öz, O., Yıldırım, S., Şahin, M., Kılıç, S., D'alejandro H., & Türkyılmaz, D. (2022). Erişkinlerde sık görülen iç kulak hastalıklarında odyolojik bulgular. *Türk Odyoloji ve İşitme Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 54-60.
- Taxak P, Ram C. (2020). Labyrinthitis and labyrinthitis ossificans – a case report and review of the literature. *J Radiol Case Rep*. 14(5), 1-6. doi: 10.3941/jrcr.v14i5.3706. PMID: 33082921; PMCID: PMC7536013.

- Ward B. K., van de Berg R, van Rompaey V, Bisdorff A, Hullar T. E., Welgampola M. S., & Carey J. P. (2021). Superior semicircular canal dehiscence syndrome: Diagnostic criteria consensus document of the committee for the classification of vestibular disorders of the Bárány Society. *J Vestib Res*, 31(3), 131-141. doi: 10.3233/VES-200004.
- Watson, S. R. D., Halmagyi, G. M., & Colebatch, J. G. (2000). Vestibular hypersensitivity to sound - (Tullio phenomenon) - Structural and functional assessment. *Neurology*, 54(3), 722-728.