



TAŞAN B.C.

YÜKSEK LİSANS

ORTOPEDİK FİZYOTERAPİ
VE REHABİLİTASYON

2025

**T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTOPEDİK FİZYOTERAPİ VE
REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

Tez Yöneticisi
Dr. Gülnur ÖZTÜRK

**PROFESYONEL VOLEYBOLCULARDA ÜST VE ALT
EKSTREMİTE PROPRİOSEPSİYONU VE SERVİKAL
VESTİBÜLER UYARILMIŞ MİYOJENİK
POTANSİYEL KAYITLARI**

(Yüksek Lisans Tezi)

BARIŞ CAN TAŞAN

EDİRNE-2025

**T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTOPEDİK FİZYOTERAPİ VE
REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

Tez Yöneticisi
Dr. Gülnur ÖZTÜRK

**PROFESYONEL VOLEYBOLCULARDA ÜST VE ALT
EKSTREMİTE PROPRİOSEPSİYONU VE SERVİKAL
VESTİBÜLER UYARILMIŞ MİYOJENİK
POTANSİYEL KAYITLARI**

(Yüksek Lisans Tezi)

BARIŞ CAN TAŞAN

EDİRNE-2025

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	i
ETİK BEYAN	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGE VE KISALTMALAR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
GİRİŞ VE AMAÇ	1
GENEL BİLGİLER	3
2.1. Voleybol	3
2.1.1. Voleybolda Vuruş Teknikleri ve Biyomekaniği	3
2.2. Proprioepsiyon	5
2.2.1. Sensoriomotor Sistem	6
2.2.2. Omurilik Seviyesinde Duyusal Kontrol	12
2.2.3. Merkezi Sinir Sisteminde Proprioseptif Kontrol Uyumu	13
2.2.4. Proprioseptif Bilgi için Çıkan Yollar	13
2.2.5. Proprioepsiyonun Motor Kontrol Seviyeleri	14
2.3. Proprioepsiyon ve Postural Kontrol.....	17
2.3.1. Proprioepsiyonu Etkileyen Etkenler	17
2.4. Proprioseptif Duyunun Değerlendirilmesi	18
2.5. Vestibüler Sistem	19
2.5.1. Vestibüler Sistem Anatomisi.....	19
2.5.2. Vestibüler Sistem Fizyolojisi.....	22
2.5.3. Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller	24
GEREÇ VE YÖNTEMLER	28
3.1. Çalışma Grubu.....	28
3.2. Hipotezler	28
3.3. Proprioseptif Duyu Değerlendirilmesi.....	28
3.4. Servikal Vestibüler Miyojenik Potansiyelleri Uygulaması.....	30
3.5. İstatistiksel Analiz.....	31
BULGULAR	32
TARTIŞMA.....	52

KAYNAKLAR.....	56
EKLER	I
EK 1: Etik Kurul Onayı.....	I
EK 2: Trakya Üniversitesi Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu.....	II
ÖZGEÇMİŞ	VIII
BENZERLİK RAPORU	IX



ONAY SAYFASI



ETİK BEYAN

“Profesyonel voleybolcularda üst ve alt ekstremitte propriosepsiyonu ve servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel (cVEMP) kayıtları” adlı bana ait olan tez çalışmamın bütün aşamalarında etik dışı davranışımın olmadığını, bütün verileri ve bilgileri akademik ve etik kurallar içerisinde elde ettiğimi, verilerde ve sonuçlarda herhangi bir tahrifat yapmadığımı, tezimin yazımında yapay zeka yazılımları kullanmadığımı, diğer kaynaklardan elde ettiğim bilgi ve yorumlara tezimde uygun şekilde kaynak gösterdiğimi ve kaynaklar bölümünde yer verdiğimi, patent ve telif haklarını ihlal edici herhangi bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

Bariş Can Taşan

İmza

TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanmasında bilimsel anlamda bana yol gösteren, katkı sunan değerli danışman hocam Sayın Dr. Gülnur ÖZTÜRK'e, bilimsel bilgi ve tecrübesiyle tez çalışmama katkı sunan Fizyoloji Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof. Dr. Levent ÖZTÜRK'e, beni tez konusunda cesaretlendiren ve bilgileriyle destek olan Sayın Doç. Dr. Sevgi ÖZDİNÇ'e, tez aşamasında bilimsel araştırma ve ölçümlerimin tamamlanmasında katkı sunan Sayın Öğr. Gör. Gülçin ARSLAN'a, bünyesindeki laboratuvarları kullanmama izin veren Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesine ve bana yüksek lisans eğitimim için olanak sağlayan Trakya Üniversitesi Rektörlüğüne şükranlarımı ve teşekkürlerimi sunuyorum.



SİMGE VE KISALTMALAR

AYO: Açı Yeniden Oluşturma

cVEMP: Cervical Vestibüler Evoked Myojenik Potentials (Servikal Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller)

EMG: Elektromiyografi

EPE: Eklem Pozisyon Eşleştirme

GTO: Golgi Tendon Organı

LVSY: Lateral Vestibülospinal Yol

MSS: Merkezi Sinir Sistemi

MVSY: Medial Vestibülospinal Yol

oVEMP: Ocular Vestibüler Evoked Myojenik Potentials (Oküler Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller)

SKM: Sternokleidomastoid

VEMP: Vestibüler Evoked Myojenik Potentials (Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller)

VKİ: Vücut Kitle İndeksi

VOR: Vestibülooküler Refleks

ÖZET

“Profesyonel Voleybolcularda Üst ve Alt Ekstremitte Proprioepsiyonu ve Servikal Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyel Kayıtları”, Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ortopedik Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Edirne, 2024.

Giriş ve Amaç: Yaptığımız literatür taramalarında voleybol oyuncularında propriyosepsiyon ve vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel kayıtlarının birlikte değerlendirildiği bir çalışmaya rastlamadık. Bu çalışma bu boşluğu doldurmak amacıyla planlandı.

Gereç ve Yöntemler: Araştırmaya en az beş yıl süreyle profesyonel şekilde voleybol oynamakta olan yirmi profesyonel kadın voleybol oyuncusu ve yirmi sedanter kadın gönüllü toplam kırk kişi dahil edildi. Araştırmaya katılan gönüllülerde üst ekstremitede omuz ve dirsek ve alt ekstremitede diz ve ayak bileği proprioepsiyon yönünden değerlendirildi. Literatürde tanımlanmış iki yöntemden yararlanılmıştır; bunlar ‘Açı Yeniden Oluşturma’ ve ‘Eklem Pozisyonu Eşleştirme’dir. Ölçümler yapılırken hassasiyeti 0,05 derece olan elektronik gonyometre kullanıldı. Her iki testte de teste alınan kişinin gözleri kapatılıp ölçümleri yapıldı. Ölçümler üçer defa tekrarlandı ve ortalamaları alındı. Ölçümler belirlenen açılardan sapma dereceleri olarak kaydedildi. Servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyelleri için MedelecViasys Healthcare UK Ltd. 2009 marka servikal vestibüler uyarılmış potansiyeller testi kullanılarak hastanın kulağına insert kulaklık takıldı, sol ve sağ sternocleidomastoid kasına yerleştirilen referans elektrotlar, altına yerleştirilen toprak elektrot ve sternumuna (incisura jugularis) yerleştirilen pozitif elektrotlardan kayıt alındı.

Bulgular: Voleybolcu ve sedanter kadınlar olmak üzere oluşturduğumuz iki gruptaki omuz eklemi için elevasyon ve fleksiyon yönlerinde açı yeniden oluşturulma ve eklem pozisyonu eşleştirme testlerinde belirlenen sapma derecelerinin veri olarak kullanıldığı istatistiksel değerlendirme sonucunda voleybol oynayan grupta hata ortalaması sedanter gruba göre daha küçük olduğu görüldü. Dirsek eklemi için iç ve dış rotasyonları şeklinde gerçekleştirilen açı yeniden oluşturulma ve eklem pozisyonu eşleştirme testlerinde belirlenen sapma derecesinin veri olarak kullanıldığı istatistiksel değerlendirmede voleybol oynayan grupta hata ortalaması sedanter gruba göre daha küçük olduğu görüldü. Diz ve ayak bileği fleksiyon açı yeniden oluşturulma ve eklem pozisyonu eşleştirme testlerinde belirlenen sapma derecesinin veri olarak kullanıldığı istatistiksel değerlendirmede voleybol oynayan grupta hata ortalaması sedanter gruba göre daha küçük olduğu görüldü. Servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel testinde iki grupta elde edilen değerlerin veri olarak kullanıldığı istatistiksel değerlendirmede voleybol oynayan grupta kişilerin sağ taraf servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel verilerinde istatistiksel bir fark gözlemlenirken sol taraf verilerinde ise iki grup arasında bir fark görülmedi.

Sonuç: Voleybol oyuncularında proprioseptif duyu ve vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel yanıtlarını değerlendirdiğimiz bu çalışmada sedanter gruba göre voleybol

oyuncularında proprioseptif duyunun daha gelişmiş olduğunu ve dominant tarafta vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel yanıtlarının daha hassas olduğunu saptadık.

Anahtar kelimeler: Derin duyu, kinestezi, denge, kadın sporcular, spor fizyolojisi



ABSTRACT

“Upper and Lower Extremity Proprioception and Cervical Vestibular Evoked Myogenic Potential Recordings in Professional Volleyball Players”, Trakya University Institute of Health Sciences, Department of Orthopedic Physiotherapy and Rehabilitation, Master Thesis, Edirne, 2024.

Background and Aim: In our literature review, we did not find any study in which proprioception and evoked myogenic potentials recordings were evaluated together in volleyball players. This study was planned to fill this gap.

Material and Methods: Twenty professional female volleyball players who had been playing volleyball professionally for at least five years and twenty sedentary female volunteers were included in the study. The shoulder and elbow in the upper extremity and knee and ankle in the lower extremity were evaluated in terms of proprioception. Two methods described in the literature were used; these are 'Angle Reconstruction' and 'Joint Position Matching'. An electronic goniometer with a sensitivity of 0.05 degrees was used for the measurements. In both tests, the eyes of the test subject were closed and measurements were taken. The measurements were repeated three times and averaged. The measurements were recorded as degrees of deviation from the determined angles. For cervical vestibular evoked myogenic potentials, MedelecViasys Healthcare UK Ltd. 2009 brand cervical vestibular evoked potentials test was used. Insert headphones were placed in the patient's ear, reference electrodes placed on the left and right sternocleidomastoid muscle, ground electrode placed on the forehead and positive electrodes placed on the sternum (incisura jugularis) were recorded.

Results: In this study in which we evaluated proprioceptive sensation and evoked myogenic potentials responses in volleyball players, we found that proprioceptive sensation was more developed and evoked myogenic potentials responses were more sensitive on the dominant side in volleyball players compared to the sedentary group.

Conclusion: As a result of the statistical evaluation using the degree of deviation determined in the angle reconstruction and joint position matching tests in the elevation and flexion directions for the shoulder joint in the two groups we formed as volleyball players and sedentary women as data, the mean error in the volleyball playing group was smaller than the sedentary group. In the statistical evaluation in which the degree of deviation determined in the angle reconstruction and joint position matching tests performed as internal and external rotations for the elbow joint were used as data, the mean error was smaller in the volleyball playing group than in the sedentary group. In the statistical evaluation in which the degree of deviation determined in the knee and ankle flexion angle reconstruction and joint position matching tests were used as data, the mean error was smaller in the volleyball playing group than in the sedentary group. In the statistical evaluation in which the values obtained in the two groups in the cervical vestibular evoked myogenic potential test were used as data, a statistical difference was observed in the right side cervical vestibular evoked myogenic potential data of the

volleyball playing group, while no difference was observed between the two groups in the left side data.

Keywords: Deep sense, kinesthesia, balance, female athletes, sport physiology



GİRİŞ VE AMAÇ

Gençlik ve Spor Bakanlığı verilerine göre son 20 yılda ülkemizde lisanslı kadın voleybolcu sayısı 15.170'den 230.694'e yükselmiştir (1). Ancak kadın sporcu sağlığına yönelik çalışmalar son derece azdır.

Denge kontrolünün iyileştirilmesi spor ve egzersizde en önemli hedeflerden birisidir. Daha iyi denge, gelişmiş atletik performansla güçlü bir şekilde pozitif ilişkilidir ve alt ekstremitelerde spor yaralanmaları ile ise negatif olarak ilişkilidir (2). Ancak futbol dışında, takım sporlarında ve özellikle voleybolda postüral kontrolün önemine ilginin az olduğu görülmektedir (3-5). Oyuncunun zemine temas ettiği tüm voleybol hareketlerinde postüral stabilitenin kontrol etme yeteneği ile belirlenir. Yeterli duruş stabilitesi olmadan topla yapılan istenilen hareketi sağlamaz ve bozulmuş vücut dengesi için daha çok düzeltme gerekir. Bunun nedeni, merkezi sinir sisteminin önce vücudu dikey hale getirmeyi hedeflemesidir, bu da suprapostural görevin optimal şekilde yerine getirilmesine müdahale edebilir (5).

Voleybol, oldukça dinamik ve genellikle dengesiz duruşlarda topa vurmaları veya pas vermeyi gerektirdiğinden oyuncular için oldukça zordur. Kararlılık ve manevra kabiliyeti (6-7) arasındaki kaçınılmaz değişimler nedeniyle, postüral kontrolün en üst seviyede olması voleybolcular için bir ön koşuldur.

Sakkül, memeli olmayan birçok canlıda işitme için bir ses algılama organı olarak görev yaparken; memelilerde ise koklea işitmede sorumlu ana yapı olup, sakkül ise belirli akustik yoğunluk seviyelerindeki koşullar altında işitmeye katkıda bulunur(8). Ek olarak, stapes tabanına yakın konumlanmış olan sakkül, endolenf akışını değiştiren yüksek seslerin neden olduğu ani stapes hareketleri nedeniyle de uyarılır (9). Hayvanlar üzerinde yapılan nörofizyolojik ve otojik çalışmalar, vestibüler miyogenik uyarılmış potansiyel (VEMP) yanıtının, yüksek ses şiddeti seviyelerine maruz kalma ile bağlantılı olan sakküler afferentlerin aktivasyonundan kaynaklandığını göstermiştir (9-13). Voleybol oyuncularının yüksek gürültüye sahip salonlarda maç yapması ve bu gürültüye maruz kalmalarında dengelerinin ve proprioseptif duyusunun bu duruma bağlı olarak etkilenimleri arasında sağlıklı genç yetişkinler ile fark gözlenmesi beklenmektedir.

Yaptığımız literatür taramalarında voleybol oyuncularında propriyosepsiyon ve VEMP kayıtlarının birlikte değerlendirildiği bir çalışmaya rastlamadık. Bu çalışma bu boşluğu doldurmak amacıyla planlandı.



GENEL BİLGİLER

2.1. Voleybol

Voleybol, 18x9 metrelik bir sahada iki takım arasında oynanan ve sahası bir file ile ortadan ikiye bölünen bir oyundur (14). Oyunun amacı, topu filenin üzerinden geçirerek sahanın rakip tarafına düşmesini sağlamak ve aynı zamanda diğer takımın da aynı şeyi yapmasını engellemektir (14,15).

Voleybolda bir takım altı aktif oyuncu ve en fazla altı yedek oyuncu olmak üzere toplamda en fazla 12 oyuncudan oluşur. Resmi maçlarda oyun, sert olmayan ahşap veya sentetik yüzeyli sahalarda oynanır. Deri kaplı voleybol topunun çapı yaklaşık 16,5 cm'dir ve ağırlığı 196 ila 280 gram arasındadır. File erkekler için 2,43 metre, kadınlar için 2,24 metre yüksekliğe ayarlanır (14-17).

2.1.1. Voleybolda Vuruş Teknikleri ve Biyomekaniği

Servis:

Voleybolda servis, oyunu başlatan harekettir. Teknik tanımlar öncelikle sağ elini kullanan oyunculara dayanmaktadır. Servisler iki ana türe ayrılır: üst servisler ve alt servisler, her birinin çeşitli teknikleri ve varyasyonları vardır.

Tenis servis sırasında oyuncu üst gövdesi topun yönüne bakacak şekilde durur. Top sol elde tutulur (sağ elini kullanan bir oyuncu için) ve gövde rotasyonunu kolaylaştırmak için sol ayak öne doğru konumlandırılır. Oyuncu gövdesini uzatırken, sağ kolunu geri çekerek topu havaya atar. Daha sonra topa hafif bir adımla vurulur.

Smaç servisinde oyuncu topu sağ elinde tutar ve topu vücudunun önünde yukarı doğru fırlatırken sağ ayağıyla öne doğru adım atarak başlar. Dördüncü adımda öne doğru sıçrar ve avuç içiyle topa hızla vurur. Topun hızı ve yörüngesi kolun salınımından etkilenir (16,17).

Manşet:

Bu teknik servis karşılamada en sık kullanılan tekniktir. İlk hazırlık aşamasında omuzlar öne doğru uzatılır, kalçalar geriye itilir ve sırt yere yaklaşık 45 derece açı yapar. Bu aşamada ağırlık merkezi öne doğru kayar ve denge çok önemli hale gelir. Dengeyi korumak için ayaklar omuz genişliğinden daha açık konumlandırılmalıdır. Topa temas ederken, kollar vücuttan uzakta bir araya getirilir ve ön kolun iç kısmı topla buluşacak şekilde ön kol döndürülür. Ağırlık transferi topun yönüne bağlıdır, bu da ayakların ve kolların konumunu etkiler. Topa vurmadan önce

doğru adım atma ve pozisyon alma, etkili bir vuruş ve dengeyi korumak için çok önemlidir (14,18,19).

Parmak Pas:

Parmak pas, topun rakibin servisinden ilk dönüşünden sonra bir set kurmak için kullanılır. Genellikle pasör tarafından topu daha hassas bir sete hazırlamak için ikinci dokunuşta gerçekleştirilir (20).

Sporcunun sahadaki pozisyonu, doğru yükseklik ve kavis ile birlikte vuruşun kalitesini önemli ölçüde etkiler. İleri paslar için ayaklar yan yana ya da bir ayak hafif önde olabilir. Bir ayak önde olduğunda, ayak parmakları hedefi göstermeli ve ağırlık ön ayak üzerinde olmalıdır. Dizler hafifçe bükülür, sırt düz tutulur ve dirsekler yaklaşık 90 derece bükülür. Eller alın hizasında ve başın 15-30 cm önünde konumlandırılmalıdır. Son aşamada, başparmak, işaret parmağı ve orta parmak topla temas ettikten sonra, sporcu enerjiyi topa doğru aktarmak için sırayla ayak bileklerini, dizleri, dirsekleri ve bilekleri çalıştırır. Vücut düzleşmeli ve top bileğin ulnar deviasyon hareketi ile itilmelidir. Geriye paslar, tek elle paslar ve sıçrayarak paslar için de enerji aktarımı ayak bileklerinden başlar ancak sıçrayarak atılan paslarda itme genellikle yerden atılan paslara göre daha az kuvvetlidir (16,17).

Planjon ve Yuvarlanma:

Bu savunma tekniği, oyuncular tarafından düzenli hareketlerle ulaşılamayan topları kurtarmak için kullanılır. Oyuncu, kolunu topun altına doğru uzatırken tüm vücut ağırlığını topun yönüyle aynı hizadaki ayağına kaydırır. Topu kaldırmak için kullanılan teknikler arasında karın üzerinde sürünme, yana doğru yuvarlanma ve hızlı bir şekilde dik duruşa dönme yer alır (17).

Blok:

Bu teknik rakibin etkili bir şekilde hücum etmesini engellemeyi amaçlar. Filede blok yapmaya hazırlanırken oyuncu ayaklarını omuz genişliğinde açar ve avuç içleri fileye bakacak şekilde yüzünü fileye döner. Hücum oyuncusu vuruşa hazırlanırken, oyuncu kalçasını mini bir çömelleme pozisyonuna getirir ve topa müdahale etmek için dikey bir sıçrama yapar. Kollar topa doğru uzatılır ve topun geçmesini engellemek için eller birbirine yaklaştırılır. Yan adımlamayı takip eden bloklar için adımlar oyuncunun sahadaki pozisyonuna göre değişir (15,21).

Smaç:

Bu hücum vuruşu tekniği karmaşıktır ve bir dizi adımla başlayan hassas bir koordinasyon gerektirir. Sağ elini kullanan vurucular sağ-sol-sol-sağ-sol adımlama modeliyle ivme kazanır.

Son iki adımda ayaklar birbirine yaklaşır ve her iki ayak da zıplamak için kullanılır. Üçüncü adımda, vücut ileri doğru hareket ederken kollar geri sallanır. Dördüncü adımda kollar topun yaklaşık 30 cm üzerine kaldırılır. Sağ kol dirsek bükülerek geriye çekilir ve topa vurulmak üzereyken hızla vurulur. Kol salınımının doğru zamanlanması, kalçaların omuzların önünde hareket etmesini sağlayarak oyuncunun topa dik bir pozisyondan vurmasını sağlar. Bu tekniğin kilit yönleri arasında sıçrama gücünü artırmak için ileri hızdan yararlanmak, sıçramada kalçaların rolü, kolu kamçı olarak kullanmak ve en önemlisi mükemmel zamanlama elde etmek yer alır (14,15,17).

2.2 Propriosepsiyon

Latince kökenli bir terim olan propriyosepsiyon, öz farkındalığı ifade eder, "kendini yakalayan" anlamına gelir. Konsept ilk olarak 18. yüzyılın başlarında İskoç fizyolog Charles Bell tarafından tanıtıldı. Bell bunu pozisyon, hareket ve kas uyarımı ile ilgili duyuları kapsayan bir şey olarak tanımladı (22).

"Kinestezi" terimi 1888 yılında Bastian tarafından ortaya atılmıştır (23). Uzunlarımızın ve gövdemizin pozisyonunu ve hareketini algılama yeteneğiyle ilgilidir.

Charles Sherrington ilk kez 19. yüzyılın başlarında "propriyosepsiyon" terimini ortaya atmıştır. Bu terim, lokomotor sistemin kendisinden kaynaklanan sinyallerden türetilmiştir ve bu sistemin durumunun farkındalığını ifade eder (24). Propriosepsiyon, motor kontrol için çok önemlidir ve organizmaların görsel girdi olmadan bile hareketlerini ve duruşlarını düzenlemelerini sağlar. Doğru kas konumlandırması ve koordinasyonu sağlar (25). Proprioseptif bilgi, hareket ve kuvvetin algılanması için gerekli olan eklem pozisyonu gibi çeşitli duyumların temelini oluşturur (26).

Propriosepsiyon, eklem pozisyonu ve hareket algısı ile birlikte, postüral kontrol, eklem stabilitesi ve çeşitli bilinçli hislerde rol oynayan vücudun iç organlarını içerir. Bu duyu öncelikle kaslar, tendonlar, eklem kapsülleri ve bağlar gibi distal bölgelerden gelen afferent bilgilere dayanır (27).

2.2.1 Sensoriomotor Sistem

Vücudun genel motor kontrol ağının kritik bir alt bileşeni olan sensorimotor sistem oldukça karmaşıktır. Fonksiyonel eklem stabilitesinin korunmasında kilit bir rol oynar ve merkezi entegrasyon ve işlemenin yanı sıra afferent ve efferent sinyallemede yer alan tüm bileşenleri kapsar. Görsel ve vestibüler girdiler katkıda bulunurken, periferik mekanoreseptörler en önemlileridir. Bu mekanoreseptörler deri, kas, eklem ve ligamentöz dokularda bulunur. Afferent yollar duyuşal girdiyi motor kontrol merkezlerine ve serebellum gibi ilgili alanlara iletir. Motor nöron aktivasyonu, periferik duyuşal girdi (refleksler) tarafından veya modüle edilebilen veya düzenlenebilen azalan motor komutlarına doğrudan yanıtlarla tetiklenebilir. Çeşitli motor kontrol seviyelerinden gelen efferent yollar, sırasıyla ektrafusul ve intrafusul kas liflerini kontrol eden alfa ve gama motor nöronlarını içerir. Bu kurulum, yeni uyarıların periferik mekanoreseptörler tarafından algılanmasına olanak tanır (28).

Periferik duyuşal reseptörler:

Proprioseptif bilgiden sorumlu yapılar öncelikle kaslarda, tendonlarda, bağlarda ve eklem kapsüllerinde bulunur (29). Cildin daha derin katmanlarında bulunan mekanoreseptörlerin yanı sıra fasiyal katmanlarla ilişkili olanlar da önemli duyuşal bilgi kaynakları olarak kabul edilir (30). Bu mekanoreseptörler, mekanik uyarıların dokularından nöral duyu reseptörlerine niceliksel olarak aktarır ve bunlar da bu bilgileri sinyallere dönüştürür(31). Süreçler çeşitli mekanoreseptörler arasında benzer olsa da, her türün farklı duyuşal modalitelere ve uyarı aralıklarına özel yanıtları vardır (32).

Kas iğcikleri:

Sinir sistemine kasın uzunluğu ve kasılma hızı hakkında önemli bilgiler sağlayan gerilmeye duyarlı mekanoreseptörlerdir. Bireyin eklem hareketi (kinestezi) ve eklem pozisyonu hissi arasında ayırım yapmasını sağlarlar. Kas iğcikleri, hem refleksif hem de istemli hareketlerin koordine edilmesinde etkili olan afferent geri bildirim sağlamak için gereklidir (33). Her bir kas iğciği yaklaşık 100 mikrometre çapında ve 3-10 milimetre uzunluğunda olup uçlara doğru sivrilmiş bir şekilde sahiptir. Kas iğcikleri, ektrafusul kas lifleri ile çevrili intrafusul (3 ile 12 adet arasında değişen) yapılardır (34).

Her bir intrafusul kas iğciği özelleşmiş bir kas lifidir. Ektrafusul liflerin aksine, intrafusul liflerin merkezi bölgelerinde minimal aktin ve miyozin proteinleri bulunur ve bu proteinler kasılmaya dahil olmayıp yalnızca duyuşal bir reseptör görevi görür. İğciğin merkezi

kısmı kasılma özelliklerinden yoksun iken, intrafusalliflerin uçları kasılabilir yapıdadır. İntrafusall kas iğcikleri nükleer torba ve nükleer zincir liflerinden oluşur. Bu lifler, dinamik ve statik kas durumları hakkındaki afferent bilgileri tip Ia ve tip II miyelinli lifler aracılığıyla merkezi sinir sistemine iletir (35).

Kas iğciğı reseptörleri iki temel yolla uyarılabilir:

1) Kas Gerilmesi: Kas gerildiğinde, kas iğciğinin orta kısmı da gerilir ve bu da reseptörü uyarır.

2) Kas Kısılması: Kas uzunluğu sabit kaldığında ancak intrafusalliflerin uçları kasıldığında, bu kasılma intrafusalliflerin merkezi bölgesinde bir gerilme yaratır ve bu da reseptörleri uyarır.

Kas iğciklerinin etkili işleyişı, intrafusallifler, Ia ve II afferent lifler ve alfa-gama motor üniteleri arasındaki hassas ve entegre bir etkileşime dayanır. "Alfa-gama koaktivasyonu" olarak bilinen bu koordinasyon, kas iğciklerinden gelen duyuusal bilgilerin uygun alfa-gama motor nöronlarına ve omurilik internöronlarına doğru bir şekilde iletilmesini sağlamak için çok önemlidir (36).

Alfa motor nöronları üzerindeki sinapslar klasik monosinaptik gerilme refleksine yol açarken, omurilik internöronları üzerindeki sinapslar kas kasılmasını veya inhibisyonunu modüle ederek yumuşak ve koordineli hareketleri kolaylaştırır. Ek olarak, alfa ve gama motor nöronları eklem reseptörlerinden, kutanöz reseptörlerden, spinal internöronlardan ve daha yüksek beyin merkezlerinden girdi alır. Bu entegre geri bildirim, kas uzunluğunu ve kasılma hızını doğru bir şekilde düzenlemeye yardımcı olarak kas uzunluğu boyunca uygun kuvvet gelişimini sağlar (36).

Golgi tendon organı:

Muskulotendinöz doku içinde yer alan mekanoreseptörler, çeşitli aralıklarla dağılmış olan Golgi Tendon Organlarını (GTO'lar) içerir. Her GTO, kas liflerine bağlanan küçük bir kas tendon lifi demeti ile ilişkilidir. Bu seri düzenleme, GTO'ların düşük eşığı ve yüksek dinamik hassasiyeti ile birlikte, kas gerginliğı hakkında merkezi sinir sistemine (MSS) ayrıntılı geri bildirim iletmelerini sağlar (37). Golgi Tendon Organı aktif kas kasılmaları sırasındaki gerginliğı tespit etmede pasif gerginliğe kıyasla daha etkilidir (37). Golgi Tendon Organı (GTO) kasın aşırı gerilmesini ve potansiyel hasarı önlemede çok önemli bir rol oynar. Eklem reseptörleri ile birlikte, eklem hareketinin doğru değeriendirilmesi için gerekli olan temel

proprioseptif geri bildirimi sağlar. Tipik olarak, her GTO 10-15 kas lifine bağlıdır (34). Bir kas kasıldığında veya gerildiğinde GTO aktive olur. Kas içiği kas uzunluğu ve gerilmesindeki değişiklikleri tespit ederken, GTO kas-tendon arayüzündeki gerilimi izler. Tendon içindeki gerilme kuvvetleri hakkında afferent bilgi iletir ve gerilimdeki küçük değişikliklere bile oldukça duyarlıdır. GTO hem aktif kas kasılmaları tarafından üretilen gerilime hem de pasif gerilmede yer alan kuvvetlere yanıt verir (33).

Kutanöz (deri) mekanoreseptörler:

Dokunma, titreşim ve basınç genellikle farklı duyular olarak kabul edilse de, hepsi benzer reseptör tipleri tarafından algılanır. İşte bu duyular arasındaki üç temel fark şunlardır :

Dokunma: Bu duyu öncelikle derideki veya derinin hemen altındaki dokudaki reseptörlerin uyarılmasıyla aktive olur.

Basınç: Bu duyu esas olarak daha derin dokuların deformasyonundan kaynaklanır.

Titreşim: Bu duyu, hızla tekrarlayan duysal sinyaller tarafından üretilir.

Aynı tip reseptörler bazı basınç ve dokunma duyularında da rol oynar. Kutanöz mekanoreseptörler arasında hızla adapte olan Meissner korpüskülleri, yavaş adapte olan Merkel diskleri, hızla adapte olan Pacini cisimcikleri, yavaş adapte olan Ruffini uçları ve serbest sinir uçları bulunur. Kıl folikülleri ile birlikte bu reseptörler, çevredeki ortam hakkında temel geri bildirim sağlamada çok önemli bir rol oynar (38). Kutanöz reseptörler tipik proprioseptörler olarak sınıflandırılmaz, ancak sağladıkları bilgiler vücut pozisyonu ve hareket duyumuzu geliştirir ve tamamlar (38). Örneğin, ayağın plantar yüzeyindeki kutanöz reseptörler, ağırlık taşıma faaliyetlerinin yeri ve yoğunluğu hakkında önemli bilgiler sağlar (39,40). Burke ve arkadaşları (41) tarafından yapılan araştırmalar, kutanöz reseptörlerin alt ekstremitelerdeki kas aktivitesini etkilediğini göstermiştir. Çalışmaları, ipsilateral veya kontralateral alt ekstremitede kutanöz reseptörlerin uyarılmasının kuadriseps femoris kasında refleks yanıtı artırdığını ortaya koymuştur. Bu bulgu, kutanöz reseptörler, kas-gama efferent sistemi ve alfa motor nöron aktivitesi arasında işlevsel bir bağlantı olduğunu göstermiştir (41).

Pacini cisimciği:

Pacini cisimcikleri ilk olarak 18. yüzyılda Johannes Gottlieb Lehmann tarafından tanımlanmış ve daha sonra 1841 yılında Filippo Pacini tarafından yeniden keşfedilmiştir (42). Pacini cisimciklerinin anatomik konumu farklı türler arasında önemli ölçüde değişebilir (43). Primatlarda, Pacini cisimcikleri en belirgin olarak parmakların, avuç içlerinin ve ayak tabanlarının deri altı yağ yastıkçıklarında bulunur (43). Bu kapsüllenmiş reseptörler eklemler, tendonlar, interosseöz membran, pankreas gibi organlar ve bazı kaslar ile iç organların çevresi dahil olmak üzere çeşitli yerlerde bulunur (44). Her bir Pacini cisimciği tek bir miyelinli A β somatosensoryel nöron tarafından innerve edilir. Cisimciğin iç çekirdeğine girdikten sonra, nöron miyelinini kaybeder ve nispeten düzleştirilmiş bir yörünge benimser (45). Pacini cisimcikleri çok hızlı adapte oldukları için özellikle hızlı ve lokalize doku kompresyonuna karşı duyarlıdır. En hızlı adapte olan reseptörler olarak, dokulardaki titreşimleri ve hızlı mekanik değişiklikleri tespit etmek için çok önemlidirler (44).



Şekil 2.1. Pacini Cisimciği (46)

Meissner cisimciği:

Meissner cisimcikleri ilk olarak 1852 yılında George Meissner ve Rudolph Wagner tarafından tanımlanmış ve insan el parmaklarında ve avuç içlerinde gözlemlenmiştir (47). Bununla birlikte, Meissner cisimciklerinin ayrıntılı morfolojisi ancak 20. yüzyılın ortalarında elektron mikroskopunun ortaya çıkmasıyla tam olarak aydınlatılabilmektedir (48). Meissner cisimcikleri gövde, avuç içi, ayak tabanı ve dudaklar gibi kılsız deride bulunan kapsüllü reseptörlerdir. Dermisin konik çıkıntıları olan ve uzun eksenleri deri yüzeyine dik olacak şekilde epidermise uzanan dermal papillalar içinde yer alırlar (49). Meissner cisimciklerinin oval şekilli yapısı

Schwann hücrelerinden türetilen disk benzeri lamel yığınlarından oluşur ve kısmen ince bir fibroblast kapsülü ile kaplıdır. Tipik olarak, cisimcik miyelinli bir A β duyu lifi tarafından innerve edilir ve bu lif cisimciğin alt üçte birlik kısmından geçtikten sonra miyelinini kaybeder (43). Meissner cisimciklerinin kapsülü içinde çok sayıda dallanmış terminal sinir ucu bulunur. Bu cisimcikler uyarıldıktan sonra hızla adapte olurlar ve özellikle düşük frekanslı titreşimlere ve deri yüzeyinde hareket eden maddelere karşı hassastırlar (44).



Şekil 2.2. Meissner Cisimciği (50)

Merkel diskleri:

İlk olarak 1875 yılında Friedrich Sigmund Merkel tarafından "dokunma hücreleri" olarak adlandırılmıştır (51). Tüm mekanoreseptörler arasında en küçük olanlarıdır ve 10-15 μ m uzunluğundadırlar (52). Primatlarda ve keseli hayvanlarda, el ve ayaklardaki parmak izi desenlerini oluşturan epidermal sırtların tabanında daha küçük Merkel hücre grupları bulunur (53). Merkel diskleri tipik olarak Iggo kubbe reseptörleri olarak bilinen ve cildin epitel dokusunun daha derin katmanlarından yukarı doğru çıkıntı yapan oluşumlar halinde organize olur (44). Bu kubbeler bir saç folikülü ile bağlantılı olabilir ya da olmayabilir (43). Bu, epitelin bir kubbe oluşturacak şekilde dışa doğru şişmesiyle sonuçlanır ve oldukça hassas bir reseptör oluşturur. Eş zamanlı olarak, Merkel disklerinin tüm kümesi tek bir kalın miyelinli sinir lifine (AB tipi) bağlanır (44).

Ruffini cisimciği:

Her iki ucu sivrilmiş uzun bir yapıdır ve morfolojisiyle Golgi tendon organına çok benzer (54). Korpüsküller tipik olarak 4-5 kat perinöral hücreden oluşan bir kapsülle kaplıdır. İç kısımda

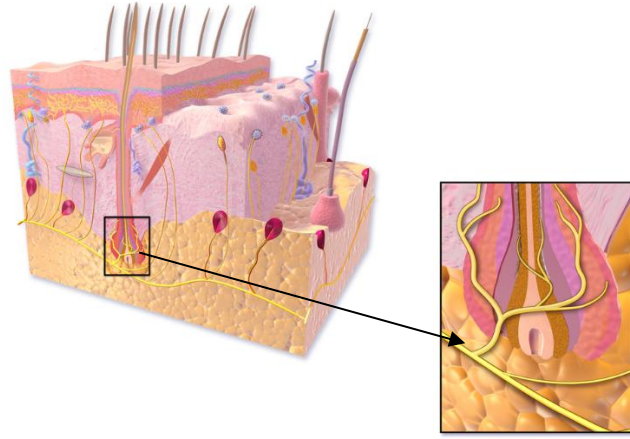
merkezi bir Schwann hücre çekirdeği ve kolajen içerirler ve iç çekirdeğe girdikten sonra miyelinini döken tek bir kalın miyelinli akson tarafından innerve edilirler. Akson, iç çekirdek içinde birden fazla terminal dal uzatır (55). Ruffini cisimciğinin iç çekirdeğine bağlı kolajen lifler kutuplarından uzanır ve çevredeki dokunun kolajeniyle bütünleşir. Bu etkileşim potansiyel olarak iç çekirdek ile çevre doku arasında mekanik bir bağlantı kurar (56). Ruffini cisimciklerinin ilk kapsamlı morfolojik analizi kedilerin tüylü derisi üzerinde yapılmıştır (55). Ruffini cisimciklerinin farklı doku ve türlerdeki anatomik konumları ve oluşumları tartışma konusu olmaya devam etmektedir. Bu reseptörler, yavaş adaptasyonlarıyla karakterize edilir ve bu da onları sürekli kuvvet uygulaması ve basınç ve temas gibi doku koşullarındaki değişikliklerin sinyalini vermek için çok önemli kılar. Çeşitli eklem kapsüllerinde bulunurlar ve eklemin rotasyonel hareketlerinin tespit edilmesinde kilit rol oynarlar (56).



Şekil 2.3. Ruffini Cisimciği (57)

Kıl kökü:

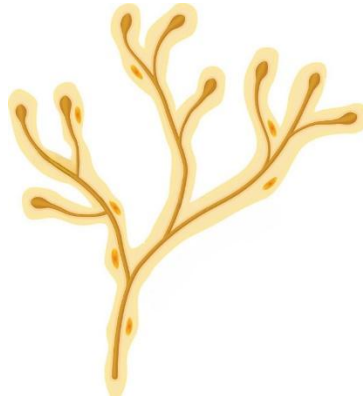
Vücut yüzeyindeki kılların hafif bir hareketi bile kıl köklerini çevreleyen sinir reseptörlerini harekete geçirir. Sonuç olarak kıl folikülleri, uyaranlara kolayca yanıt veren dokunma reseptörleri olarak işlev görür. Deri üzerindeki nesnelerin hareketlerine ve vücutla ilk temasa karşı duyarlıdırlar (44). Hızla adapte olurlar ve hareketin hem yönünü hem de hızını tespit edebilirler.



Şekil 2.4. Kıl Kökü (58)

Serbest sinir sonlanması:

Deri ve diğer çeşitli dokularda bulunan bazı serbest sinir uçları dokunma ve basıncı algılayabilir ve sinir uyarıları üretebilir (44).



Şekil 2.5. Serbest Sinir Sonlanması (59)

2.2.2. Omurilik Seviyesinde Duyusal Kontrol

Tüm vücut bölümlerinden gelen duyuşal girdinin entegrasyonunun büyük ölçüde omurilik seviyesinde başladığına inanılmaktadır. Tutarlılık, gelen nöronlarla uyarıcı ve engelleyici sinapsların çeşitli dağılımından kaynaklanan toplama, anahtarlama ve modülasyon süreçlerini

ifade eder (44). Sinapslar, diğer afferent lifler veya merkezi MSS yapılarından sinyal ileten nöronlar dahil olmak üzere çeşitli kaynaklardan kaynaklanabilir. Afferent nöronların uyumu koordineli motor kontrol için çok önemlidir ve MSS'nin tüm seviyelerinde gerçekleşir.

Sinapsları atlayan ve doğrudan serebral kortekse ulaşan birkaç dokunsal nöronun aksine, propriyoseptif bilgi taşıyan aksonların çoğu omuriliğin dorsal boynuzuna girdikten sonra internöronlarla sinaps yapmak üzere dallanır (62).

Omurilik seviyesindeki afferent nöron tutarlılığı, MSS'nin daha yüksek seviyelerine bağlanan internöronların ve nöronların etkileşimi yoluyla elde edilir (44,61). Beyin sapı ve serebral korteks bu nöronları düzenleyerek duyuşal girdiyi bu yüksek beyin merkezlerine iletilmeden önce filtrelemelerini sağlar. Özünde, yüksek beyin bölgeleri periferik propriyoseptörlerden gelen yollar aracılığıyla iletilen duyumları yönetir (34).

2.2.3. Merkezi Sinir Sisteminde Propriyoseptif Kontrol Uyumu

İki teori, propriyoseptörlerden gelen duyumların MSS'ye nasıl iletilildiğini açıklar:

1) Etiketli çizgi teorisi, her farklı uyarının belirli bir siniri ve reseptörü aktive ettiğini ve bunun da sinyalleri MSS'deki bir veya daha fazla özel merkeze ilettiğini öne sürer (34).

2) Topluluk kodlama teorisi, propriyoseptif bilginin MSS'ye tek bir reseptör veya nörona dayanmak yerine kolektif bir nöral reseptör grubu aracılığıyla iletilildiğini ileri sürer (63).

2.2.4. Propriyoseptif Bilgi için Çıkan Yollar

Propriyoseptif bilgilerin çoğu dorsal-lateral yollar veya spinoserebellar yollar aracılığıyla daha yüksek MSS seviyelerine yükselir. Omuriliğin arka bölgesinde yer alan dorsolateral yol, sinyalleri somatosensoriyel kortekse iletir. Bu yol öncelikle dokunma, basınç ve titreşim hislerini iletirken, aynı zamanda vücut pozisyonunun ve çeşitli kinestetik hislerin bilinçli olarak algılanmasından da sorumludur (34,64). Spinoserebellar yollar MSS'deki en hızlı iletim yollarıdır. Beyinciğin çeşitli bölgelerinde sonlanırlar ve burada bilgi işlenir ve gelen verilere uyarlanır. Bilinçli duyuşal algıyla ilişkili olan dorsolateral yolların aksine, spinoserebellar yolların refleksif, otomatik ve istemli hareketler için kullanılan uzuv pozisyonu, eklem açıları ve kas gerginliği ve uzunluğu gibi "bilinçsiz propriyosepsiyona" aracılık ettiği düşünülmektedir (65). Periferik afferent bilginin iletilmesine ek olarak, bu yolların belirli kısımları motor

nöronlardan gelen motor komutların bir kopyasının daha yüksek MSS seviyelerine geri iletilmesinde rol oynar. Bu geri bildirim, motor faaliyetlerin koordinasyonunu ve ayarlanmasını sağlar (64).

2.2.5. Proprioepsiyonun Motor Kontrol Seviyeleri

Dinamik eklem stabilitesinden sorumlu sensorimotor sistemin motor bileşenleri tüm vücudun motor kontrolünü kapsar. Bu bileşenler bir merkezi eksen ve iki birincil alan içerir. Merkezi eksen üç motor kontrol seviyesinden oluşur: omurilik, beyin sapı ve serebral korteks (64). İki ortak bölge serebellum ve bazal ganglionlardır. Bu yapılar motor komutların modüle edilmesi ve düzenlenmesinde önemli bir rol oynar (66). Duyusal bilgi tüm motor çıktılarının planlanmasında temeldir ve motor kontrolün her üç seviyesine de gönderilir. Motor nöronlar ya doğrudan periferik duyusal girdilere (refleksler gibi) yanıt olarak ya da beyin sapı, serebral korteks veya her ikisinden kaynaklanan inen komutlar yoluyla aktive edilebilir (64). İskelet kası aktivasyonu, çeşitli kaynaklardan gelen uyarıların spinoventral bölgedeki motor nöronlara yakınsamasından kaynaklanır. Her iki motor nöron tipi de -ekstrafusal kas liflerini (iskelet kasları) kontrol eden alfa motor nöronlar ve intrafusal kas liflerini (kas içcikleri) düzenleyen gama motor nöronlar - spinal ventral boynuzlardan kaynaklanır. Merkezi eksen içindeki alanlar, hem hiyerarşik hem de paralel olarak düzenlenmiştir (66). Hiyerarşik organizasyon, alt motor bölgelerinin kaba motor işlevlerinin ayrıntılarını otomatik olarak yönetmesini sağlarken, daha yüksek merkezler daha hassas ve yetenekli motor görevlerini denetlemek için kaynakları tahsis etmekten sorumludur (67). Daha yüksek seviyeler, duyusal röle çekirdekleri üzerinde zorlayıcı ve kolaylaştırıcı kontrol uygulayarak aldıkları afferent bilgileri modüle edebilir (66). Paralel düzenleme yoluyla, her bir motor kontrol merkezi, motor nöronları bağımsız olarak ve doğrudan etkileyen azalan motor komutları verebilir (66).

Omurilik düzeyi:

Doğrudan motor yanıtlar, periferik duyusal bilgilere (refleksler) ve temel motor koordinasyon modellerine (ritmik ve merkezi model jeneratörleri) yanıt olarak omurilikten ortaya çıkar. Sadece az sayıda afferent girdi ve inen komutlar doğrudan motor nöronlar üzerinde sinaps yapar; girdilerin çoğu gri madde boyunca internöronlarda sonlanır. Esneme refleksi gibi basit bir monosinaptik reflekste bile, gelen afferent liflerden dallar ortaya çıkar (68). Bu çatallanmalar, internöronlar, yüksek motor merkezleri ve diğer motor nöronlar (antagonistler

gibi) dahil olmak üzere çeşitli alanlara afferent bilgi aktarabilir. Çatallanmalar ve nöronal ağlar omuriliğin entegre işlevleri için temel oluşturur. Refleksler kutanöz, kas ve eklem mekanoreseptörlerinin uyarılmasıyla tetiklenebilir ve hem alfa motor nöronların hem de gama motor nöronların veya sadece bir türün aktivasyonunu içerebilir (68).

Beyin sapı düzeyi:

Beynin evrimsel olarak en eski bölümü olmasına rağmen beyin sapı, postüral dengeyi düzenlemekten ve vücudun otomatik, kalıplaşmış hareketlerinin çoğunu yönetmekten sorumlu birincil devreleri barındırır (64,66). Beyin sapı bölgeleri, korteks tarafından doğrudan kontrol edilmenin ve korteks ile omurilik arasında dolaylı bir röle istasyonu olarak hizmet etmenin yanı sıra, motor aktiviteyi doğrudan düzenler ve modüle eder. Bu düzenleme görsel, vestibüler ve somatosensoriyel kaynaklardan gelen duyuusal bilgilerin entegrasyonuna dayanır (66). İki ana inen yol, medial ve lateral yollar, beyin sapından spinal sinir ağlarına uzanır. Medial yollar aksiyal ve proksimal kasları innerve eden motor nöronları etkilerken, lateral yollar uzuvların distal kaslarını kontrol eder (66). Medial yollardaki bazı aksonlar, hareket ve postüral kontrolde yer alan motor nöronlarla uyarıcı ve inhibitör bağlantılar (spinal reflekslerin baskılanması dahil) oluşturmak için internöronlarla sinaps yapar. Ek olarak, hem medial hem de lateral yollar, gama motor nöronları üzerindeki etkileri yoluyla kas tonusunun korunmasına ve modülasyonuna katkıda bulunur (66).

Serebral korteks düzeyi:

Karmaşık ve ayrı istemli hareketlerin başlatılması ve kontrol edilmesinden birincil olarak sorumludur. Bu yapı, her biri omurilikteki internöronlara ve motor nöronlara doğrudan ve dolaylı olarak (beyin sapı yoluyla) projeksiyon yapan üç spesifik, somatotopik olarak organize edilmiş alana bölünmüştür (66).

Primer motor korteks, çeşitli yollar aracılığıyla periferik afferent bilgileri alır ve aktive edilecek belirli kasları, bu kaslar tarafından üretilen kuvveti ve hareketin yönünü kodlamaktan sorumludur (34).

Premotor alan, önemli ölçüde duyuusal girdi alır (68). Bu nedenle, öncelikle motor komutların organizasyonu ve hazırlanmasında rol oynar.

Tamamlayıcı motor alan; motor korteksin üçüncü özelleşmiş bölgesi olan tamamlayıcı motor alan, birden fazla kas grubunu içeren karmaşık hareket dizilerinin programlanması için çok önemlidir (68).

Diğer alanlar:

Beyincik ve bazal gangliyonlar bağımsız olarak motor aktiviteyi başlatamamaları da, koordineli motor kontrolün yürütülmesi için çok önemlidirler. Tamamen bilinçaltı düzeyde işleyen beyincik, motor faaliyetlerin hem planlanması hem de ayarlanması için hayati önem taşır. Doğruluk ve koordinasyonu sağlamak için amaçlanan hareketi gerçek hareketle karşılaştırır (69,70).

Bu, motor kontrol alanlarının yanı sıra merkezi ve periferik duyuşal bölgelerden gelen sürekli bir bilgi akışı ile sağlanır. Serebellum üç fonksiyonel bölüme ayrılmıştır. Birinci bölüm, vestibüler labirentten (yarım daire ve otolit reseptörleri dahil) hem doğrudan hem de dolaylı vestibüler girdi alır ve bu girdiye dayalı olarak postüral dengenin korunmasında rol oynar. İkinci bölüm öncelikle hassas ve hızlı ince uzuv hareketlerinin planlanması ve başlatılmasıyla ilgilenir (69). Hem duyuşal hem de motor kortekslerden bilgi alır. Spinoserebellum olarak bilinen üçüncü kısım, 4 yükselen spinoserebellar yol aracılığıyla iletilen somatosensoryel bilgileri işler. Serebellumun bu kısmı somatosensoryel girdiye ek olarak görsel ve işitsel organlardan ve vestibüler labirentten de bilgi alır. Spinoserebellumdan gelen çıktı, vestibüler çekirdeğe, retiküler formasyona, kırmızı çekirdeğe ve motor kortekse projeksiyonlar yoluyla, beyin sapı ve kortekste medial ve lateral inen yolları modüle ederek devam eden hareketlerin ayarlanmasını sağlar (69). Spinoserebellum, kas tonusunu ayarlamak için somatosensoryel bilgileri kullanarak hareketleri düzenler. Bunu, statik gama motor nöronlarının aktivitesini modüle ederek başarır ve bu da kas içiciklerini etkiler (69). Serebellum, omuriliğin ventral köklerine gönderilen motor komutların efferent bir kopyasını alır (70). Beyincik ayrıca motor öğrenmede de önemli bir rol oynar (69). Bazal gangliyonlar, serebral hemisferlerin derinliklerinde bulunan beş subkortikal çekirdekten oluşur. Motor kontrolün her üç seviyesiyle de bağlantı kuran beyinciğin aksine, bazal gangliyonlar hem girdi hem de çıktı bağlantıları için talamus aracılığıyla öncelikle serebral korteksle etkileşime girer (71). Motor kontrol açısından, bazal gangliyonların motor fonksiyonun daha üst düzey, bilişsel yönleriyle ilgili olduğu düşünülmektedir (71). Beyincikten bir diğer farkı da bazal gangliyonların sadece duyuşal ve motor işlevlerle ilgili bölgelerden değil, tüm serebral korteksten girdi almasıdır (71).

2.3. Proprioepsiyon ve Postural Kontrol

Proprioepsiyon, duyuşal sinyalleri motor komutlarla entegre eden dahili modellere girdi sağladığından hareket kontrolü için çok önemlidir (72). Postüral kontrolün önemli bir yönü, dik dururken vücut salınımını tespit etme yeteneğidir. Bu sallanma, öncelikle ayak bileği eklemi etrafındaki rotasyonlar nedeniyle bacak kaslarının uzunluğunda değişikliklere yol açar (73,74). Kas lifleri, Golgi tendon organlarının (GTO'lar) kasılan kaslar tarafından üretilen kuvvetteki değişiklikleri algılaması için en uygun şekilde konumlandırılmıştır ve bu da kuvvet ve ağırlık algısına katkıda bulunur (26). Ancak bu anatomik yerleşim Golgi tendon organlarının (GTO'lar) kas uzunluğundaki değişiklikleri kodlamasını engeller (75). Bu sınırlama, uzuv pozisyonu ve eklem hareketi hakkında önemli bilgiler sağlama kapasitelerini azaltır. Eklem reseptörlerinden gelen geri bildirim, özellikle aşırı eklem pozisyonlarında sınırlı bilgi sunuyor gibi görünmektedir (75).Barrett ve arkadaşları (76), afferent bilgi sağlamada kas içiciklerinin kutanöz reseptörlerden daha kritik bir rol oynadığını göstermiştir. Proprioseptif sinyaller çeşitli mekanoreseptörlerden gelse de, kas içiciğinin postüral kontrol için çok önemli olan proprioseptif bilginin birincil kaynağı olduğu konusunda yaygın bir fikir birliği vardır. Ayrıca, proprioseptif girdiler, destek yüzeyinin ani hareketlerine hızlı, otomatik ve koordineli duruş tepkileri verilmesini sağlar (77). Ia afferentlerinin otomatik postüral tepkilerin zamanlaması için gerekli olduğu, destek yüzeyindeki beklenmedik hareketlerin ardından vücudun kütle merkezinin ve dengesinin koordineli kontrolünü sağladığı öne sürülmüştür. Buna karşılık, bu postüral tepkilerin zamanlaması, görme olmasa bile, bilateral labirentektomi sonrası vestibüler bilgi kaybından önemli ölçüde etkilenmiş gibi görünmemektedir (78).

2.3.2. Proprioepsiyonu Etkileyen Etkenler

Ağrı:

Ağrı varlığında, refleks aktivitesindeki değişiklikler ve gama-kas içiciği sisteminin duyarlılığı nedeniyle proprioepsiyon tehlikeye girebilir. Bu bozulma, servikal ve lomber omurganın yanı sıra üst ve alt ekstremitelerde kemosenşitif tip III ve IV afferentlerin (nosiseptörler) aktivasyonundan kaynaklanır (79,80). İnflamatuar maddeler; hayvan modellerinde, özellikle kas içi ve intrakapsüler enjeksiyonları takiben kas içiciğiafferentleri üzerinde önemli etkiler göstermiştir (81). İnsan deneysel ağrı modellerinde de proprioepsiyonun bozulduğu

bulunmuştur. Ayrıca ağrı, vücut algısını merkezi düzeyde etkileyebilir ve potansiyel olarak somatosensoriyel korteksin yeniden düzenlenmesine yol açabilir (82).

Efüzyon:

Eklem efüzyonu terimi, genellikle akut bir ekstremitte eklem yaralanmasından sonra ortaya çıkan ve potansiyel olarak uzun bir süre devam eden eklem kapsülü içindeki şişliği ifade eder (83). Eklem efüzyonları, iskelet kası işlevinin önemli ölçüde engellenmesine yol açabilir ve ağrı olmasa bile uzuv propriyosepsiyonunu önemli ölçüde bozabilir (84).

Travma:

Genellikle kas-iskelet dokularının bozulmasıyla birlikte bu dokuları innerve eden mekanoreseptörlerin eş zamanlı olarak hasar görmesi veya tahrip olmasından kaynaklanır (87). Travma sonrası ağrı ve şişlik azaldıktan sonra kas-iskelet dokusu ve mekanoreseptörlerin kaybı propriyosepsiyonu kalıcı olarak bozabilir (88).

Yorgunluk:

Kas yorgunluğu; metabolik durumdaki, kas aktivasyon modellerindeki değişiklikleri, spinal reflekslerdeki modifikasyonlar ve artan efor algısı gibi çeşitli periferik ve merkezi değişiklikleri içerir (85). Lattanzio ve arkadaşları (86), yaşları 19 ila 30 arasında değişen 8 erkek ve 8 kadından oluşan 16 kişilik bir grupta yorgunluğa maruz kalmadan önce ve sonra diz propriyosepsiyonunu değerlendirmiş ve propriyoseptif duyuda anlamlı bir fark bulmuştur.

2.4. Proprioseptif Duyunun Değerlendirilmesi

Temelde propriyosepsiyonu değerlendirmek için üç yöntem vardır (89).

- a) Pasif Hareketin Algılanması için Eşik: Bu test, pasif hareket sırasında eklem pozisyonunda tespit edilebilen minimum değişikliği ölçerek propriyosepsiyonun eklem pozisyonundaki küçük değişimlere karşı hassasiyetini değerlendirir.
- b) Eklem Pozisyonu Azaltma: Bu test, eklem pasif olarak hareket ettirildiğinde eklem pozisyonundaki değişiklikleri algılama yeteneğini değerlendirir. Eklem pozisyonu algısının doğruluğuna odaklanır.
- c) Aktif Hareket Kapsamı Ayrım Değerlendirmesi: Bu test, denek hareketi aktif olarak kontrol ederken eklem hareketinin farklı dereceleri veya yönleri arasında ayırım yapma yeteneğini

değerlendirir. Farklı konseptlerden geliştirilen bu testler, propriyosepsiyonun çeşitli yönlerini değerlendirmek için farklı koşullar altında uygulanabilir (89).

2.5. Vestibüler Sistem

Vestibüler sistem, merkezi sinir sistemi içinde görsel, propriyoseptif ve vestibüler uyaranları entegre ederek motor kontrolünü koordine eden sofistike bir ağıdır ve dengenin korunması için çok önemlidir. Özellikle istemsiz baş hareketlerini algılar ve bu bilgileri refleksif göz hareketleri ve postüral ayarlamalarla birleştirerek hem görüşü hem de duruşu dengeler. Sistem, ani hareketler sırasında düşmeleri önleyerek, vücut pozisyonunu ve baş hareketlerinin yönünü ve hızını algılayarak ve bireyin veya çevredeki nesnelerin hareketi sırasında net bir görsel görüntü sağlamak için göz hareketlerini düzenleyerek dengenin korunmasına yardımcı olur (90). Denge sistemi iki temel işleve hizmet eder: baş hareketleri sırasında görsel alanı stabilize etmek ve yerçekimine göre duruşu kontrol etmek. Bu görevleri duyuşal verileri alarak, işleyerek ve uygun motor çıktılarına dönüştürerek yerine getirir (91).

2.5.2. Vestibüler Sistem Anatomisi

Vestibüler sistem iki ana bileşene ayrılır: periferik vestibüler sistem ve merkezi vestibüler sistem.

Periferik vestibüler sistem anatomisi:

İç kulakta bulunan periferik vestibüler yapılar iki bölümden oluşur: kemik labirent ve membranöz labirent. Membranöz labirent endolenf ile doluyken, kemik ve membranöz labirentler arasındaki boşluk perilenf sıvısı içerir. Periferik vestibüler sistem vestibüler organları ve vestibüler siniri içerir (92).

Kemik labirent: Koklea, yarım daire kanalları ve vestibülden oluşur. Vestibül, kemik labirentin merkezi boşluğunda, oval pencerenin medialinde yer alır. Vestibülün anteriorunda koklea yer alırken, yarım daire kanalları vestibülün posteriorunda bulunur (93).

Membranöz labirent: Kemik labirentin içinde yer alır ve vestibül içindeki sakkül ve utrikülün yanı sıra vestibülün posteriorunda konumlanmış üç yarım daire kanalı içerir (94).

Vestibül: Labirentin en büyük kısmıdır ve yaklaşık 4 mm genişliğindedir (92). Utrikül posteriorda recessusellipticus'ta, sakkül ise anteriorda recessussphericus'ta bulunur. Vestibül anteriorda koklea, posteriorda semisirküler kanallar ve lateralde oval pencere ile komşudur.

Utrikül: Vestibülün girişinde yer alır. Oval pencereden yaklaşık 1,9-2,4 mm ve sakkülden 7-21 mm uzaklıktadır (95). Utrikül, endolenf sıvısı ile dolu, hafifçe yassılaştırmış, oval bir kesedir. Anterolateral yarısı, özelleştirmiş bir duyuşal yapı olan makula içerir.

Makula: Endolenf sıvısının hareketini algılayan kirpikli hücrelerden oluşur (96). Makula, tümü otolitik bir zarla kaplı, yerçekimine duyarlı nöroepitelyal kıl hücreleri, kan damarları, destek hücreleri ve sinir liflerinden oluşur. Tüy hücreleri, otolitlerin -yüksek özgül yoğunluğa sahip kalsiyum karbonat kristalleri- varlığı ile karakterize edilen otolitik membranın içine gömülüdür (97).

Sakkül: Vestibülün önünde yer alır ve utrikülden daha küçüktür. Utrikülosaküler kanal ile utriküle bağlanır. Sakkülünmakülası, yatay düzlemde olan utrikülmakülasının aksine dikey düzlemde yönlendirilmiştir. Sonuç olarak, utrikül yatay hareketlere yanıt verirken, sakkül dikey hareketleri algılar (96,98). Ancak patolojik kesitler, utrikül makülasının kemik labirente sıkıca bağli olmayıp membranöz labirentle temas halinde olduğunu gösterse de, sakkül makülasının ise kemik labirente sıkıca bağli olduğunu ortaya konmaktadır (99).

Yarım Daire Kanalları: Yarım daire kanalları yönelimlerine göre üç tipte sınıflandırılır: posterior, anterior (superior) ve horizontal (lateral). Genel olarak bu kanalların birbirleriyle dik açı yapacak şekilde düzenlendiğı kabul edilse de, bazı çalışmalar aralarındaki gerçek açılanmanın 100°'ye yakın olabileceğini öne sürmektedir (91,100). Yarım daire kanallarının düz başlangıç bölümleri crussimpleks olarak adlandırılırken, genişlemiş uç kısımları ampulla olarak bilinir.

Krista, ampullanın tabanında eyer şeklindedir ve ampulün uzun eksenine dik olarak yönlendirilmiştir. Endolenf hareketlerine duyarlı tüy hücreleri (kinosilya ve stereosilya) ve destek hücrelerinden oluşur. Bu tüy hücreleri Ca^{2+} partikülleri ile kaplıdır (101). Her ampullanın içinde, yarım daire kanallarının utrikül ile birleştiğı yerde membranöz labirentin genişlediğı yerde kupula bulunur. Bu elastik zar endolenf akışına tepki olarak bükülür. Kupula, kristadaki tüy hücreleri aracılığıyla sıvı hareketini algılar. Mukopolisakkaritlerden oluşan kupula sıvıya karşı geçirimsizdir ve kristadan ampulün çatısına kadar uzanır. Özgül ağırlığı çevresindeki endolenf ile eşleşir ve açısal hareketler sırasında endolenfile birlikte hareket etmesine izin verir. Ancak, bu durumlarda endolenf akışının olmaması nedeniyle doğrusal hareketlerden etkilenmez (102).

Yarım daire kanallarının simetrisi karşı kulak ile birlikte değerlendirilir. Her bir makula yön bilgisini bağımsız olarak iletebilse de, yarım daire kanallarının simetrik düzeni bu bilginin her iki kulaktan birleşik olarak iletilmesini sağlar (102,103).

Koklea: Vestibülün önünde yer alır. Yetişkin bir insanda, yaklaşık 2,5 turlu spiral bir yapıya sahiptir. Bu spiralın toplam uzunluğu yaklaşık 42 mm'dir (104).

Lamina spiralisossea ya da kemikli spiral lamina ve canalisspiralis kokleanın etrafını sarak onu iki bölüme ayırır. Üst bölüm scalavestibuli olarak bilinirken, alt bölüm scalatympani olarak adlandırılır. Bu iki skala kokleanın tepesinde helikotrema olarak bilinen bir bölgede birleşir (105).

Santral vestibüler sistem anatomisi:

Merkezi vestibüler sistem, vestibüler çekirdekler, serebellum ve hem subkortikal hem de kortikal denge merkezlerinden oluşur (92). Vestibüler çekirdekler, her iki labirentten gelen duysal bilgilerin toplandığı ve işlendiği birincil bölgelerdir. Bu çekirdekler aynı zamanda denge ile ilgili diğer sistemlerle de bağlantı kurar.

Vestibüler sistemin ikinci dereceden nöronları, dördüncü ventrikülün tabanında bulunan vestibüler çekirdeklerde yer alır. Dört vestibüler çekirdek vardır: superior (Bechterew'in), lateral (Deiters'in), medial (Schwalbe'nin) ve inferior (Roller'in) vestibüler çekirdekler.

Vestibüler sinirden gelen uyarıların çoğu vestibüler çekirdeklerde sonlanır, ancak bazıları serebelluma da projekte olur. Vestibüler çekirdekler sadece labirentten değil aynı zamanda retiküler formasyon, serebellum, omurilik ve kontralateral vestibüler çekirdeklerden de afferent girdi alır. Serebellumun bu çekirdekler üzerindeki birincil etkisi inhibitördür (107-111).

Vestibüler sinir beyin sapına pons ve medulla kavşağında, koklear ve fasiyal sinirlerin yakınında girer. Beyin sapına girdikten sonra, vestibüler sinir lifleri posterior ve internal olarak ilerleyerek trigeminal sinirin (kraniyal sinir V) inen yolu ve inferior serebellar pedinkül aracılığıyla vestibüler çekirdeklere ulaşır (112).

2.5.3. Vestibüler Sistem Fizyolojisi

Vestibüler sistemin birincil işlevi, vücut duruşunu korumak ve bakış stabilitesini sağlamak için duyuusal bilgileri işlemektir (113,114).

Vestibüler sistemin önemli bir bileşeni olanyarım daire kanallarının çalışma prensibi ilk olarak 1842 yılında Pierre-Marie Flourens tarafından önerilmiştir. Ancak, bu kanallar içindeki endolenf hareketleri ile bunlara karşılık gelen göz ve baş hareketleri arasındaki ilişki 1892 yılında Ewald tarafından açıklığa kavuşturulmuştur ve günümüzde Ewald yasaları olarak bilinmektedir. Bunlar:

Göz ve baş hareketleri, yarım daire kanalları içindeki endolenf hareketiyle aynı yönde gerçekleşir.

Lateral yarım daire kanallarında ampulopedalendolenf akışı (utrüküle doğru akış) ampulofugalendolenf akışına (utrükülden uzağa akış) kıyasla daha güçlü bir vestibüler yanıt oluşturur.

Anterior ve posterior yarım daire kanallarında ampulofugalendolenf akışı (utrükülden uzağa doğru akış), ampulopedalendolenf akışına (utrüküle doğru akış) kıyasla daha belirgin bir vestibüler yanıtla sonuçlanır.

Periferik vestibüler sistem fizyolojisi:

Periferik vestibüler sistem baş hareketleri ile uyarılır ve sonrasında Vestibüler sinir ile pontobülber merkezdeki vestibüler nükleuslara bu uyarıtıyı ulaştırır. Yarım daire kanalları ve otolit organlar, vestibüler sensöriyel organlardır. Bu yapılar yerçekimi değişimi ve başın hareketlerine duyarlıdır. Vestibüler organlar vestibülooküler refleks ve vestibülospinal refleks arkı ile bilgiler geliştirirler. Vestibüler labirentte bulunan endolenf, bu bölgede bulunan organlardaki reseptörleri de etkileyerek dengeyi sağlamada yardımcı olur. Yarım daire kanallarındaki kupula, angüler hareketlere karşı duyarlıdır iken yerçekiminden etkilenmez. Makülalardaki otokonial membran ise özgül ağırlığının fazla olmasından dolayı yerçekiminden etkilenmektedir (115-117). Endolenfin etkisiyle uyarılan tüylü hücreler bağlantılı oldukları sinir liflerine uyarıları iletirler. Tüylü hücreler farklı yönlerde hareket ederken etrafındaki endolenf arasında elektriksel polarizasyon oluşturur. Bu olay sonunucu transdüksiyon meydana gelir. Otolit organlardaki sensöriyel hücreler makula içerisindedir. Başın yan tarafına doğru çevrilmesi ile otokonial membran ile aynı düzlem üzerinde hareket ederler (117,118).

Utrikul ve sakkül makulalarındaki tüylü hücrelerinin yerleşim yönlerinin farklı olması başın herhangi bir yönde oluşan hareketinde farklı grup hücrelerin uyarılması konusunda önemli rol oynar. Makulautrikulde yatay düzlemdeyken, sakkülde ise dikey düzlemde yerleşmiştir. (119) Yarım daire kanalları ve otolitik organlardan temel alan uyarılar vestibüler sinirler ile vestibüler nükleuslara iletilir. Bu uyarılar diğer sistemlerden gelen uyarılarla birleştirilerek santral sinir sisteminde işlenir. Daha sonra oluşmuş olan vestibülooküler ve vestibülospinal refleksler ile görsel sabitleme ve postür kontrolü sağlanır. Postürün korunması için görsel, somatosensoriyal ve propriyoseptif refleksler vestibüler refleksler ile koordine bir şekilde çalışması gerekir (117,118).

Vestibülooküler refleks (VOR), baş hareket ettiğinde sabit bir görme alanını korumak için işlev görür. Baş hareketiyle uyumlu, pürüzsüz ve koordineli göz hareketleri sağlar. Hem yarım daire kanalları hem de otolit organlarını içeren dinamik VOR, hızlı baş hareketlerini yönetirken, statik VOR daha yavaş hareketler için otolit aktivitesine dayanır. Yarım daire kanalları, baş kaymaları sırasında görüşü stabilize etmek için her biri farklı bir düzleme yönlendirilmiş iki ekstraoküler kası kontrol eder. Sonuç olarak, gözler retinal görüntüyü sabit tutmak için başın ters yönünde eşit hızda hareket eder. Bu koordinasyon, sağ lateral rektus kasını aktive eden sağ abduzens sinirinin ve sol medialrektus kasını aktive eden sol okülomotor sinirin uyarılmasıyla sağlanır, gözlerin sağa dönmeye neden olur ve görüntünün sürekli kalmasını sağlar (107). Vestibülospinal refleks, başı ve vücudu dik pozisyonda tutmaktan sorumludur. İki ana yol içerir: lateral ve medial vestibülospinal yollar. Bu yollar medial, lateral ve inferior vestibüler çekirdeklerden kaynaklanır. Bu yollardan geçen uyarılar uzuvlardaki kas tonusunun düzenlenmesine yardımcı olarak hareket sırasında denge ve duruşu destekler (106).

Santral vestibüler sistem fizyolojisi:

Vestibüler çekirdekte sadece birkaç nöronun vestibüler sistemle doğrudan bağlantısı vardır. Vestibüler sinirin interstisyel çekirdeğinin yanı sıra, birçok nöron servikal omurilik, retiküler formasyon, omurilik, serebellum ve karşı vestibüler çekirdek dahil olmak üzere çeşitli bölgelerden girdiler alır. Dolayısıyla, vestibüler çekirdekten kaynaklanan efferent sinyaller bu farklı sistemler arasındaki etkileşimlerin sonucudur (92).

Vestibüler sinirin uyarılmasından sonra, vestibüler çekirdekdeki nöronların yaklaşık %75'i aktive olur. Bunların yarısı monosinaptik olarak yanıt verir. Tüm monosinaptik bağlantılar uyarıcıdır ve ipsilateral olarak gerçekleşir (92).

Sekonder vestibüler nöronlar ön boynuz hücrelerini üç ana yolla etkiler: Lateral vestibülospinal yol (LVSY), Medial vestibülospinal yol (MVSY) ve Retikülospinal yol. LVSY ve MVSY doğrudan vestibüler çekirdekten kaynaklanırken, retikülospinal yol vestibüler girdi tarafından modüle edilen retiküler formasyondaki nöronlardan kaynaklanır. Bu yollar, vestibüler bilginin motor kontrol ile entegrasyonunu kolaylaştırır ve serebellum bağlantıları bu yanıtların koordine edilmesi ve ince ayarının yapılmasında önemli bir rol oynar (92).

Vestibülokolik refleks, ani veya beklenmedik hareketler sırasında başın uzaydaki konumunu korumaya yardımcı olur. Vestibülokolik refleks ile birlikte çalışarak başın ve gözlerin sabit bir şekilde hizalanmasını sağlar, genel postüral kontrolü ve dengeyi geliştirir (120).

2.5.4. Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller

Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (VEMP) testi, özellikle belirli vestibüler bozuklukları olan hastalarda vestibüler fonksiyonu değerlendirmek için kullanılan nispeten yeni bir tanı aracıdır. İşitsel veya vestibüler uyaranlara yanıt olarak vestibüler sistem tarafından üretilen elektrik potansiyellerini ölçer ve vestibüler yollardaki ve ilgili yapılardaki anormalliklerin belirlenmesine yardımcı olur (121).

Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyellerin vestibülokolik refleksi yansıttığı düşünülmektedir. Bu test otolit organlarının, özellikle de sakkülün işlevini değerlendirir ve inferior vestibüler sinirin yanı sıra sakkülokolik refleks arkının bütünlüğünü değerlendirir. Bu bileşenleri ve bunlarla ilişkili refleks yollarını incelemek için değerli, invazif olmayan bir tanı aracıdır (122-124).

Hava yoluyla iletilen ses öncelikle sakkülafferentleri etkileyerek vestibüler sistemi uyarırken, kemik yoluyla iletilen titreşim hem sakküler hem de utrikülafferentleri aynı anda aktive eder (126).

Memeli olmayan birçok türde sakkül, işitme için sese duyarlı bir organ olarak görev yapar. Memelilerde, koklea işitme için birincil organ iken, sakkül de özellikle belirli seviyelerde

akustik uyaranlara maruz kaldığında işitsel işlemede rol oynar (127). Ayrıca, stapes tabanının yakınında bulunan sakkül, yüksek seslerle uyarılır. Stapesin ani hareketleri endolenf akışında değişikliklere neden olur ve bu da sakkülafferentleri aktive eder (128). Hayvanları içeren nörofizyolojik ve otolojik çalışmalarda, VEMP yanıtının sakkülafferentlerin aktivasyonu ile oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu afferentler özellikle yüksek ses şiddetlerine karşı duyarlıdır (128-132).

Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyallerin tarihçesi:

İlk kez Von Békésy, sesin vestibüler tepkileri ortaya çıkarabileceğini öne sürmüştü ve 134 desibel (dB) gibi çok yüksek ses uyaranlarının insanlarda başın uyarını alan kulağa doğru hareket etmesine neden olduğunu göstermiştir (133-135). Bickford ve arkadaşları (133,136) tarafından 1964 yılında yapılan bir çalışmada, kulaklık aracılığıyla verilen bir ses uyaranının ardından "inion"a yapışan ense kaslarından kısa gecikmeli miyojenik potansiyeller kaydedilmiştir. Daha sonraki yıllardaki hayvan deneyleri, hava yoluyla iletilen sesin, yüksekte dikey ivmelenmenin ve sakküler uyarımın hepsinin boynun ekstansör kaslarını aktive ederken fleksör kasları inhibe ettiğini göstermiştir (137-139).

1992 yılında Colebatch ve Halmagyi, klik uyaranlarının ön boyun kaslarında daha önce Bickford'un ekibi tarafından enseden kaydedilenlere benzer tepkiler ürettiğini keşfederek konuyu yeniden ele aldılar (140). 1994 yılında Colebatch ve meslektaşları, kulaklık aracılığıyla verilen bir klik uyaranına yanıt olarak baş yerçekimine karşı kaldırıldığında, tonik kasılma sırasında ipsilateral sternokleidomastoid kasında (SKM) inhibitör ve bifazik bir yanıt gözlemlenmişlerdir. Bu yanıt vestibülokolik refleks olarak adlandırdılar (133).

Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyaller nedir:

Günümüzde VEMP testi iki yöntem kullanılarak gerçekleştirilmektedir: servikal VEMP (cVEMP) ve oküler VEMP (oVEMP). Servikal VEMP (cVEMP), tonik olarak kasılmış olan ipsilateral sternokleidomastoid (SKM) kasının üzerine yüzeysel elektrotlar yerleştirilerek kısa gecikmeli bir elektromiyografik (EMG) yanıtı ölçer. Bu yanıt, yüksek yoğunluklu bir akustik uyarana tepki olarak kaydedilir.

Uyarılmış potansiyellerin, oküler VEMP (oVEMP) olarak adlandırılan bir teknikle, göz çevresine yerleştirilen yüzeysel elektrotlar kullanılarak ekstraoküler kaslardan da tespit edilebileceği gösterilmiştir. cVEMP vestibülokolik refleksi yansıtırken, oVEMP vestibülooküler refleksi temsil eder (136).

Servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyaller:

Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyaller testi, çok çeşitli hastalarda vestibüler fonksiyonu değerlendirmek için kolayca uygulanabilir. Bununla birlikte, teste yetersiz adaptasyon veya sternokleidomastoid (SKM) kasının yetersiz kasılması gibi, sonuçların doğruluğunu etkileyebilecek zorluklar ortaya çıkabilir (141).

Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyaller testi için tipik olarak yüzeysel deri elektrotları kullanılır. Kurulum, aktif elektrodun sternokleidomastoid (SKM) kasının orta üçte birine yerleştirilmesini, referans elektrodun sternumun üst ucuna (incisurajugularis) yerleştirilmesini ve toprak elektrodunun ise alına yerleştirilmesini içerir. Rutin VEMP testinde tipik olarak bir klik (0,1 ms) veya 500 Hz kısa tonlu patlama uyararı kullanılır. Klinik uygulamalar değişiklik gösterse de, en uygun VEMP yanıtı genellikle 500 Hz kısa tonlu patlama uyarımı ile elde edilir (142). En iyi VEMP yanıtını elde etmek için en uygun uyaran frekansı 5 Hz'dir. VEMP yanıtlarının genliği, uyaran frekansı arttıkça azalma eğilimindedir. Test sırasında etkili SKM kasılması için farklı pozisyonlar önerilir. Bir yöntem, hastanın sırtüstü yatarken başını yastıktan kaldırarak her iki SKM kasını aynı anda kasmaını içerir. Alternatif olarak, hasta otururken başını çevirerek her bir SKM kasını ayrı ayrı kasabilir, bu yöntem rotasyon yöntemi olarak bilinir (141).

Normal servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyaller yanıtları:

Servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyaller (cVEMP) testinde, uyarılan kulağa karşılık gelen taraftaki sternokleidomastoid (SKM) kasından bifazik yanıtlar kaydedilir. Gözlenen ilk pozitif tepe P13 olarak adlandırılırken, sonraki negatif tepe N23 olarak adlandırılır (136,143). Servikal VEMP (cVEMP) testlerindeki ortalama bifazik yanıt değerleri, test tekniklerindeki farklılıklar nedeniyle klinikler arasında değişebilir. Sonuç olarak, her klinik kendi referans değerlerini oluşturmalıdır. Tipik olarak, güvenilir bir değerlendirme elde etmek için 100 ila 200 uyarının ortalaması alınır (141). 95 dB nHL uyaran ile servikal VEMP (cVEMP) testinde p13 ve n23 tepe noktaları için ortalama ve standart sapmalar aşağıdaki gibidir: p13: $11,8 \pm 0,86$ ms, n23: $20,8 \pm 2,2$ ms (143). VEMP yanıtının genliği, kas tonusu ve uyaran yoğunluğundan doğrudan etkilenir ve tipik olarak 50 ila 100 μ V arasında değişir (133). İyi bir VEMP yanıtı oluşturabilmek için uygun latans, uyarı şiddeti ve frekans değeri olmalıdır. Latans, uyarının verilmesi ile p13 ve n23 dalgalarının oluşması arasındaki zaman aralığını ifade eder. Uzamış latanslarretrolabirentin veya merkezi sinir sistemi bozuklukları gibi potansiyel sorunlara işaret edebilir (144). Latans değerleri; p13 için 12-15 ms, n23 için 20-25

ms'dir.Sağlıklı bireylerde klik uyarımı için uyaran yoğunluğu tipik olarak 85 dB nHL'yi aşar. Yanıt eşiği 70 dB nHL'nin altında olduğunda, vestibüler organların sese karşı aşırı duyarlılığını gösterebilir, bu durum Tullio fenomeni olarak bilinir (145,146).



GEREÇ VE YÖNTEMLER

“Profesyonel voleybolcularda üst ve alt ekstremite propriosepsiyonu ve servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel (cVEMP) kayıtları” adlı çalışmanın Trakya Üniversitesi Girişimsel Olmayan Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulundan 10.04.2023 tarihli TÜTF-GOBAEK- 2023/82 protokol numarası ile etik onay verilmiştir (Ek 1).

3.1. Çalışma Grubu

En az 5 yıl süreyle profesyonel olarak oynayan 20 profesyonel kadın voleybol oyuncusu ve 20 sedanter kadın kontrol gönüllü dahil edildi. Katılımcı sayısının belirlenmesinde önceki çalışmalar örnek alındı. (Çalışmanın güç analizi, G*Power sürüm 3.1.9.7 yazılımı kullanılarak belirlendi. %95 güven ($1-\alpha$), %80 test gücü ($1-\beta$) ve $d=0.8$ etki büyüklüğü tek kuyruklu bağımsız iki grup arası farklılıkların ortalamasına göre alınması gereken örneklem sayısı her grupta 20 kişi olup toplam 40 kişi olarak planlandı. (Rodriguez, A. I., Thomas, M. L., & Janky, K. L. 2019)).

Çalışmaya davet edilen tüm gönüllülere çalışmanın amacı açıklandı ve tüm detayları anlatıldıktan sonra yazılı onam formu imzalatıldı. Onam veren tüm gönüllülere demografik ve antropometrik (boy, kilo, VKİ) özellikleri kaydedildi. Daha sonra randevu düzeni ile proprioseptif duyu değerlendirmeleri ve Servikal Vestibüler Miyojenik Uyarılmış Potansiyel kayıtları aşağıda tanımlandığı şekilde yapıldı.

3.2. Hipotezler

Düzenli voleybol antrenmanı üst ve alt ekstremite proprioseptif duyusunu güçlendirir.

Düzenli voleybol antrenmanı Vestibüler Uyarılmış Potansiyeller (VEMP) yanıtlarını değiştirir.

3.3. Proprioseptif Duyu Değerlendirilmesi

Gönüllü gruplarda üst ekstremite (omuz ve dirsek) ve alt ekstremite (diz ve ayak bileği) propriosepsiyonları değerlendirildi. Literatürde tanımlanmış iki yöntemden yararlanıldı; bunlar ‘Açı Yeniden Oluşturma’ ve ‘Eklem Pozisyonu Eşleştirme’dir. Her iki testte de teste alınan kişinin gözleri kapatılarak ölçümler yapıldı. Ölçümler aynı kişi tarafından, Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi bünyesinde bulunan laboratuvarlarda ve günün benzer saatlerinde yapıldı.

Bu testler üst ekstremité için omuz ve dirsek ekleminde; alt ekstremité için ise diz ve ayak bileği eklemlerinde gerçekleştirildi.

a) Aı Yeniden Oluşturma: Kişi rahat bir pozisyonda ayakları yer ile temas etmeyecek bir şekilde, sert bir yatağın kenarına dizini pivot noktalar belli olacak şekilde oturtuldu. Sonra diz eklemi başlangıç pozisyonu olarak 90° fleksiyon pozisyonuna aldırıldı, gözleri göz bağıyla kapatıldı. Bu ölçümde pivot nokta femurun lateral kondili, referans nokta ise lateral malleol'dur, sabit kol ise femur boyunca yerleştirildi. Bu ölçüm elektronik gonyometre ile yapıldı.

Kişiye ölçümü öğretmek amacıyla aktif olarak 50° diz ekstansiyon yönünde pozisyona getirilerek o pozisyonda 5 saniye beklemesi, sonrasında başlangıç pozisyonu olan 90° diz fleksiyonuna getirilmesi, daha sonra kişiden hatırladığı şekilde aynı pozisyonu oluşturması istendi ve ölçümler 3 defa tekrarlandı. Ölçümler 3 ölçümün ortalaması alındı ve (90°+50°) 140°den sapmalar derece olarak kaydedildi.

Ayak bileği eklemi propriosepsiyon ölçümü için ayak bileği pivot noktaları daha belirgin olması amacıyla katılımcının ayakkabısını ve çorabını çıkartması ve yatak üzerinde uzun oturma pozisyonuna gelmesi istendi. Bu ölçümde fibulanın lateral malleolü pivot nokta, 5.metatarsal kemiğin lateral orta çizgisi ise referans nokta olarak belirlendi ve sabit kol ise fibula boyunca yerleştirildi.

Ayak bileği nötral pozisyona (90°) alındı ve kişinin gözleri göz bağıyla kapatıldı. Daha sonra kişiye ölçüm öğretilmek amacıyla sağ ayak bileği aktif olarak 20° plantar fleksiyona getirildi ve 5 saniye beklenildikten sonra yeniden başlangıç noktasına getirildi. Kişiden hatırladığı kadarıyla aynı pozisyona getirilmesi istendi. Ölçümler 3 ölçümün ortalaması alınıp ve 110° (90°+20°)'den sapmalar derece olarak kaydedildi.

Aı yeniden oluşturmanın bir diğer uygulamasında teste alınan kişiler oturur pozisyonda iken masa üstüne elektronik gonyometre yerleştirildi, dirsek eklemi 90° olacak şekilde ve el bileği pronasyon pozisyonunda gonyometre üzerine yerleştirildikten sonra dirsek eklemi horizontal planda 40° internal rotasyona getirildi. Daha sonra yeniden başlangıç pozisyonuna alınarak teste alınan kişinin dirsek eklemini aynı pozisyona getirmesi istendi. Başlangıa göre sapmalar derece cinsinden kaydedildi. Bu test aynı şekilde 20° eksternal rotasyon için de tekrarlandı. Bu iki test için de pivot nokta olekranon ve referans noktası ise radioulnar eklemin orta noktası olarak belirlendi.

Açı yeniden oluşturma omuz uygulaması için test 90° omuz fleksiyon hareketlerini içeren kol elevasyon pozisyonundayken değerlendirildi. Omuz fleksiyon değerlendirmesinde bireyden yüzü duvara karşı gelecek şekilde ayakta durması istendi. Bu ölçümde pivot nokta olarak humerusun büyük tüberkülü belirlenip, sabit kol gövdenin orta aksillar çizgisine paralel, hareketli kol ise humerusun lateral kondiline doğru humerus orta çizgisine paralel olarak yerleştirildi.

Kişiden omuz eklemi 90° fleksiyona getirmesi istendi. Bu omuz eklem hareketi elektronik gonyometre ile ölçüldü ve kişiden gözler açık 5 saniye bu pozisyonda tutması istendi. Bu durum 90° pozisyonda gözler açık olarak 3 kez tekrar ettirilerek kişiden bu pozisyonu ezberlemesi istendi. Sonra başlangıç pozisyonuna dönülüp ve bireyin gözleri kapatıldı. Daha sonra aynı hareketi 3 kez tekrarlama istendi ve ölçümler kaydedildi. Başlangıç noktası 0° olarak kabul edildi.

b) Eklem Pozisyon Eşleştirme ölçümleri için uygulanan yöntemde ise aynı işlemler tekrar edildi ancak burada kişinin ölçüm yapılmayan ekstremitesinde açı oluşturulduktan sonra karşı ekstremitesinde aynı açıyı oluşturulması istendi ve ölçümler bu şekilde sürdürüldü.

Yapılan ölçümler arasında kişilerin dinlenmesi için yeterli bekleme süresi sağlandı ve her hareket 3 tekrar şeklinde kişilerce yapılması istenildi. Bu tekrarlı hareket sonuçları ölçümü yapan kişi tarafından kayıt altına alındı.

3.4. Servikal Vestibüler Miyojenik Potansiyelleri Uygulaması

MedelecViasys Healthcare UK Ltd. 2009 marka servikal vestibüler uyarılmış potansiyeller testi kullanılarak hastanın kulağına insert kulaklık takıldı, sol ve sağ sternocleidomastoid kasına yerleştirilen referans elektrotlar, altına yerleştirilen toprak elektrot ve sternumun bittiği noktaya (incisura jugularis) yerleştirilen pozitif elektrotlardan kayıt alındı.

Kayıt parametrelerinde sternocleidomastoid kontraksiyonu 50-100 mV aralığında tutularak kas asimetrisi önlenerek ve 200 sweep alınarak P1-N1 dalgalarının varlığı belirlendi. Belirlenen P1-N1 dalgalarının ortaya çıkış zamanları milisaniye (ms) olarak, P1-N1 dalgalar arası mesafe amplitüd mikrovolt (mV) olarak kaydedildi ve çalışmanın sonunda bu veriler incelendi. Çalışmamıza yeterli sternocleidomastoid kas tonusunu sağlayamayan, sağ-sol sternocleidomastoid tonusunda belirgin asimetri bulunan, unilateral ya da bilateral P1-N1 dalgaları elde edilemeyen ya da anormal elde edilenler çalışmaya dahil edilmedi.

3.5. İstatistiksel Analiz

Ham verilerin özetlenmesinde ortalama ve standart sapma değerleri kullanıldı. Gruplar arası karşılaştırmalarda parametrik veriler için Student t testi kullanıldı. Anlamlılık sınırı 0,05 olarak alındı.



BULGULAR

Çalışmaya katılan sedanter ve voleybolcu kadınlar şeklinde gruplandırılan iki grup (Sedanter kadınlar (n=20) ve voleybolcu kadınlar (n=20)) arasında yapılan karşılaştırma Tablo 4.1’de verilmiştir. Her iki gruptaki kişilerin yaş ve vücut kitle indeksleri Tablo 4.1’de belirtilmiştir.

Tablo 4.1. Deney gruplarının karşılaştırması

	Voleybol (n=20)	Sedanter (n=20)	p değeri
Yaş, yıl	22,1 ± 2,9	21,6 ± 1,2	0,485
VKİ, kg/m²	20,5 ± 1,3	21,7 ± 1,9	0,020

Kısaltmalar: VKİ, vücut kitle indeksi

Çalışmaya katılan iki grup (Sedanter kadınlar (n=20) ve voleybolcu kadınlar (n=20)) arasında omuz ekleminde yapılan değerlendirmeler Tablo 4.2’de verilmiştir. Her iki gruptaki 90 derecelik omuz elevasyon açısının yeniden oluşturulma ve eklem pozisyonu eşleştirme testlerinde belirlenen sapma derecelerinin veri olarak kullanıldığı istatistiksel değerlendirme sonucunda voleybol oynayan grupta hata ortalaması sedanter gruba göre daha küçük olduğu görüldü. Her iki gruptaki 90 derecelik omuz fleksiyon açısının yeniden oluşturulma ve eklem pozisyonu eşleştirme testlerinde belirlenen sapma derecesinin veri olarak kullanıldığı istatistiksel değerlendirme sonucunda voleybol oynayan grupta hata ortalaması sedanter gruba göre daha küçük olduğu görüldü. Tablo halinde oluşturduğumuz verilerin sütun grafikleri de aşağıda sunulmuştur.

Tablo 4.2. Deney gruplarının omuz eklemi bakımından karşılaştırması

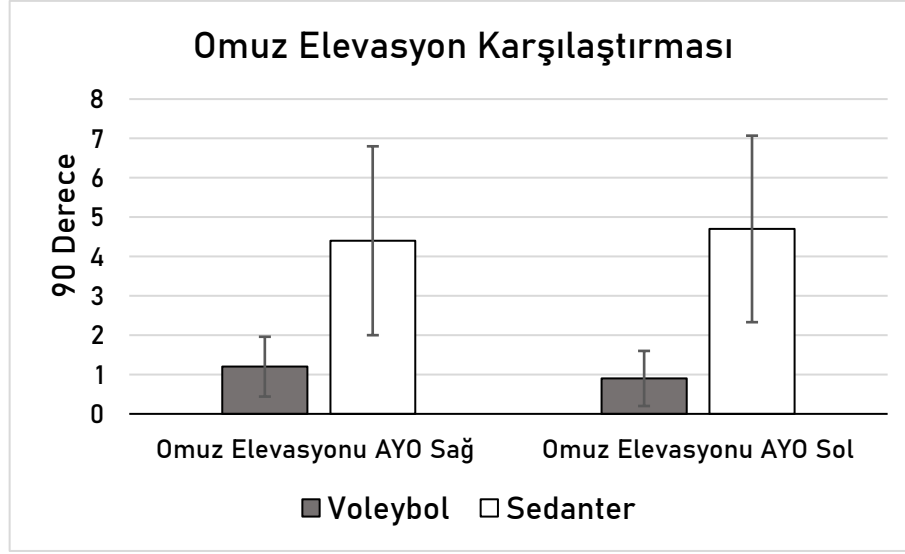
	Ölçümün Yapıldığı Taraft	Voleybol (n=20)	Sedanter (n=20)	p değeri
Omuz Elevasyonu AYO	Sağ	1,2 ± 0,7	4,4 ± 2,4	0,024
Omuz Elevasyonu AYO	Sol	0,9 ± 0,7	4,7 ± 2,3	0,000
Omuz Elevasyonu EPE	Sağ	0,5 ± 0,4	3,1 ± 2,1	0,000
Omuz Elevasyonu EPE	Sol	0,4 ± 0,3	2,7 ± 2,6	0,001

Tablo 4.2.(Devam) Deney gruplarının omuz eklemi bakımından karşılaştırması

Omuz				
Fleksiyonu	Sağ	$1,4 \pm 0,9$	$3,8 \pm 2,1$	0,000
AYO				
Omuz				
Fleksiyonu	Sol	$1,1 \pm 0,9$	$5,3 \pm 2,0$	0,000
AYO				
Omuz				
Fleksiyonu	Sağ	$0,8 \pm 0,6$	$3,0 \pm 2,0$	0,000
EPE				
Omuz				
Fleksiyonu	Sol	$0,6 \pm 0,6$	$2,9 \pm 2,1$	0,000
EPE				

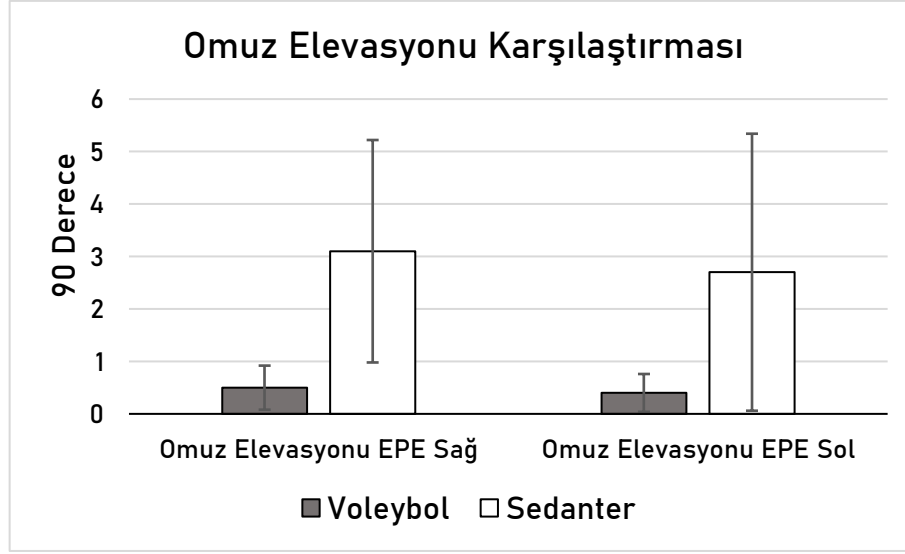
Kısaltmalar: AYO, açı oluşturma; EPE, eklem pozisyonu eşleştirme

Omuz elevasyonu bakımından voleybolcu ve sedanter kadınlar arasında karşılaştırma yaptığımız ve açı yeniden oluşturma testinde kaydedilen verilerin sütun grafiği Şekil 4.1.'de görüldüğü gibidir. Bu veriler için p değeri kişilerin sağ tarafları için 0,024 iken sol taraflarındaki ölçümler için ise 0,000 olarak hesaplandı. İki grup karşılaştırmasında hem sağ hem de sol tarafları için omuz elevasyonu açı yeniden oluşturma testinde voleybolcular lehine anlamlı fark gözlemlendi.



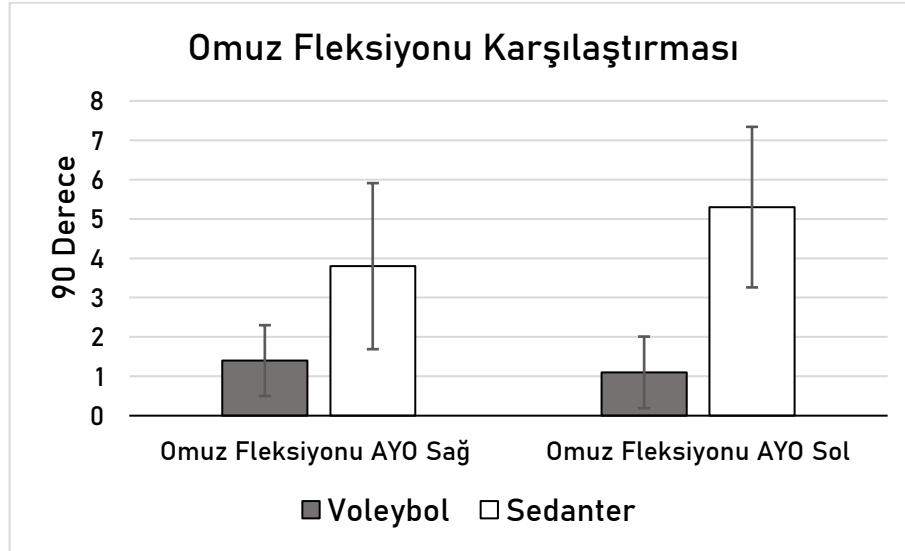
Şekil 4.1. Omuz elevasyonu açısı yeniden oluşturma grafiği

Omuz elevasyonu bakımından voleybolcu ve sedanter kadınlar arasında karşılaştırma yaptığımız ve eklem pozisyon eşleştirme testinde kaydedilen verilerin sütun grafiği Şekil 4.2.'de görüldüğü gibidir. Bu veriler için p değeri kişilerin sağ tarafları için 0,000 iken sol taraflarındaki ölçümler için ise 0,001 olarak hesaplandı. İki grup karşılaştırmasında hem sağ hem de sol tarafları için omuz elevasyonu eklem pozisyonu eşleştirme testinde voleybolcular lehine anlamlı fark gözlemlendi.



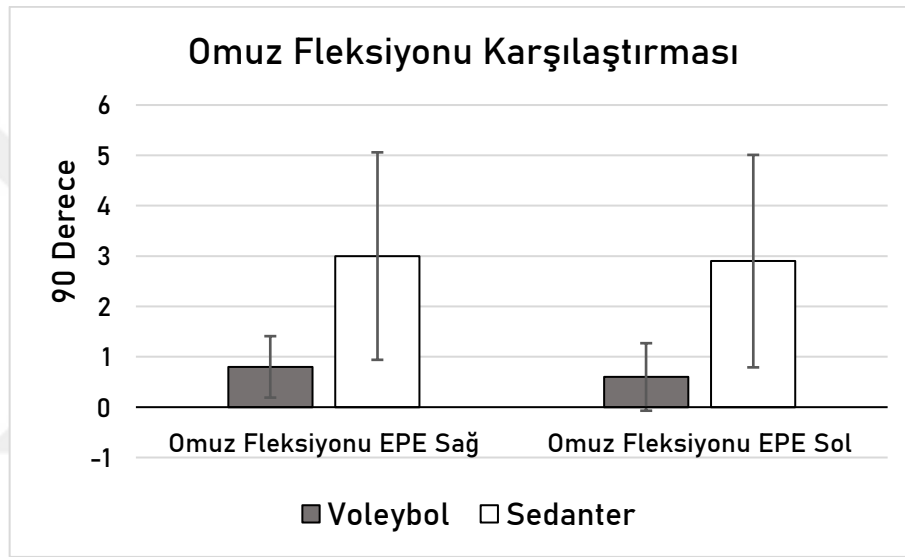
Şekil 4.2. Omuz elevasyonu eklem pozisyon eşleştirme grafiği

Omuz fleksiyonu bakımından voleybolcu ve sedanter kadınlar arasında karşılaştırma yaptığımız ve açı yeniden oluşturma testinde kaydedilen verilerin sütun grafiği Şekil 4.3.'te görüldüğü gibidir. Bu veriler için p değeri kişilerin sağ tarafları için 0,000 iken sol taraflarındaki ölçümler için ise 0,000 olarak hesaplandı. İki grup karşılaştırmasında hem sağ hem de sol tarafları için omuz fleksiyonu açı yeniden oluşturma testinde voleybolcular lehine anlamlı fark gözlemlendi.



Şekil 4.3. Omuz fleksiyonu açı yeniden oluşturma grafiği

Omuz fleksiyonu bakımından voleybolcu ve sedanter kadınlar arasında karşılaştırma yaptığımız ve eklem pozisyon eşleştirme testinde kaydedilen verilerin sütun grafiği Şekil 4.4.'te görüldüğü gibidir. Bu veriler için p değeri kişilerin sağ tarafları için 0,000 iken sol taraflarındaki ölçümler için ise 0,000 olarak hesaplandı. İki grup karşılaştırmasında hem sağ hem de sol tarafları için omuz fleksiyonu eklem pozisyonu eşleştirme testinde voleybolcular lehine anlamlı fark gözlemlendi.



Şekil 4.4. Omuz fleksiyonu eklem pozisyon eşleştirme grafiği

Çalışmaya katılan sedanter ve voleybolcu kadınlar şeklinde gruplandırılan iki grup (Sedanter kadınlar (n=20) ve voleybolcu kadınlar (n=20)) arasında yapılan karşılaştırmada Tablo 4.3'te görüldüğü üzere 40 derecelik dirsek iç rotasyon açısının yeniden oluşturulma ve eklem pozisyonu eşleştirme testlerinde belirlenen sapma derecesinin veri olarak kullanıldığı istatistiksel değerlendirme sonucunda voleybol oynayan grupta hata ortalaması sedanter gruba göre daha küçük olduğu görüldü.

Çalışmaya katılan sedanter ve voleybolcu kadınlar şeklinde gruplandırılan iki grup (Sedanter kadınlar (n=20) ve voleybolcu kadınlar (n=20)) arasında yapılan karşılaştırmada Tablo 4.3'te görüldüğü üzere 20 derecelik dirsek dış rotasyon açısının yeniden oluşturulma ve eklem pozisyonu eşleştirme testlerinde belirlenen sapma derecesinin veri olarak kullanıldığı istatistiksel değerlendirme sonucunda voleybol oynayan grupta hata ortalaması sedanter gruba göre daha küçük olduğu görüldü. Tablo halinde oluşturduğumuz verilerin sütun grafikleri aşağıda sunulmuştur.

Tablo 4.3. Deney gruplarının dirsek eklemi bakımından karşılaştırması

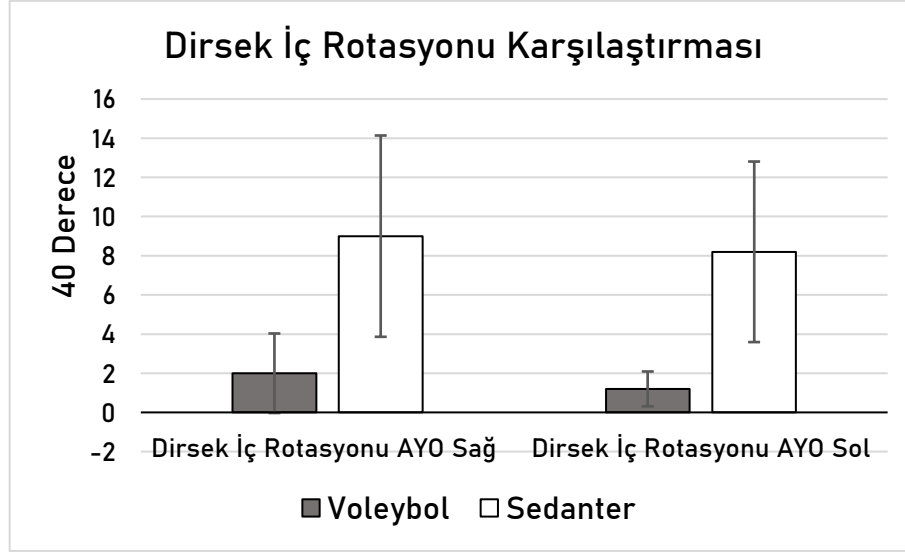
	Ölçümün Yapıldığı Taraf	Voleybol (n=20)	Sedanter (n=20)	p değeri
Dirsek İç Rotasyonu AYO	Sağ	2,0 ± 2,0	9,0 ± 5,1	0,000
Dirsek İç Rotasyonu AYO	Sol	1,2 ± 0,8	8,2 ± 4,6	0,000
Dirsek İç Rotasyonu EPE	Sağ	0,8 ± 0,5	4,0 ± 2,8	0,000
Dirsek İç Rotasyonu EPE	Sol	0,7 ± 0,5	3,4 ± 2,3	0,000

Tablo 4.3. (Devam) Deney gruplarının dirsek eklemi bakımından karşılaştırması

Dirsek				
Dış Rotasyonu	Sağ	$1,3 \pm 0,7$	$5,2 \pm 3,0$	0,000
AYO Sağ				
Dirsek				
Dış Rotasyonu	Sol	$1,2 \pm 0,8$	$5,1 \pm 2,0$	0,000
AYO				
Dirsek				
Dış Rotasyonu	Sağ	$0,7 \pm 0,5$	$3,0 \pm 2,1$	0,000
EPE				
Dirsek				
Dış Rotasyonu	Sol	$0,7 \pm 0,5$	$1,7 \pm 1,1$	0,001
EPE				

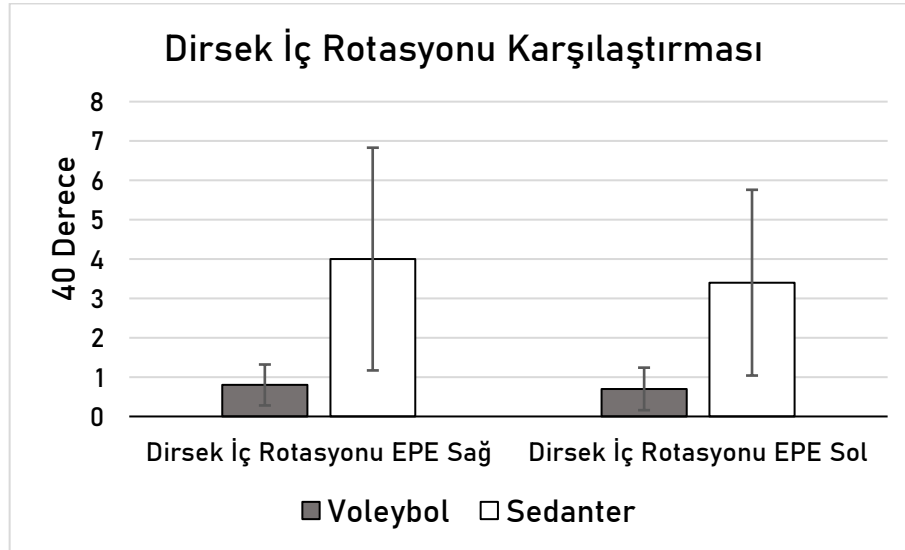
Kısaltmalar: AYO, açı yeniden oluşturma; EPE, eklem pozisyonu eşleştirme

Dirsek iç rotasyonu bakımından voleybolcu ve sedanter kadınlar arasında karşılaştırma yaptığımız ve açı yeniden oluşturma testinde kaydedilen verilerin sütun grafiği Şekil 4.5.'te görüldüğü gibidir. Bu veriler için p değeri kişilerin sağ tarafları için 0,000 iken sol taraflarındaki ölçümler için ise 0,000 olarak hesaplandı. İki grup karşılaştırmasında hem sağ hem de sol tarafları için dirsek iç rotasyonu açı yeniden oluşturma testinde voleybolcular lehine anlamlı fark gözlemlendi.



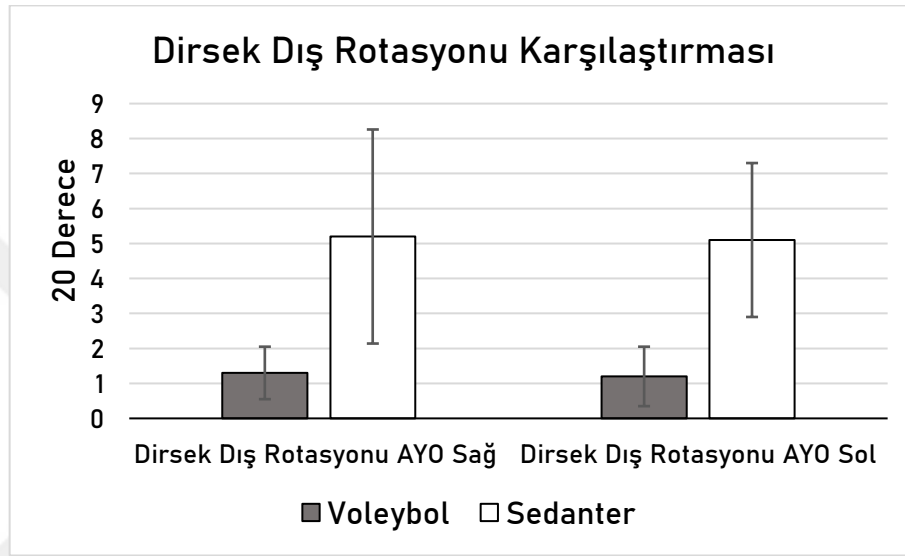
Şekil 4.5. Dirsek iç rotasyonu açısı yeniden oluşturma grafiği

Dirsek iç rotasyonu bakımından voleybolcu ve sedanter kadınlar arasında karşılaştırma yaptığımız ve eklem pozisyon eşleştirme testinde kaydedilen verilerin sütun grafiği Şekil 4.6.'da görüldüğü gibidir. Bu veriler için p değeri kişilerin sağ tarafları için 0,000 iken sol taraflarındaki ölçümler için ise 0,000 olarak hesaplandı. İki grup karşılaştırmasında hem sağ hem de sol tarafları için dirsek iç rotasyonu eklem pozisyonu eşleştirme testinde voleybolcular lehine anlamlı fark gözlemlendi.



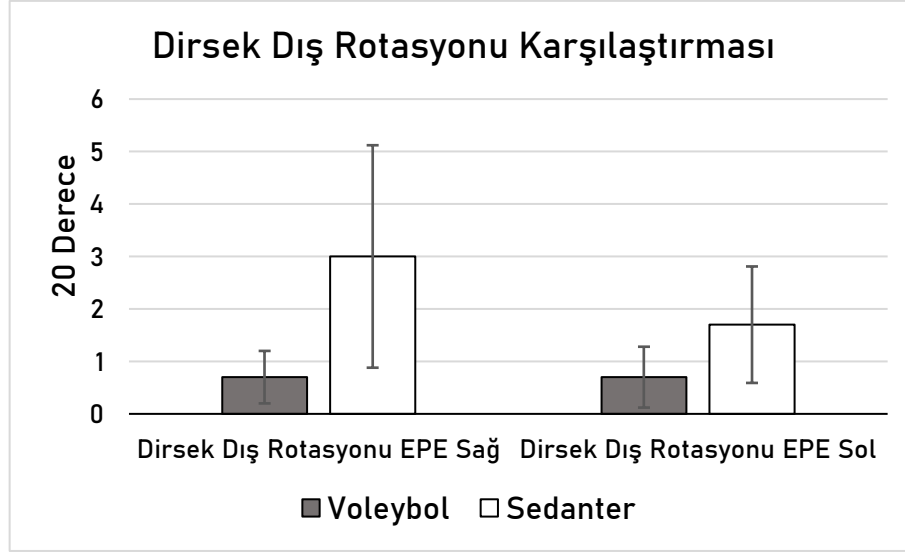
Şekil 4.6. Dirsek iç rotasyonu eklem pozisyon eşleştirme grafiği

Dirsek dış rotasyonu bakımından voleybolcu ve sedanter kadınlar arasında karşılaştırma yaptığımız ve açı yeniden oluşturma testinde kaydedilen verilerin sütun grafiği Şekil 4.7.'de görüldüğü gibidir. Bu veriler için p değeri kişilerin sağ tarafları için 0,000 iken sol taraflarındaki ölçümler için ise 0,000 olarak hesaplandı. İki grup karşılaştırmasında hem sağ hem de sol tarafları için dirsek dış rotasyonu açı yeniden oluşturma testinde voleybolcular lehine anlamlı fark gözlemlendi.



Şekil 4.7. Dirsek dış rotasyonu açı yeniden oluşturma grafiği

Dirsek dış rotasyonu bakımından voleybolcu ve sedanter kadınlar arasında karşılaştırma yaptığımız ve eklem pozisyon eşleştirme testinde kaydedilen verilerin sütun grafiği Şekil 4.8.'de görüldüğü gibidir. Bu veriler için p değeri kişilerin sağ tarafları için 0,000 iken sol taraflarındaki ölçümler için ise 0,001 olarak hesaplandı. İki grup karşılaştırmasında hem sağ hem de sol tarafları için dirsek dış rotasyonu eklem pozisyonu eşleştirme testinde voleybolcular lehine anlamlı fark gözlemlendi.



Şekil 4.8. Dirsek dış rotasyonu eklem pozisyon eşleştirme grafiği

Aşağıda oluşturulmuş iki tablo (Tablo 4.4. ve Tablo 4.5.), Yukarıda dirsek eklemi için oluşturulmuş tablonun (Tablo 4.3.) dış ve iç rotasyon olarak ayrı şekilde yazılmış halidir.

Tablo 4.4. Deney gruplarının dirsek eklemi iç rotasyon bakımından karşılaştırması

	Ölçümün Yapıldığı Tara	Voleybol (n=20)	Sedanter (n=20)	p değeri
Dirsek				
İç Rotasyonu	Sağ	2,0 ± 2,0	9,0 ± 5,1	0,000
AYO				
Dirsek				
İç Rotasyonu	Sol	1,2 ± 0,8	8,2 ± 4,6	0,000
AYO				

Tablo 4.4. (Devam) Deney gruplarının dirsek eklemi iç rotasyon bakımından karşılaştırması

Dirsek				
İç Rotasyonu	Sağ	$0,8 \pm 0,5$	$4,0 \pm 2,8$	0,000
EPE				
Dirsek				
İç Rotasyonu	Sol	$0,7 \pm 0,5$	$3,4 \pm 2,3$	0,000
EPE				

Kısaltmalar: AYO, açı yeniden oluşturma; EPE, eklem pozisyonu eşleştirme

Tablo 4.5. Deney gruplarının dirsek eklemi dış rotasyon bakımından karşılaştırması

	Ölçümün Yapıldığı Taraft	Voleybol (n=20)	Sedanter (n=20)	p değeri
Dirsek				
Dış Rotasyonu	Sağ	$1,3 \pm 0,7$	$5,2 \pm 3,0$	0,000
AYO				
Dirsek				
Dış Rotasyonu	Sol	$1,2 \pm 0,8$	$5,1 \pm 2,2$	0,000
AYO				

Tablo 4.5. (Devam) Deney gruplarının dirsek eklemi dış rotasyon bakımından karşılaştırması

Dirsek				
Dış Rotasyonu	Sağ	$0,7 \pm 0,5$	$3,0 \pm 2,1$	0,000
EPE				

Dirsek				
Dış Rotasyonu	Sol	$0,7 \pm 0,5$	$1,7 \pm 1,1$	0,001
EPE				

Kısaltmalar: AYO, açı oluşturma; EPE, eklem pozisyonu eşleştirme

Çalışmaya katılan sedanter ve voleybolcu kadınlar şeklinde gruplandırılan iki grup (Sedanter kadınlar (n=20) ve voleybolcu kadınlar (n=20)) arasında yapılan karşılaştırmada Tablo 4.6’da görüldüğü üzere 140 derecelik diz fleksiyon açısının yeniden oluşturulma ve eklem pozisyonu eşleştirme testlerinde belirlenen sapma derecesinin veri olarak kullanıldığı istatistiksel değerlendirme sonucunda voleybol oynayan grupta hata ortalaması sedanter gruba göre daha küçük olduğu görüldü. Tablo halinde oluşturduğumuz verilerin sütun grafikleri aşağıda sunulmuştur

Tablo 4.6. Deney gruplarının diz eklemi bakımından karşılaştırması

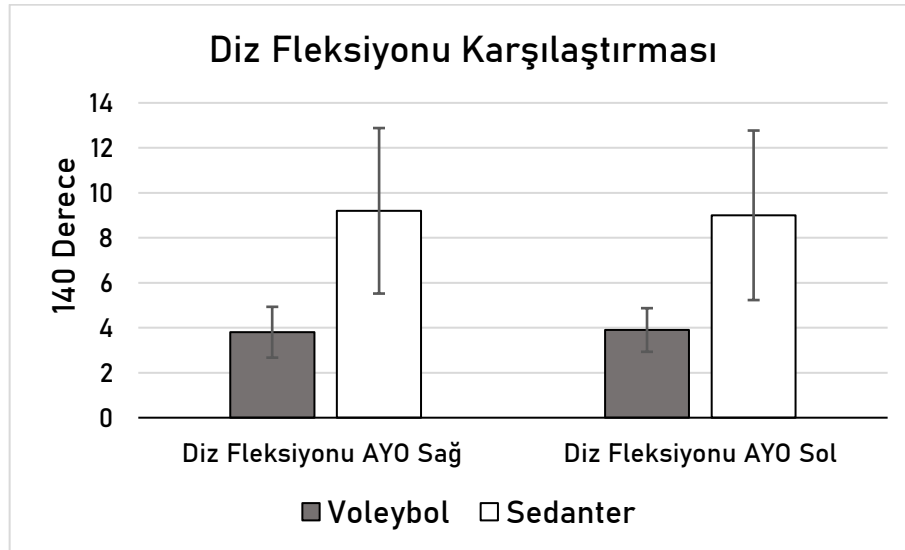
	Ölçümün Yapıldığı Taraft	Voleybol (n=20)	Sedanter (n=20)	p değeri
Diz Fleksiyonu	Sağ	$3,8 \pm 1,1$	$9,2 \pm 3,6$	0,000
AYO				
Diz Fleksiyonu	Sol	$3,9 \pm 0,9$	$9,0 \pm 3,7$	0,000
AYO				

Tablo 4.6. (Devam) Deney gruplarının diz eklemi bakımından karşılaştırması

Diz Fleksiyonu	Sağ	$1,9 \pm 1,4$	$4,4 \pm 2,2$	0,000
EPE				
Diz Fleksiyonu	Sol	$2,0 \pm 1,6$	$4,3 \pm 1,8$	0,000
EPE				

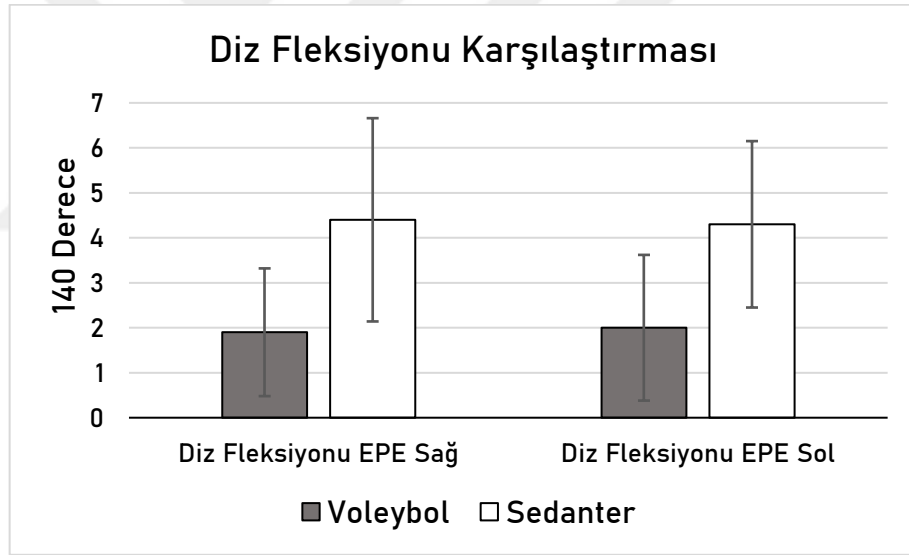
Kısaltmalar: AYO, aç ı yeniden oluşturma; EPE, eklem pozisyonu eşleştirme

Diz fleksiyonu bakım ından voleybolcu ve sedanter kadınlar arasında karşılaştırma yaptığımız ve aç ı yeniden oluşturma testinde kaydedilen verilerin sütün grafiği şekil 4.9.'da görüldüğü gibidir. Bu veriler için p değer i kişilerin sağ tarafları için 0,000 iken sol taraflar ındaki ölçümler için ise 0,000 olarak hesaplandı. İki grup karşılaşt ırmas ında hem sağ hem de sol tarafları için diz fleksiyonu aç ı yeniden oluşturma testinde voleybolcular lehine anlaml ı fark gözlemlendi.



şekil 4.9. Diz fleksiyonu aç ı yeniden oluşturma grafiği

Diz fleksiyonu bakımından voleybolcu ve sedanter kadınlar arasında karşılaştırma yaptığımız ve eklem pozisyon eşleştirme testinde kaydedilen verilerin sütun grafiği Şekil 4.10.'da görüldüğü gibidir. Bu veriler için p değeri kişilerin sağ tarafları için 0,000 iken sol taraflarındaki ölçümler için ise 0,000 olarak hesaplandı. İki grup karşılaştırmasında hem sağ hem de sol tarafları için diz fleksiyonu eklem pozisyonu eşleştirme testinde voleybolcular lehine anlamlı fark gözlemlendi.



Şekil 4.10. Diz fleksiyonu eklem pozisyon eşleştirme grafiği

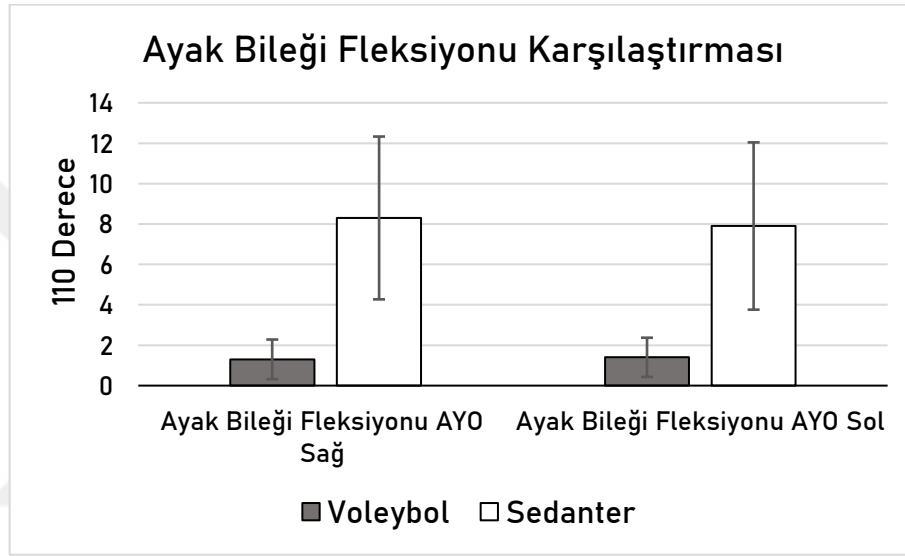
Tablo 4.7. Deney gruplarının ayak bileği eklemi bakımından karşılaştırması

	Ölçümün Yapıldığı Tara f	Voleybol (n=20)	Sedanter (n=20)	p değeri
Ayak Bileği				
Fleksiyonu	Sa ğ	1,3 ± 0,9	8,3 ± 4,0	0,000
AYO				
Ayak Bileği				
Fleksiyonu	Sol	1,4 ± 0,8	7,9 ± 4,1	0,000
AYO				
Ayak Bileği				
Fleksiyonu	Sa ğ	0,8 ± 0,5	5,5 ± 4,2	0,000
EPE				
Ayak Bileği				
Fleksiyonu	Sol	0,9 ± 0,7	5,5 ± 4,2	0,000
EPE				

Kısaltmalar: **AYO**, açı oluşturma; **EPE**, eklem pozisyonu eşleştirme

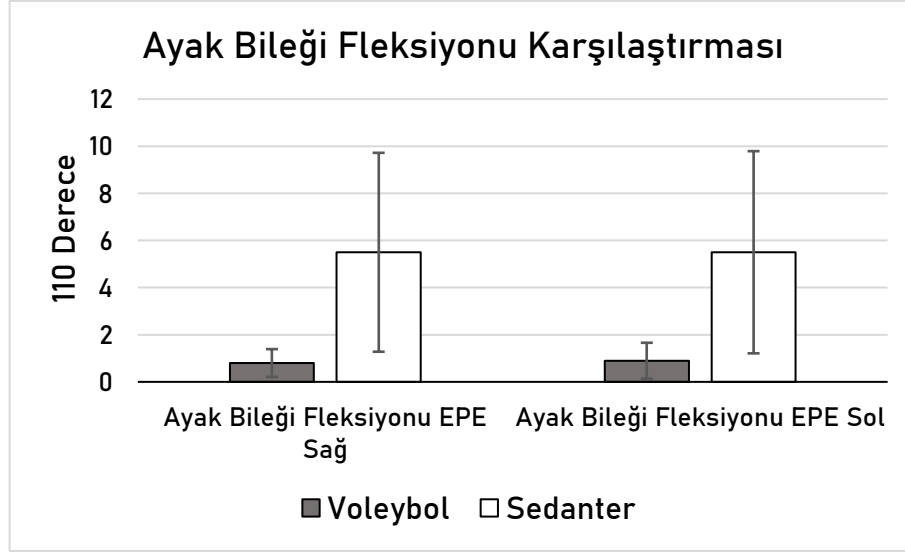
Çalışmaya katılan sedanter ve voleybolcu kadınlar şeklinde gruplandırılan iki grup (Sedanter kadınlar (n=20) ve voleybolcu kadınlar (n=20)) arasında yapılan karşılaştırmada Tablo 4.7’de görüldüğü üzere 110 derecelik ayak bileği fleksiyon açısının yeniden oluşturulma ve eklem pozisyonu eşleştirme testlerinde belirlenen sapma derecesinin veri olarak kullanıldığı istatistiksel değerlendirme sonucunda voleybol oynayan grupta hata ortalaması sedanter gruba göre daha küçük olduğu görüldü.

Ayak bileği fleksiyonu bakımından voleybolcu ve sedanter kadınlar arasında karşılaştırma yaptığımız ve aç yenido oluşturma testinde kaydedilen verilerin sütun grafiğı Şekil 4.11.'de görüldüğü gibidir. Bu veriler için p değeri kişilerin sağ tarafları için 0,000 iken sol taraflarındaki ölçümler için ise 0,000 olarak hesaplandı. İki grup karşılaştırmasında hem sağ hem de sol tarafları için ayak bileği fleksiyonu aç yenido oluşturma testinde voleybolcular lehine anlamlı fark gözlemlendi.



Şekil 4.11. Ayak bileği fleksiyonu aç yenido oluşturma grafiğı

Ayak bileği fleksiyonu bakımından voleybolcu ve sedanter kadınlar arasında karşılaştırma yaptığımız ve eklem pozisyon eşleştirme testinde kaydedilen verilerin sütun grafiğı Şekil 4.12.'de görüldüğü gibidir. Bu veriler için p değeri kişilerin sağ tarafları için 0,000 iken sol taraflarındaki ölçümler için ise 0,000 olarak hesaplandı. İki grup karşılaştırmasında hem sağ hem de sol tarafları için ayak bileği fleksiyonu eklem pozisyonu eşleştirme testinde voleybolcular lehine anlamlı fark gözlemlendi.



Şekil 4.12. Ayak bileği fleksiyonu eklem pozisyon eşleştirme grafiği

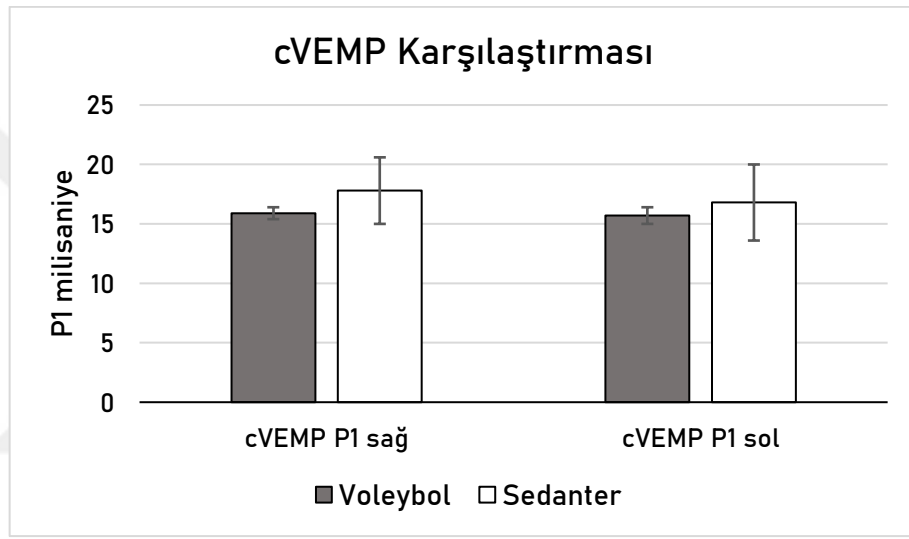
Çalışmaya katılan sedanter ve voleybolcu kadınlar şeklinde gruplandırılan iki grup (Sedanter kadınlar (n=20) ve voleybolcu kadınlar (n=20)) arasında yapılan karşılaştırmada Tablo 4.8’de görüldüğü üzere cVEMP testinde gruplar gözlemlenen değerlerin veri olarak kullanıldığı istatistiksel değerlendirme sonucunda voleybol oynayan grupta kişilerin sağ taraf cVEMP verilerinde istatistiksel bir fark gözlemlenirken sol taraf verilerinde böyle bir farkla karşılaşmadığı görüldü.

Tablo 4.8. Deney gruplarının cVEMP bakımından karşılaştırması

	Ölçümün Yapıldığı Taraf	Voleybol (n=20)	Sedanter (n=20)	p değeri
cVEMP P1	Sağ	15,9 ± 0,5	17,8 ± 2,8	0,011
cVEMP P1	Sol	15,7 ± 0,9	16,8 ± 2,7	0,156
cVEMP N1	Sağ	24,9 ± 0,9	26,5 ± 2,7	0,024
cVEMP N1	Sol	24,6 ± 1,5	25,0 ± 3,2	0,635

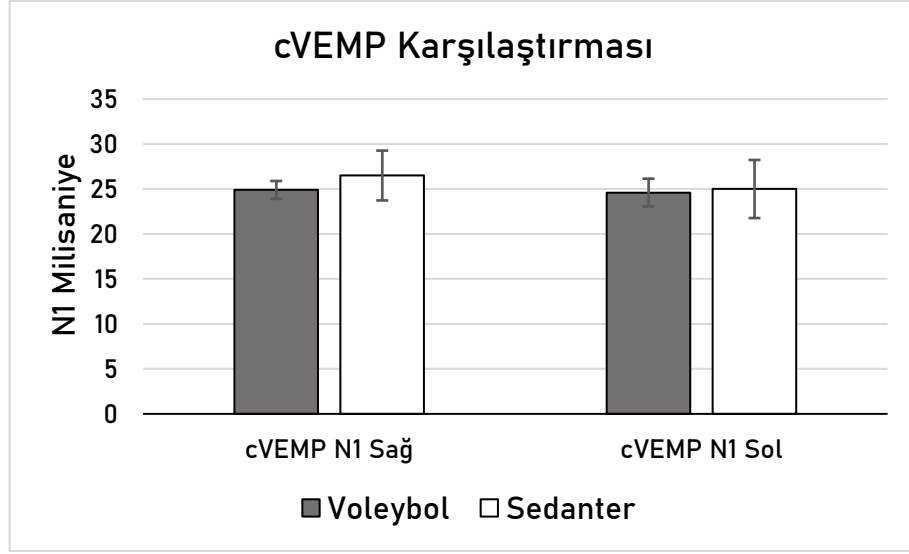
Kısaltmalar: cVEMP, servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller

Servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyaller testi bakımından voleybolcu ve sedanter kadınlar arasında karşılaştırma yaptığımız ve kaydedilen P1 değerlerinin sütun grafiği Şekil 4.13.'te görüldüğü gibidir. Bu veriler için p değeri kişilerin sağ tarafları için 0,011 iken sol taraflarındaki ölçümler için ise 0,156 olarak hesaplandı. İki grup karşılaştırmasında sağ taraf P1 değerleri için anlamlı bir fark varken sol taraf verilerinde böyle bir fark gözlemlenmedi.



Şekil 4.13. cVEMP testi P1 değer grafiği

Servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyaller testi bakımından voleybolcu ve sedanter kadınlar arasında karşılaştırma yaptığımız ve kaydedilen N1 değerlerinin sütun grafiği Şekil 4.13.'te görüldüğü gibidir. Bu veriler için p değeri kişilerin sağ tarafları için 0,024 iken sol taraflarındaki ölçümler için ise 0,635 olarak hesaplandı. İki grup karşılaştırmasında sağ taraf N1 değerleri için anlamlı bir fark varken sol taraf verilerinde böyle bir fark gözlemlenmedi.



Şekil 4.14. cVEMP testi N1 değer grafiği

TARTIŞMA

Voleybol oyuncularında proprioseptif duyu ve VEMP yanıtlarını değerlendirdiğimiz bu çalışmada sedanter gruba göre voleybol oyuncularında proprioseptif duyunun daha gelişmiş olduğunu ve dominant tarafta VEMP yanıtlarının daha hassas olduğunu saptadık. Yarışma düzeyindeki voleybol oyuncularının daha az aktif bireylere kıyasla farklı fizyolojik ve antropometrik özellikler sergilediğini gösterilmiştir (147,148). Bu farklılıklar, nöromüsküler, aerobik ve anaerobik sistemler üzerinde önemli bir baskı oluşturan sporun yoğun antrenman ve müsabaka taleplerine bağlanabilir (148,149).

Yaptığımız literatür taramalarında voleybol oyuncularında propriyosepsiyon ve VEMP kayıtlarının birlikte değerlendirildiği bir çalışmaya rastlamadık. Çalışmalarda, kadın voleybol oyuncuları ile sedanter kadınların duysal-motor işlevlerini karşılaştırmak amacıyla servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (cVEMP) ve proprioseptif testler de dahil olmak üzere çeşitli değerlendirme araçları kullanılmıştır (148,150). Türkiyede kadın voleybol oyuncuları ile propriyosepsiyon ve cVEMP değerlendirmesinin kombine bir şekilde yapıldığı bir çalışmaya rastlamadık. Bu nedenle propriyosepsiyon ve VEMP kayıtlarının birlikte incelendiği çalışmayı planladık.

Çalışmada önce propriyosepsiyonu değerlendirmek için omuz, dirsek, diz ve ayak bileği olmak üzere dört eklem bölgesi değerlendirmeye alınmıştır. Bu değerlendirmelerde AYO ve EPE testleri yapıldı ve voleybolcu ve sedanter gruplara genel olarak bakıldığında belirlenen açılardan sapma derecelerinde voleybolcu grup lehine daha az sapma gösterdikleri bulundu. cVEMP kayıtlarında ise voleybolcu grupta sağ taraf VEMP yanıtlarında istatistiksel olarak farklılıklara rastladık. Propriyosepsiyon ve cVEMP kayıtlarının kadın voleybolcular ve sedanter kadınlardan oluşan yirmişer kişilik iki grup olarak karşılaştırdığımız bu çalışmamız ile sporla birlikte proprioseptif duyuda ve cVEMP kayıtlarında voleybolcu grup lehine ve aynı zamanda hipotezlerimizi de destekleyecek şekilde bir sonuç ortaya çıktı.

Propriyosepsiyon, bireyin sporda başarılı olma becerisini önemli ölçüde etkileyen, atletik performansın temel bir bileşenidir (151-153). Propriyoseptif eğitimin hem elit hem de amatör futbolcularda statik ve dinamik denge ölçümlerini olumlu yönde etkilediği gösterilmiştir ve bu da sporcuların denge yeteneklerini geliştirmedeki değerini vurgulamaktadır (154).

Propriyosepsiyon ve vestibüler duyu, denge ve koordinasyonu korumak için birlikte çalışan farklı ancak birbirine bağlı sistemlerdir. Propriyosepsiyon, vücudun kaslarda,

tendonlarda ve eklemlerde bulunan duysal reseptörler aracılığıyla konumunu ve hareketini algılama yeteneğini ifade eder ve hassas motor kontrolü ve uzamsal farkındalığa izin verir (155).

Vestibüler sistem dengenin, uzamsal yönelimin ve postüral kontrolün korunmasından sorumlu karmaşık bir duyu organları ve sinir yolları ağıdır. İç kulakta yer alan vestibüler sistem, baş ve vücut pozisyonundaki değişiklikler ile birlikte doğrusal ve rotasyonel hareketleri de tespit etmek ve bunlara yanıt vermek için birlikte çalışan utrikül, sakkül ve yarım daire kanalları gibi bir dizi yapıdan oluşur (156,157).

Birden çok sayıda çalışma, propioseptif eğitimin dengeyi iyileştirme, ayak bileği yaralanmaları riskini azaltma ve genel spor performansını artırmadaki önemini vurgulamıştır (158,159). Kişinin kendi vücut pozisyonunu ve hareketini algılaması olan propriyosepsiyon, özellikle voleybol gibi yüksek seviye kontrol ve hareket koordinasyonu gerektiren sporlarda atletik performansın önemli bir bileşenidir (160). Voleybol oyuncularının hızla hareket eden bir topa hızla tepki vermesi ve maç boyunca vücut pozisyonunu duruma uygun koruması gerekir (161).

Voleybol bağlamında, propriyosepsiyon, sporcuların topun hareketini doğru bir şekilde tahmin etme ve tepki verme becerilerinin yanı sıra karmaşık manevralar sırasında kontrol ve dengeyi korumalarında hayati bir rol oynar (162). Ayrıca, denge ve uzamsal oryantasyondan sorumlu olan vestibüler sistemin atletik performans üzerinde doğrudan bir etkisi olduğu gösterilmiştir (163). Bu beceriler büyük ölçüde, hareketi koordine etmek ve dengeyi korumak için merkezi sinir sistemine önemli geri bildirim sağlayan vestibüler ve propioseptif sistemlerin düzgün çalışmasına bağlıdır (162). Servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (cVEMP'ler), vestibüler sistemin işlevini değerlendirmek için değerli bir araçtır ve son yıllarda yapılmış çalışmada voleybol oyuncularının değerlendirilmesi ve rehabilitasyonunda cVEMP kayıtlarının potansiyel uygulamalarını araştırmıştır (163).

Çeşitli çalışmalar, voleybol oyuncularının sedanter kişilere kıyasla gelişmiş propriyosepsiyon ve vestibüler fonksiyon sergileyebileceğini öne sürmüştür (148,164). Örneğin, araştırmalar, büyük ölçüde propioseptif geri bildirimle bağlı olan sıçrama performansının, oyun sırasında gerekli olan hızlı hareketleri ve patlayıcı eylemleri desteklediği için elit voleybol oyuncularını için kritik bir fiziksel özellik olduğunu göstermiştir (164).

Ayrıca, vestibüler sistemden etkilenen bir beceri olan çevresel ipuçlarını hızlı bir şekilde algılama ve bunlara yanıt verme yeteneği, üst düzey voleybol performansının kilit bir bileşeni olarak tanımlanmıştır (160). Bu nedenle, kadın voleybol oyuncularının deneyimlediği yoğun antrenman ve rekabetin, sedanter kadınlara kıyasla proprioseptif ve vestibüler fonksiyonlarda ölçülebilir avantaja yol açabileceği düşünülebilir.

Proprioseptif antrenman ve vestibüler değerlendirmenin voleybol antrenman rejimlerine entegre edilmesi, sporcuların dengelerini koruma, hızlı tepki verme ve karmaşık hareketleri hassas bir şekilde gerçekleştirme becerilerini geliştirme potansiyeline sahiptir (149). Sporcuların ulusal, uluslararası ve Olimpiyat etkinlikleri de dahil olmak üzere yüksek riskli yarışmalara hazırlanmalarına ve bu yarışmalarda başarılı olmalarına yardımcı olma konusunda bilimsel araştırmaların artan önemi ortadadır. Literatürden elde edilen bulgular, proprioseptif antrenmanın çeşitli spor disiplinlerinde teknik becerileri ve fiziksel performansı geliştirdiğini ve atletik hazırlık ve gelişimin önemli bir bileşeni olduğunu göstermektedir (165).

Yapılan çalışmalarda voleybol oyuncularının vestibüler işlevlerinde de farklılıklar tespit edilmiştir. Bu farklılıklar, sedanter bireylere kıyasla sağ taraflı servikal vestibüler uyartılmış miyogenik potansiyel (cVEMP) yanıtlarının, iki grup arasında vestibüler yanıtlarda gözlemlenen farklılıklardan sorumlu spesifik faktörler belirsizliğini korumaktadır. Ancak bu durumu açıklamak için birkaç potansiyel açıklama önerilebilir. Sağ elini veya sağ tarafını dominant olarak kullanan bireylerde, vestibüler sistem ve bağlantılı motor yollar daha fazla aktive edilir, bu durum sağ SKM kasında daha güçlü cVEMP yanıtlarına neden olabilir. Voleybolcuların antrenman rutinlerinde ve saha içerisinde dominant tarafın daha fazla kullanması, o tarafta proprioseptif ve nöromusküler duyarlılığın artmasında etkili olmaktadır ve bizim çalışmamızdaki katılımcılar da çoğunlukla sağ taraflarını baskın bir şekilde kullandıklarını belirtti. Voleybolcuların sürekli dengeyi koruma ve hızlı hareket gerektiren aktiviteleri de, dominant tarafta vestibüler sistem adaptasyonlarını artırabileceği biliniyor aynı zamanda vestibüler çekirdeklerden dominant taraf sinir yollarına daha etkili sinyal iletimi, yanıtların sağ tarafta belirgin olmasını ve bizim çalışmamızda da ortaya çıkan bulguları açıklar niteliktedir. Bu bulgudan hareketle voleybol oyuncularının sağ ve sol ekstremitte egzersiz çalışmalarında bir asimetrik gelişmeye yol açmamak için daha uygun bir antrenman programına tabi tutulmaları gerektiği düşünülebilir. Çalışmamızda gönüllü voleybolcuların güçlü taraflarını daha çok kullandıklarını ve zayıf taraflarını geliştirmek için bir çabaları olmadığını düşündük. Fiziksel kondisyonun geliştirilmesinde bedenin sağ ve sol taraflarının simetrik çalıştırılması

voleybol ortamında özellikle sıçramalar, sıçrama sonrası düşüşler, topa uzanma, havada smaç ve blok gibi aktiviteler sırasında sakatlanma riskini azaltma potansiyeli taşımaktadır. cVEMP ölçümleri bu anlamda değerlendirme ve takip için kolay uygulanabilir, ucuz ancak etkili bir yöntem olarak sezon öncesi ve sezon ortası değerlendirmelerde yer bulabilir.

Bu araştırmada proprioseptif duyu ve cVEMP yanıtlarının voleybolcularda sedanter kadınlara kıyasla daha gelişmiş ve iyi durumda olması, gerek düzenli egzersiz ve maç rutinlerine sahip olmaları gerekse içinde bulundukları ortamlarda vestibüler duyunun daha fazla aktive olarak gelişebileceği uyarılara maruz kalmasına bağlanabilir.

Sonuç olarak voleybolcularda proprioepsiyon ve VEMP değerlendirmeleri oyuncuların antrenman programlarına bağlı asimetric gelişim göstermelerini belirlemede ve buna bağlı sakatlanma riskini ortadan kaldırmada yarar sağlayabilir. Proprioseptif duyuları takımın diğer oyuncularından daha geri kalmış oyuncuların bireysel antrenman programlarına proprioepsiyon egzersizlerinin eklenmesi gerekliliğini belirlemede faydalı olabilir. Özetle voleybolcuların rutin değerlendirmelerine eklenmesi düşünülmelidir.

KAYNAKLAR

1. Orta L. Sporda cinsiyet eşitliği. *Journal of Awareness* 2019;3:101-8. Doi: 10.26809/joa.2018548620.
2. Han J, Anson J, Waddington G, Adams R, Liu Y. The role of ankle proprioception for balance control in relation to sports performance and injury. *Biomed Res Int* 2015;2015:842804. Doi: 10.1155/2015/842804.
3. Kuczyński M, Rektor Z, Borzucka D. Postural control in quiet stance in the second league male volleyball players. *Hum Mov* 2009;10:12–15. Doi: 10.2478/v10038-008-0025-4
4. Agostini V, Chiaramello E, Canavese L, Bredariol C, Knaflitz M. Postural sway in volleyball players. *Hum Mov Sci.* 2013;32:445-56. Doi: 10.1016/j.humov.2013.01.002.
5. Borzucka D, Kręcis K, Rektor Z, Kuczyński M. Differences in static postural control between top level male volleyball players and non-athletes. *Sci Rep.* 2020;10:19334. Doi: 10.1038/s41598-020-76390-x.
6. Huang HJ, Ahmed AA. Trade-off between stability and maneuverability during whole-body movements. *PLoS ONE.* 2011;6:e21815. Doi: 10.1371/journal.pone.0021815.
7. Acasio J, Wu M, Fey NP, Gordon KE. Stability-maneuverability trade-offs during lateral steps. *Gait Posture.* 2017;52:171–177. Doi: 10.1016/j.gaitpost.2016.11.034.
8. Wang CT, Young YH. Earlier and later components of tone bursts evoked myogenic potentials. *Hear Res.* 2004;191:59-66. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2004.01.004>
9. Uchino Y, Sato H, Sasaki M, Imagawa M, Ikegami H, Isu W, et al. Sacculocollic reflex arcs in cats. *J Neurophysiol* 1997;77:3003-12. <https://doi.org/10.1152/jn.1997.77.6.3003>
10. McCue MP, Guinan JJ Jr. Acoustically responsive fibers in the vestibular nerve of the cat. *J Neurosci* 1994;14:6058-70. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.14-10-06058.1994>
11. Murofushi T, Curthoys IS, Gilchrist DP. Responses of guinea pig vestibular nucleus neurons to clicks. *Exp Brain Res* 1996;111:149-52. <https://doi.org/10.1007/BF00229565>
12. McCue MP, Guinan JJ Jr. Sound evoked activity in primary afferent neurons of mammalian vestibular system. *Am J Otol* 1997;18:355-60. PMID: 9149831
13. Wang SJ, Young YH. Vestibular evoked myogenic potentials using simultaneous binaural acoustic stimulation. *Hear Res* 2003;185:43-8. [https://doi.org/10.1016/s0378-5955\(03\)00256-9](https://doi.org/10.1016/s0378-5955(03)00256-9)
14. Korkmaz, F. Voleybol, Teknik-Taktik: Ekin basım yayın, spor dizisi. 2003.
15. Volleyball skills & drills, American volleyball coaches association. Human Kinetics. 2006.
16. Allen Scates, M.L. Complete conditioning for volleyball: Human Kinetics. 2003.
17. Deborah W. Crisfield, M.G. Winning volleyball for girls: Checkmark books. 2002.

18. Lucas, J. Pass, Set, Crush. Washington: Euclid Northwest Publications. 1992.
19. The volleyball coaching bible. Human kinetics. 2002.
20. Federation Internationale de Volleyball. Ağ Sitesi: <http://www.fivb.org>
21. Evren, A. Voleybolda ikili bloğa giderken kullanılan yan adımlama ve çapraz adımlama adı tekniklerinin karşılaştırılması. Voleybol bilim ve teknolojisi dergisi;1998. s18, 29.
22. Stillman BC. Making sense of proprioception: the meaning of proprioception, kinaesthesia and related terms. Physiotherapy 2002; 88:667-76. Doi:10.1016/S0031-9406(05)60109-5
23. Proske U, Gandevia SC. The kinaesthetic senses. The Journal of physiology 2009; 587:4139-146. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2009.175372>
24. Sherrington CS. The integrative action of the nervous system Yale University Press.1906. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2006.12.002>
25. Gallagher S. How the body shapes the mind. Clarendon Press 2006. Doi:10.1093/0199271941.001.0001
26. Proske U, Gandevia SC. The proprioceptive senses: their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. Physiol Rev 2012;92:1651-97. <https://doi.org/10.1152/physrev.00048.2011>
27. Furmanek MP, Słomka K, Juras G. The effects of cryotherapy on proprioception system. Biomed Res Int 2014;2014. <https://doi.org/10.1155/2014/696397>
28. Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part I: the physiologic basis of functional joint stability. J Athl Train 2002; 37:71. PMID: 16558670; PMCID: PMC164311.
29. Johansson H, Sjolander P. Mechanics of joints: Physiology, Pathophysiology and Treatment 1993.
30. Freeman MAR, Wyke B. Articular reflexes at the ankle joint: An electromyographic study of normal and abnormal influences of ankle-joint mechanoreceptors upon reflex activity in the leg muscles. Br J Surg 1967;54:990-1001. <https://doi.org/10.1002/bjs.1800541204>
31. Grigg P. Peripheral neural mechanisms in proprioception. Journal of Sport Rehabilitation 1994;3:2-17. <https://doi.org/10.1123/jsr.3.1.2>
32. Erickson RP. Stimulus coding in topographic and nontopographic afferent modalities: on the significance of the activity of individual sensory neurons. Psychological review 1968;75:447. <https://doi.org/10.1037/h0026752>
33. Shaffer SW, Harrison AL. Aging of the somatosensory system: a translational perspective. Phys Ther 2007;87:193-207. <https://doi.org/10.2522/ptj.20060083>
34. Guyton AC, Hall JE. Guyton ve Hall tıbbi fizyoloji Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri 2016.13. Baskı
35. Proske U. The mammalian muscle spindle. Physiology 1997;12:37-42. <https://doi.org/10.1152/physrev.1990.70.3.643>

36. Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part II: the role of proprioception in motor control and functional joint stability. *J Athl Train* 2002;37:80. PMID: 16558671 PMCID: PMC164312
37. Jami L. Golgi tendon organs in mammalian skeletal muscle: functional properties and central actions. *Physiol Rev* 1992;72:623-66. <https://doi.org/10.1152/physrev.1992.72.3.623>
38. Lundy-Ekman L. Fundamentals for rehabilitation. Elsevier Health Sciences. (2013).
39. Robbins S, Waked E, McClaran J. Proprioception and stability: foot position awareness as a function of age and footwear. *Age and Ageing* 1995;24:67-72. <https://doi.org/10.1093/ageing/24.1.67>
40. Perry SD. Evaluation of age-related plantar-surface insensitivity and onset age of advanced insensitivity in older adults using vibratory and touch sensation tests. *Neuroscience letters*, 2006;392:62-7. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2005.08.060>
41. Burke JR, Kamen G, Koceja DM. Long-latency enhancement of quadriceps excitability from stimulation of skin afferents in young and old adults. *J Gerontol* 1989;44:M158-163. <https://doi.org/10.1093/geronj/44.5.m158>
42. Bentivoglio M, Pacini P. Filippo Pacini: a determined observer. *Brain Res Bull* 1995;38:161-5. [https://doi.org/10.1016/0361-9230\(95\)00083-q](https://doi.org/10.1016/0361-9230(95)00083-q)
43. Zelená J. Nerves and Mechanoreceptors. The Role of Innervation in the Development and Maintenance of Mammalian Mechanoreceptors. *Physiological Research* 1995;44:433-433. PMCID: PMC1167852
44. Bell J, Bolanowski S, Holmes MH. The structure and function of Pacinian corpuscles: a review. *Prog Neurobiol* 1994;42:79-128. [https://doi.org/10.1016/0301-0082\(94\)90022-1](https://doi.org/10.1016/0301-0082(94)90022-1)
45. Quilliam TA, Sato M. The distribution of myelin on nerve fibres from Pacinian corpuscles. *J Physiol* 1955;129:167. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1955.sp005345>
46. Online veri tabanı. <https://www.alamy.com/pacinian-corpusele-skin-receptor-colorful-illustration-on-a-white-background-image503820264.html?imageid=201B6377-28EF4402A12EED4E6DEEF324&p=1941451&pn=3&searchId=c6047ebf3c0f8cc7f02db53f19a63310&searchtype=0> [Erişim tarihi: 02.10.2024] (orijinal kaynaktan değiştirilerek alınmıştır)
47. Cauna N. Nerve supply and nerve endings in Meissner's corpuscles. *Am J Anat* 1956;99:315-50. <https://doi.org/10.1002/aja.1000990206>
48. Pease DC, Pallie W. Electron microscopy of digital tactile corpuscles and small cutaneous nerves. *J Ultrastruct Res* 1959;2:352-65. [https://doi.org/10.1016/s0022-5320\(59\)80007-1](https://doi.org/10.1016/s0022-5320(59)80007-1)
49. Munger B, Ide C. The structure and function of cutaneous sensory receptors. *Arch. Histol. Cytol.* 1988;51:1-34. <https://doi.org/10.1679/aohc.51.1>
50. Online veri tabanı. <https://www.alamy.com/meissner-corpusele-skin-receptor-close-up-colorful-illustration-on-a-white-background-image503820326.html> [Erişim tarihi: 02.10.2024] (orijinal kaynaktan değiştirilerek alınmıştır).

51. Merkel F. Tastzellen und Tastkörperchen bei den Hausthieren und beim Menschen. Archiv für Mikroskopische Anatomie 1875;11:636-52. <https://doi.org/10.3201/eid1409.080647>
52. Fleming MS, Luo W. The anatomy, function, and development of mammalian A β lowthreshold mechanoreceptors. Front Biol (Beijing) 2013;8:408-20. <https://doi.org/10.1007/s11515-013-1271-1>
53. Halata Z, Grim M, Bauman KI. Friedrich Sigmund Merkel and his “Merkel cell”, morphology, development, and physiology: review and new results. Anat Rec A Discov Mol Cell Evol Biol 2003;271:225-39. https://doi.org/10.4103/ijabmr.IJABMR_34_18
54. Halata Z, Munger BL. The sensory innervation of primate eyelid. Anat Rec 1980;198:657-70. <https://doi.org/10.1002/ar.1091980410>
55. Chambers MR, Andres K, Duering MV, Iggo A. The structure and function of the slowly adapting type II mechanoreceptor in hairy skin. Q J Exp Physiol Cogn Med Sci 1972; 57:417-45. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.1972.sp002177>
56. Halata Z. The ultrastructure of the sensory nerve endings in the articular capsule of the knee joint of the domestic cat (Ruffini corpuscles and Pacinian corpuscles). J Anat 1977;124:717. PMID: 604339 PMCID: PMC1234668
57. Online veri tabanı. <https://www.alamy.com/ruffini-ending-skin-receptor-closeup-colorful-illustration-on-a-white-background-image503820350.html> [Erişim tarihi: 02.10.2024] (orijinal kaynağından değiştirilerek alınmıştır)
58. Online veri tabanı. https://en.wikipedia.org/wiki/Hair_plexus#/media/File:Blausen_0806_Skin_RootHairPlexus.png [Erişim tarihi: 02.10.2024] (orijinal kaynağından değiştirilerek alınmıştır)
59. Online veri tabanı. <https://www.alamy.com/free-nerve-endings-skin-receptor-colorful-illustration-on-a-white-background-image503820464.html> [Erişim tarihi: 02.10.2024] (orijinal kaynağından değiştirilerek alınmıştır)
60. Linda S. Costanzo, PhD 6. Baskı Hipokrat Kitapevi; 2018.
61. Leonard C. The Neuroscience of human movement. sl: Mosby-Year Book. 1998.
62. Johansson H, Sjölander P, Sojka P. A sensory role for the cruciate ligaments. Clin Orthop Relat Res 1991;161-78. PMID: 2060205
63. Pedersen J, Lönn J, Hellström F, Djupsjöbacka M, Johansson H. Localized muscle fatigue decreases the acuity of the movement sense in the human shoulder. Med Sci Sports Exerc 1999;31:1047-52. <https://doi.org/10.1097/00005768-199907000-00019>
64. Matthews GG, Neurobiology: molecules, cells and systems. Wiley-Blackwell, 2000.
65. Warren, S, Capra NF, Yezierski R. Fundamental Neuroscience for Basic and Clinical Applications 2006. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-8-9>
66. Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM, Siegelbaum S, Hudspeth AJ, Mack S. Principles of neural science New York: McGraw-hill 2000:1227-46.
67. Collins JJ, Carlo JDL. Open-loop and closed-loop control of posture: a random-walk analysis of center-of-pressure trajectories. Exp Brain Res 1993;95:308-18. <https://doi.org/10.1007/BF00229788>

68. Haines DE, Gregory A, Mihailoff. Fundamental neuroscience for basic and clinical applications E-book. Elsevier Health Sciences, 2017.
69. Schwartz JH, Thomas MJ, Eric R. Kandel ER. Principles of neural science. New York: Elsevier 1991.
70. Dye S. The functional anatomy of the cerebellum: an overview Proprioception and neuromuscular control in joint stability. Human kinetics 2000;31-35.
71. Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM, Siegelbaum S, Hudspeth AJ, Mack S. Principles of neural science New York: McGraw-hill 2000:1227-46.
72. Wolpert DM, Kawato M. Multiple paired forward and inverse models for motor control. Neural netw 1998;11:1317-29. [https://doi.org/10.1016/s0893-6080\(98\)00066-5](https://doi.org/10.1016/s0893-6080(98)00066-5)
73. Di Giulio I, Maganaris CN, Baltzopoulos V, Loram ID. The proprioceptive and agonist roles of gastrocnemius, soleus and tibialis anterior muscles in maintaining human upright posture. J Physiol 2009; 587: 2399-416. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2009.168690>
74. Fitzpatrick R, Rogers D K, McCloskey DI. Stable human standing with lower-limb muscle afferents providing the only sensory input. J. Physiol.1994;480:395-403. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1994.sp020369>
75. Macefield VG. Physiological characteristics of low-threshold mechanoreceptors in joints, muscle and skin in human subjects. Clin Exp Pharmacol Physiol 2005; 32:135-44. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1681.2005.04143.x>
76. Barrett DS, Cobb AG, Bentley G. Joint proprioception in normal, osteoarthritic and replaced knees. The Journal of bone and joint surgery. British volume 1991;73:53-6. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.73B1.1991775>
77. Stapley PJ, Ting LH, Hulliger M, Macpherson JM. Automatic postural responses are delayed by pyridoxine-induced somatosensory loss. J. Neurosci 2002;22: 5803-807. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.22-14-05803.2002>
78. Inglis JT, Macpherson JM. Bilateral labyrinthectomy in the cat: effects on the postural response to translation. Journal of neurophysiology 1995;73:1181-91. <https://doi.org/10.1152/jn.1995.73.3.1181>
79. Kristjansson E, Oddsdottir GL. The Fly: a new clinical assessment and treatment method for deficits of movement control in the cervical spine: reliability and validity. Spine 2010;35:E1298-305. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181e7fc0a>
80. Williamson EM, Marshall PH. Effect of osteoarthritis on accuracy of continuous tracking leg movement. Perceptual and Motor Skills 2014;118:162-82. <https://doi.org/10.2466/25.26.PMS.118k14w9>
81. Thunberg J, Hellström F, Sjölander P, Bergenheim M, Wenngren BI, Johansson H. Influences on the fusimotor-muscle spindle system from chemosensitive nerve endings in cervical facet joints in the cat: possible implications for whiplash induced disorders. Pain 2001;91:15-22. [https://doi.org/10.1016/s0304-3959\(00\)00415-2](https://doi.org/10.1016/s0304-3959(00)00415-2)
82. Moseley GL, Flor H. Targeting cortical representations in the treatment of chronic pain: a review. Neurorehabilitation and Neural Repair 2012; 26:646-52. <https://doi.org/10.1177/1545968311433209>

83. Frobell RB, Le Graverand MP, Buck R, Roos EM, Roos HP, Tamez-Pena J, Lohmander LS. The acutely ACL injured knee assessed by MRI: changes in joint fluid, bone marrow lesions, and cartilage during the first year. *Osteoarthritis and Cartilage* 2009;17:161-7. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2008.06.020>
84. Cho YR, Hong BY, Lim SH, Kim HW, Ko YJ, Im SA, Lee JI. Effects of joint effusion on proprioception in patients with knee osteoarthritis: a single-blind, randomized controlled clinical trial. *Osteoarthritis and Cartilage* 2011;19: 22-8. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2010.10.013>
85. Gandevia SC. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiol Rev* 2001;81:1725-89. <https://doi.org/10.1152/physrev.2001.81.4.1725>
86. Lattanzio PJ, Petrella RJ, Sproule JR, Fowler PJ. Effects of fatigue on knee proprioception. *Clin J Sport Med* 1997;7:22-7. <https://doi.org/10.1097/00042752-199701000-00005>
87. Dhillon MS, Bali K, Vasistha RK. Immunohistological evaluation of proprioceptive potential of the residual stump of injured anterior cruciate ligaments (ACL). *Int Orthop* 2010;34:737-41. <https://doi.org/10.1007/s00264-009-0948-1>
88. Borsa PA, Lephart SM, Irrgang JJ, Safran MR, Fu FH. The effects of joint position and direction of joint motion on proprioceptive sensibility in anterior cruciate ligament-deficient athletes. *Am J Sports Med* 1997;25:336-40. <https://doi.org/10.1177/036354659702500311>
89. Han J, Waddington G, Adams R, Anson J, Liu Y. Assessing proprioception: a critical review of methods. *J Sport Health Sci* 2016;5:80-90. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2014.10.004>
90. Akyıldız N. Kulak hastalıkları ve mikrocerrahisi cilt I. Akyıldız N (editör). *Denge Fizyolojisi* Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi; 1998. s.103-116.
91. Akyıldız N. Kulak hastalıkları ve mikrocerrahisi. Akyıldız AN (editör). *Denge organlarının anatomisi* cilt I. Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi; 1998. s.62-75.
92. Faller A, Schünke M. *Color atlas of human body*. 4th ed. 2004;644-654.
93. Gulya A J, Schuknecht HF. *Anatomy of the temporal bone with surgical implications. Vascular anatomy*. 2nd ed. New York, USA: The Parthenon Publishing Group Inc; 1995. p:185-206.
94. Pauw BK, Pollak AM, Fisch U. Utricle, saccule, and cochlear duct in relation to stapedotomy. A histologic human temporal bone study. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1991;100:966-70. <https://doi.org/10.1177/000348949110001203>
95. Snell, R. *Clinical Anatomy*. Lippincott Williams & Wilkins: USA. 2004; p:436-7.
96. Gray H. *Gray's Anatomy of the Human Body*. Philadelphia: Lea & Febiger; 1918.p. 9-21.
97. Sans A, Scarfone E. Afferent calyces and type I hair cells during development. A new morphofunctional hypothesis. *Ann N Y Acad Sci* 1996;781:1-12. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1996.tb15688.x>

98. Uzun-Coruhlu H, Curthoys IS, Jones AS. Attachment of the utricular and saccular maculae to the temporal bone. *Hear Res* 2007; 233:77–85. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2007.07.008>
99. Takagi A, Sando I. Computer-aided three-dimensional reconstruction: a method of measuring temporal bone structures including the length of the cochlea. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1989;98:515-22. <https://doi.org/10.1177/000348948909800705>
100. Aslan A. Kulak anatomisi. Koç C(editör); Kulak Burun Bogaz Hastalıkları ve Baş-Boyun Cerrahisi, 2013;4:58-61.
101. Ardiç F. Vertigo. İzmir: Güven Yayınevi; 2004.s.37-50.
102. Lysakowski A, McCrea RA, Tomliston RD. Anatomy of vestibular end organs and neural pathways. In: Cummings C, Fredrickson J, Harker L, Krause C, Richardson M, Schuller D (eds). *Otolaryngology Head and Neck Surgery*. 3rd ed. Philadelphia: Mosby; 1998.p.2561-83.
103. Parnes LS, Agrawal SK, Atlas J. Diagnosis and management of benign paroxysmal positional vertigo (BPPV). *CMAJ* 2003;169:681- 93. PMID: 14517129 PMCID: PMC202288
104. Aslan A, Balyan FR, Taibah A, Sanna M. Anatomic relationships between surgical landmarks in type b and type c infratemporal fossa approaches. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 1998;255:259-64. <https://doi.org/10.1007/s004050050054>
105. Çakır N. Otolaringoloji, Baş ve Boyun Cerrahisi. 2.baskı. Kulak Anatomisi.İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri 1999;3:11-86.
106. Hullar TE, Della Santina CC, Hirvone, T, Lasker DM, Carey JP, Minor LB. Responses of irregularly discharging chinchilla semicircular canal vestibularnerve afferents during high frequency head rotations. *J Neurophysiol* 2005;93:2777-86. <https://doi.org/10.1152/jn.01002.2004>
107. Akyıldız AN. Kulak hastalıkları ve mikrocerrahisi. Akyıldız AN (editör). Temporalkemik ve işitme organının anatomisi. Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi; 2002.s.22
108. Hullar TE, Minor LB, Zee DS. Vertigolu hastanın değerlendirilmesi, ed. Cummings CW. Otolaringoloji-Baş ve boyun cerrahisi. Koç C (çeviri ed). 4. baskı. İstanbul: Güneş Tıp Kitabevleri; 2007:3160-99.
109. Brandt T. Vertigo. 2nd ed. London: Springer; 2003. p.242-55.
110. Khan S, Chang R. Anatomy of the vestibular system: a review. *NeuroRehabilitation* 2013;32:437–43. <https://doi.org/10.3233/NRE-130866>
111. Van De Water TR. Historical aspects of inner ear anatomy and biology that underlie the design of hearing and balance prosthetic devices. *Anat Rec(Hoboken)* 2012;295:1741-59. <https://doi.org/10.1002/ar.22598>
112. Dickman JD, Angelaki DE, Correia MJ. Response properties of gerbil otolith afferents to small angle pitch and roll tilts. *Brain Research*. 1991; 556:303-10. [https://doi.org/10.1016/0006-8993\(91\)90320-u](https://doi.org/10.1016/0006-8993(91)90320-u)

113. Minor LB. Physiological principles of vestibular function on earth and in space. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1998; 118:5-15. <https://doi.org/10.1016/S0194-59989870002-6>
114. Carey JP, Santina CCD. Principles of applied vestibular physiology. In: Flint PW, Haughey BH, Lund VJ, Niparko JK, Richardson MA, Robbins KT et al(eds). *Otolaryngol Head Neck Surg*. 5th ed. Philadelphia: Mosby Elsevier 2010.p.2276-304.
115. Karasalihoğlu AR. Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş-Boyun Cerrahisi.3. Baskı. Ankara: Güneş Kitabevi; 2003.s.3-14.
116. Newlands SD, Wall III C. Vestibüler fonksiyonlar ve anatomisi (Çeviri: F. N. Ardiç, F. Kalkan). Korkut N (editör). Byron J. Bailey ve Jonas T. Johnson Baş ve Boyun Cerrahisi'nde. Cilt 2 Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri; 2011.s.1906-15.
117. Carey CP, Santina CD. Uygulamalı vestibüler fizyolojinin prensipleri (Çeviri: M. Songu, K. Günhan, C. Mutlu). Koç C (Editör). Cummings Otolaringoloji Baş ve Boyun Cerrahisi'nde. Cilt 4, Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri; 2007.s.3115-98.
118. Correia MJ, Dickman JD. Periferal vestibular system. In: Paparella MM, Schumrick DA, Gluckman JL, Meyerhoff WL (Eds). *Otolaryngology*. Vol 1, ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 1991.s.269-79.
119. Baloh RW, Honrubia V. Clinical neurophysiology of the vestibular system. *Contemp Neurol Ser* 1979;18:1-21. PMID: 378525
120. Lawrence M. Introduction to inner ear (fluid) physiology. In: Paparella M, Shumrick D, Gluckman J, Meyerhof W (eds) *Otolaryngology*. Vol 1: WB Saunders; 1991.s.199-217.
121. Cummings CW, Flint PW . Cummings otolaringoloji bas ve boyun cerrahisi (çeviri: C. Koç). 4.baskı Ankara, Gunes kitapevi. 2007.s.30-35.
122. Akin FW, Murnane OD, Proffitt TM. The effects of click and tone- burst stimulus parameters on the vestibular evoked myogenic potential (VEMP). *J Am Acad Audiol* 2003;14:500-9. <https://doi.org/10.3766/jaaa.14.9.5>
123. Welgampola MS, Colebatch JG. Characteristics of tone burst- evoked myogenic potentials in the sternocleidomastoid muscles. *Otol Neurotol* 2001; 22:796-802. <https://doi.org/10.1097/00129492-200111000-00014>
124. Ferber-Viart C, Dubreuil C, Duclaux, R. Vestibular evoked myogenic potentials in humans: a review. *Acta Otolaryngol* 1999;119:6-15. <https://doi.org/10.1080/00016489950181864>
125. Murofushi T, Halmagi MG, Yavor R A, Colebatch JG. Absent vestibular evoked myogenic potentials in vestibular neurolabyrinthitis. An indicator of inferior vestibular nerve involvement? *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*1996;122:845-8. <https://doi.org/10.1001/archotol.1996.01890200035008>
126. Rosengren SM, Welgampola MS, Colebatch JG. Vestibular evoked myogenic potentials: Past, present and future. *Clin Neurophysiol* 2010;121:636–51. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2009.10.016>
127. Wang CT, Young YH. Earlier and later components of tone bursts evoked myogenic potentials. *Hear Res*. 2004;191:59-66. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2004.01.004>

128. Uchino Y, Sato H, Sasaki M, Imagawa M, Ikegami H, Isu W, et al. Sacculocollic reflex arcs in cats. *J Neurophysiol* 1997;77:3003-12. <https://doi.org/10.1152/jn.1997.77.6.3003>
129. McCue MP, Guinan JJ Jr. Acoustically responsive fibers in the vestibular nerve of the cat. *J Neurosci* 1994;14:6058-70. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.14-10-06058.1994>
130. Murofushi T, Curthoys IS, Gilchrist DP. Responses of guinea pig vestibular nucleus neurons to clicks. *Exp Brain Res* 1996;111:149-52. <https://doi.org/10.1007/BF00229565>
131. McCue MP, Guinan JJ Jr. Sound evoked activity in primary afferent neurons of mammalian vestibular system. *Am J Otol* 1997;18:355-60. PMID: 9149831
132. Wang SJ, Young YH. Vestibular evoked myogenic potentials using simultaneous binaural acoustic stimulation. *Hear Res* 2003;185:43-8. [https://doi.org/10.1016/s0378-5955\(03\)00256-9](https://doi.org/10.1016/s0378-5955(03)00256-9)
133. Colebatch JG, Halmagyi GM, Skuse NF. Myogenic potentials generated by a click-evoked vestibulocollic reflex. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1994;57:190-7. <https://doi.org/10.1136/jnnp.57.2.190>
134. Welgampola MS, Colebatch JG. Characteristics and clinical application of vestibular-evoked myogenic potentials. *Neurology* 2005; 24;64:1682-8. <https://doi.org/10.1212/01.WNL.0000161876.20552.AA>
135. Békésy G von. Über akustische reizung des vestibularapparates. *Pflugers Arch* 1935;236:59 –76.
136. Bickford RG, Jacobson JL, Cody DT. Nature of average evoked potentials to sound and other stimuli in man. *Ann NY Acad Sci* 1964;112:204–23. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1964.tb26749.x>
137. Watt DG. Responses of cats to sudden falls: an otolithoriginating reflex assisting landing. *J Neurophysiol* 1976;39:257-65. <https://doi.org/10.1152/jn.1976.39.2.257>
138. Young ED, Fernandez C, Goldberg JM. Responses of squirrel monkey vestibular neurons to audio-frequency sound and head vibration. *Acta Otolaryngol* 1977;84:352-60. <https://doi.org/10.3109/00016487709123977>
139. Didier A, Cazals Y, Auroousseau C. Brainstem connections of the anterior and posterior parts of the saccule of the guinea pig. *Acta Otolaryngol* 1987;104:385-91. <https://doi.org/10.3109/00016488709128265>
140. Colebatch JG, Halmagyi GM. Vestibular evoked potentials in human neck muscles before and after unilateral vestibular deafferentation. *Neurology* 1992;42(8):1635-36. <https://doi.org/10.1212/wnl.42.8.1635>
141. Murofushi T, Matsuzaki M, Wu CH. Short tone burst-evoked myogenic potentials on the sternocleidomastoid muscle. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1999;125:660-4. <https://doi.org/10.1001/archotol.125.6.660>
142. Baloh RW, Ying SH, Jacobson KM. A longitudinal study of gait and balance dysfunction in normal older people. *Arch Neurol* 2003;60:835-9. <https://doi.org/10.1001/archneur.60.6.835>

143. Murofushi T, Shimizu K, Takegoshi H, Cheng PW. Diagnostic value of prolonged latencies in the vestibular evoked myogenic potentials. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2001;127:1069-72. <https://doi.org/10.1001/archotol.127.9.1069>
144. Halmagyi GM, Curthoys IS, Colebatch JG, Aw ST. Vestibular responses to sound. *Ann N Y Acad Sci.* 2005;1039:54-67. <https://doi.org/10.1196/annals.1325.006>
145. Colebatch JG, Day BL, Bronstein AM, Davies RA, Gresty MA, Luxon LM et al. Vestibular hypersensitivity to clicks is characteristic of the Tullio phenomenon. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1998;65:670-8. <https://doi.org/10.1136/jnnp.65.5.670>
146. Todd NP, Rosengren SM, Colebatch JG. A short latency vestibular evoked potential (VsEP) produced by bone-conducted acoustic stimulation. *J Acoust Soc Am* 2003; 114:3264-72. <https://doi.org/10.1121/1.1628249>
147. Rio E, Kidgell D, Moseley GL, et al. Tendon neuroplastic training: changing the way we think about tendon rehabilitation: a narrative review. *Br J Sports Med.* 2016;50(4):209-215. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095215>
148. Gabbett T, Georgieff B, Domrow N. The use of physiological, anthropometric, and skill data to predict selection in a talent-identified junior volleyball squad. *J Sports Sci.* 2007;25(12):1337-1344. <https://doi.org/10.1080/02640410601188777>
149. Ertman Y, Kovyrshina E, Dokhnovskaya V, Bobrovsky D. Development of special stamina for highly qualified volleyball players in the annual cycle. *Proceedings of the 2019 International Conference on Education and Distance Education Research (ICEDER 2019).* 2020. <https://doi.org/10.2991/iceder-19.2020.37>
150. Chaturvedi R, Muwal M, Joshi S, Sharma R. The effects of proprioceptive training on balance and joint position sense in athletes: A systematic review. *Rev Bras Fisioter.* 2023;27:e5028. <https://doi.org/10.17267/2238-2704rpf.2023.e5028>
151. De Vasconcelos GS, Cini A, Lima CS. Proprioceptive training on dynamic neuromuscular control in fencers: a clinical study. *J Sport Rehabil.* 2021;30:220–5. <https://doi.org/10.1123/jsr.2019-0469>
152. Hübscher M, Zech A, Pfeifer K, Hänsel F, Vogt L, Banzer W. Neuromuscular training for sports injury prevention: a systematic review. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42:413–21. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181b88d37>
153. Ljubojevic A, Popovic B, Bijelic S, Jovanovic S. Proprioceptive training in dance sport: effects of agility skills. *Turk j Kinesiol.* 2020;6:109–17 <https://doi.org/10.31459/turkjin.742359>
154. Viran S, Canlı U. The effect of proprioceptive training on high-intensity actions and technique in soccer players: A training program. *Kinesiologia Slov,* 2022;28. Doi:10.52165/kinsi.28.2.92-109
155. Laskowski ER, Newcomer-Aney K, Smith J. Refining rehabilitation with proprioception training: expediting return to play. *Phys Sportsmed.* 1997;25:89–102 <https://doi.org/10.3810/psm.1997.10.1476>
156. Angelaki, D. E., & Cullen, K. E. Vestibular system: The many facets of a multimodal sense. *Annu Rev Neurosci.* 2008;31:125–150. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.31.060407.125555>

157. Greenwald BD, Gurley JM, Khan S, Chang R. Anatomy of the vestibular system: A review. *NeuroRehabilitation*. 2013;32:437-443. <https://doi.org/10.3233/NRE-130866>
158. Hanney, William J. MPT, ATC, CSCS. Proprioceptive training for ankle instability. *Strength and Conditioning Journal* 22:63, October 2000.
159. Han J, Anson J, Waddington G, Adams R, Liu Y. The role of ankle proprioception for balance control in relation to sports performance and injury. *Biomed Res Int*. 2015;842804. <https://doi.org/10.1155/2015/842804>
160. Zhang G. Effects of proprioception training on sports injury prevention and recovery. *Appl Mech Mater*. 2014;608-609:216-220. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.608-609.216>
161. Dina G, Dina L, Popescu G. Perceptual models in volleyball players training. *Procedia Soc Behav Sci*. 2013;93:2114-2119. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.175>
162. Kioumourtzoglou E, Michalopoulou M, Tzetzis G, Kourtessis T. Ability Profile of the Elite Volleyball Player. *Percept Mot Skills*. 2000;90(3):757-770. <https://doi.org/10.2466/pms.2000.90.3.733>
163. Yong MS, Lee YS. Effects of proprioceptive training on balance and postural control in athletes. *J Phys Ther Sci*. 2017;29:242-246. <https://doi.org/10.1589/jpts.29.242>
164. Filip-Stachnik A, Kaszuba M, Dorozynski B, Komarek Z, Gawel D, Del Coso J, Krzysztofik M. Acute effects of caffeinated chewing gum on volleyball performance in high-performance female players. *J Hum Kinet*. 2022;84:92-102. <https://doi.org/10.2478/hukin-2022-0092>
165. Yılmaz O, Soylu Y, Erkmén N, Kaplan T, Batalik L. Effects of proprioceptive training on sports performance: a systematic review. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2024;16:149. <https://doi.org/10.1186/s13102-024-00936-z>

EKLER

EK 1: Etik Kurul Onayı

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI GİRİŞİMSSEL OLMAYAN BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU Edirne, Türkiye			
ARAŞTIRMA BAŞVURUSU ONAYIBAŞVURU BİLGİLERİ	PROTOKOL KODU	TÜTF-GOBAEK 2023/82	
	PROTOKOL ADI	Profesyonel Voleybolcularda Üst ve Alt Ekstremité Propriosepsiyonu ve Servikal Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyel (cVEMP) Kayıtları	
	SORUMLU ARAŞTIRICI UNVANI / ADI	Dr. Öğr. Üyesi Gülnur ÖZTÜRK	
	ARAŞTIRMA MERKEZİ		
	DESTEKLEYİCİ		
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	Tek Merkez Ulusal	Çok Merkez Uluslararası
KARAR BİLGİLERİ	6arar No:06/29 Tarih:10.04.2023		
	Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Fakültesi Dr. Öğr. Üyesi Gülnur ÖZTÜRK'ün sorumluluğunda yapılması planlanan ve yukarıda başvuru bilgileri verilen Yüksek Lisans Öğrencisi Barış Can TAŞAN'ın tez çalışmasının araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekeceği, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş; araştırmaya ilişkin giderlerin gönüllüye ve/veya bağlı bulunduğu sosyal güvenlik kurumuna ödenmediği koşullarda ve veri toplanacak yerlerden gerekli izinler alındıktan sonra gerçekleştirilmesinde etik bilimsel standartlar açısından sakınca bulunmadığına mevduatın oy birliği ile karar verilmiştir.		
ETİK KURUL BİLGİLERİ			
ÇALIŞMA ESASI	Helsinki Bildirgesi, İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu, TÜTF-GOBAEK Yönergesi		

ÜYELER

Ünvan/Ad/ Soyadı	Uzmanlık Dalı	Kurumu	Cinsiyeti	İlişki(*)	Katılım (**)	İmza
Dr. Öğr. Üyesi Fatma Gülsüm ÖNAL Başkan	Tıp Tarihi ve Etik	T.Ü.T.F. Tıp Tarihi ve Etik A.D.	K	E H	E H	
Prof. Dr. Hakan GÜRKAN Başkan Yardımcısı	Tıbbi Genetik	T.Ü.T.F. Tıbbi Genetik A.D.	E	E H	E H	
Doç. Dr. Selçuk KORKMAZ Üye	Biyoistatistik	T.Ü.T.F. Biyoistatistik A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Mehmet Erdal VARDAR Üye	Ruh Sağlığı ve Hastalıkları	T.Ü.T.F. Ruh Sağlığı ve Hastalıkları A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Hasan ÜMIT Üye	İç Hastalıkları	T.Ü.T.F. İç Hastalıkları A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Sernaz TOPALOĞLU Üye	İç Hastalıkları	T.Ü.T.F. İç Hastalıkları A.D.	K	E H	E H	
Doç. Dr. Sezgi SARIKAYA SOLAK Üye	Deri ve Zührevi Hastalıklar	T.Ü.T.F. Deri ve Zührevi Hastalıklar A.D.	K	E H	E H	
Doç. Dr. Oktay KAYA Üye	Fizyoloji	T.Ü.T.F. Fizyoloji A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Galip EKUKLU Üye	Halk Sağlığı	T.Ü.T.F. Halk Sağlığı A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Filiz TÖTÜNCÜLER KÖKENLİ Üye	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	T.Ü.T.F. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları A.D.	K	E H	E H	
Dr. Öğr. Üyesi Sinan ATEŞ Üye	Kadın Hastalıkları ve Doğum	T.Ü.T.F. Kadın Hastalıkları ve Doğum A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Sevtap HEKİMOĞLU ŞAHİN Üye	Anestezi ve Reanimasyon	T.Ü.T.F. Anestezi ve Reanimasyon A.D.	K	E H	E H	
Doç. Dr. Doğan ALBAYRAK Üye	Genel Cerrahi	T.Ü.T.F. Genel Cerrahi A.D.	E	E H	E H	
Doç. Dr. Burhan Can ÇANAKÇI Üye	Endodonti	T.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	E	E H	E H	
Doç. Dr. Hilal KEKLİCEK Üye	Protez-Ortez ve Biyomekani	T.Ü. Sağlık Bilimleri Fakültesi	K	E H	E H	
Avukat Emine NURLU Üye		T.Ü. Rektörlüğü	K	E H	E H	
Emekli Öğretmen Sinan SEÇKİN Üye	Emekli Öğretmen	Serbest Üye	E	E H	E H	

*Araştırma ile ilişki
**Toplantıda Bulunma

EK 2: Trakya Üniversitesi Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Sayın katılımcı

Siz aşağıdaki bilgileri verilen bir araştırma projesine davet edilmektesiniz.

Bu araştırmanın yürütülmesi, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'nun 10.04.2023 tarih ve 06/29 kararı ile onaylanmıştır.

Araştırmaya katılmaya karar vermeden önce araştırmanın neden ve nasıl yapılacağını anlamanız çok önemlidir.

Araştırmaya katılım tamamen gönüllülük ilkesine bağlı olup katılmayı reddetmeniz herhangi bir cezaya ya da elde edilecek herhangi bir yararın kaybedilmesine kesinlikle yol açmayacaktır.

Aynı şekilde araştırmaya katılmayı kabul ettikten sonra da araştırmanın herhangi bir yerinde hiçbir neden göstermeksizin herhangi bir zarar ya da elde edilmesi beklenen bir yarar kaybına yol açmadan araştırmadan çekilebilirsiniz.

Araştırma kapsamında yapılan işlemlerin mali giderleri araştırmacılar tarafından karşılanacak olup size ya da sosyal güvenlik kurumunuza hiçbir mali yük getirmeyecektir.

Aşağıdaki bilgileri dikkatlice okuyun ve araştırmaya katılmak isteyip istemediğinize karar vermek için lütfen biraz düşünün.

Araştırmanın bilimsel adı: Profesyonel voleybolcularda üst ve alt ekstremitte proprioepsiyonu ve servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel (cVEMP) kayıtları

- Araştırmanın anlaşılabilir basit adı:** Voleybol oyuncularında kol bacak pozisyonu algılanmasının ölçülmesi
- Sorumlu Araştırmacının adı ve görev yeri:**
Dr. Öğretim Üyesi Gülnur ÖZTÜRK

Araştırmanın amacı: Profesyonel voleybol sporcularında düzenli egzersiz programları nedeniyle dengenin ve proprioseptif duyunun aynı yaş grubundaki sedanter bireylere göre daha iyi olacağı düşünülerek proprioseptif duyu ve vestibüler miyojenik uyarılmış potansiyel kaydı verilerinin sedanter kontroller ile karşılaştırılması amaçlanmaktadır.

Bu çalışmadan elde edilecek sonuçlar kısa vadede gönüllü sporcuların denge ve dinamik stabilizasyon durumları hakkında bilgi sağlayacak ve antrenman programlarının uygunluğu bakımından önemli bir gösterge olacaktır. Uzun vadede aynı branştan tüm sporcuların antrenman programlarının geliştirilmesi ve denge sorunlarından kaynaklanan sakatlanma riskinin azaltılması potansiyeli taşıyacaktır.

- **Araştırmanın niteliği (klinik, laboratuvar, epidemiyolojik, tez çalışması vb.):** Bu çalışma, yüksek lisans tezi olarak planlanmış ve çalışma fikri, çalışmada adı geçen yüksek lisans öğrencisi Barış Can TAŞAN tarafından ileri sürülmüştür. Araştırma, tanımlayıcı ve deneysel nitelikte olup katılımcılara herhangi bir tedavi uygulanmayacak, ilaç ya da madde verilmeyecektir. Herhangi bir girişim yapılmayacaktır. Kan örneği toplanmayacaktır.
- **Araştırmanın başlama tarihi ve öngörülen süresi:** 01/03/2023 tarihinde başlayacak ve yaklaşık 1 sene sürecektir.
- **Araştırmaya katılması beklenen gönüllü sayısı:** 20 kişi profesyonel voleybol oyuncusu, 20 sedanter genç yetişkin birey olmak üzere toplamda 40 kişi olacaktır.
- **Araştırma sırasında gönüllüye uygulanacak yöntem, girişim ve tedavilerin tümü:** İki çeşit ölçüm yapılacaktır. Birincisi propriosepsiyon ölçümü, ikincisi ise servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyellerin ölçümü.

Proprioseptif duyu değerlendirilmesi: Bu gönüllülerde üst ekstremité (omuz ve dirsek) ve alt ekstremité (diz ve ayak bileği) değerlendirilecektir. Ölçümler için iki yöntemden yararlanılacaktır; ‘Açı Yeniden Oluşturma’ ve ‘Eklem Pozisyonu Eşleştirme’. Her iki testte de teste alınan kişinin gözleri kapatılarak ölçümler yapılacaktır. Ölçümler aynı kişi tarafından ve aynı yerde benzer saatlerde yapılacaktır.

Bu testler diz, ayak bileği, omuz ve dirsek eklemi için gerçekleştirilecektir.

Açı Yeniden Oluşturma

Ayak bileği eklemi hareket duyusu ölçümü:

Kişi rahat bir pozisyonda ayakları yer ile temas etmeyecek bir şekilde sert bir yatağın kenarına dizini sabit noktaları belli olacak şekilde oturtulur. Sonra diz eklemi başlangıç

pozisyonu olarak bacağın 90° arkaya kıvrılmış pozisyon aldırılır, gözler göz bağıyla kapatılır.

Kişiye ölçümü öğretmek amacıyla aktif olarak 90 dereceden 50 dereceye bacak uzatılır ve bu pozisyonda 5 saniye beklemesi, sonrasında başlangıç pozisyonuna tekrar getirilmesi, daha sonra kişiden hatırladığı şekilde aynı pozisyonu oluşturması istenir ve ölçümler alınır.

Ayak bileği eklemi hareket duyusu ölçümü:

Ayak bileği sabit noktaları daha belirgin olması amacıyla katılımcının ayakkabısını ve çorabını çıkartması ve yatak üzerinde uzun oturma pozisyonuna gelmesi istenir.

Ayak bileği nötral pozisyona (90°) alınır ve kişinin gözleri göz bağıyla kapatılır. Daha sonra kişiye ölçümü öğretmek amacıyla sağ ayak bileği aktif olarak 20° ayak bileğinden aşağı doğru hareket ettirilir ve 5 saniye beklenildikten sonra yeniden başlangıç noktasına getirilir. Kişiden hatırladığı kadarıyla aynı pozisyona getirilmesi istenir. Ölçümler alınır.

Dirsek eklemi hareket duyusu ölçümü:

Açı yeniden oluşturmanın bir diğer uygulamasında teste alınan kişiler oturur pozisyonda iken masa üstüne elektronik gonyometre yerleştirilir, dirsek eklemi 90° olacak şekilde ve el sırtı yukarı pozisyonda açı ölçer üzerine yerleştirildikten sonra dirsek ekleminin pozisyonu bozulmadan yere paralel hareket ettirilir. Daha sonra yeniden başlangıç pozisyonuna alınarak teste alınan kişinin dirsek eklemini aynı pozisyona getirmesi istenir. Bu test aynı şekilde dışarı doğru hareket için de tekrarlanır.

Omuz eklemi hareket duyusu ölçümü:

Açı yeniden oluşturmanın omuz uygulamasında test, kolun 90° yana kaldırılmış pozisyonu sırasında değerlendirilir. Omuzun bu değerlendirmesinde bireyden yüzü duvara karşı gelecek şekilde ayakta durması istenir.

Kişiden omuz eklemini 90° öne ve yukarı doğru kaldırması istenir. Bu omuz eklem hareketi açı ölçer ile ölçülür ve kişiden gözler açık 5 saniye bu pozisyonda tutması istenir. Bu durum gözler açık olarak 3 kez tekrar ettirilerek kişiden bu pozisyonu

ezberlemesi istenir. Sonra başlangıç pozisyonuna dönülür ve bireyin gözleri kapatılıp aynı hareketi 3 kez tekrarlaması istenir ve ölçümler kaydedilir.

Ekleme Pozisyon Eşleştirme de ise aynı işlemler tekrar edilir ancak burada kişiden karşı uzvunda aynı açığı oluşturulması istenir ve ölçümler bu şekilde şekillendirilir.

Vestibüler Uyarılmış Kas Potansiyelleri (VEMP):

Denge sistemimizi değerlendiren test yöntemlerinden bir tanesidir. Bu test yönteminde sizin kulağınıza ses uyarısı verilecek olup bu ses uyaran sonucu cilt yüzeyine takılan elektrotlar aracılığı ile denge sisteminize ait bilgileri alacaktır.

- **Katılımcının araştırmaya dahil edilme nedeni:** Sizin bu çalışmaya davet edilme nedeniniz sağlıklı kabul edilmeniz, yaş/cinsiyet, genel durum olarak propriosepsiyon incelenmesine uygun olmanızdır.
- **Araştırmadan doğrudan gönüllü için beklenen yarar:** Gönüllülerin kendi uzuv hareketlerinin pozisyonları hakkında bilgi sahibi olmaları sağlanmaktadır.
- **Gönüllünün sorumlulukları:** Kişilerin istenilen gün ve saatte Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi bünyesinde bulunan Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü ve Odyoloji laboratuvarında bulunmaları.
- **Gönüllünün (araştırma hamilelerde veya lohusalarda yapılacaksa ise embriyo, fetüs veya süt çocuklarının da) maruz kalabilecekleri riskler veya rahatsızlıklar:** Kişilerde günlük hayatın getirdiği riskler haricinde herhangi bir risk bulunmamaktadır. Gönüllülere girişimsel herhangi bir işlem yapılmayacaktır.
- **Risklere karşı alınan önlemler:** Risk olmadığı için önlem gerekmemektedir.
- **Gönüllünün araştırmaya katılımının sona erdirilmesini gerektirecek durumlar veya nedenler:** Araştırma ekibi açısından katılımınızın sona erdirilmesini gerektirecek bir durum bulunmamaktadır. Ancak, siz kendi isteğinizle çalışmanın herhangi bir aşamasında çalışmadan ayrılabilirsiniz. Çalışmaya katılımınız tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır.
- **Araştırma sonunda gönüllülere bilgi verilecek mi?** Araştırmadan elde edilen veriler, gönüllülerle paylaşılacaktır. Bu paylaşım, gönüllülerin sağladığı e-posta adresleri üzerinden ve telefon numaraları üzerinden gerçekleştirilebilir.
- **Gönüllülerin araştırma hakkında, kendileri hakkında ya da araştırmayla ilgili herhangi bir beklenmedik olay hakkında daha fazla bilgi edinebilmesi için temasa geçebileceği kişi ve kendisine günün 24 saatinde erişebileceği telefon numarası:**

- **Gönüllülerden elde edilecek olan biyolojik materyallerin hangi amaçlarla kullanılacağı:** Sizden herhangi bir biyolojik materyal alınmayacaktır.

Yukarıda açıkça tanımlanan çalışmanın ne amaçla, kimler tarafından ve nasıl gerçekleştirileceği anlayabileceğim bir ifade ile bana anlatıldı.

Bu araştırmadan elde edilen bilgilerin bana ve başka insanlara sağlayacağı yararlar bana anlatıldı.

Araştırma sırasında meydana gelebilecek riskler ve rahatsızlıklar bana anlayabileceğim bir dille anlatıldı.

Araştırma sırasında oluşabilecek zarar durumunda gerçekleştirilecek işlemler bana anlatıldı.

Araştırmanın yürütülmesi sırasında olası yan etkiler, riskler ve zararlar ve haklarım konusunda 24 saat bilgi alabileceğim bir yetkilinin adı ve telefonu bana verildi.

Araştırma kapsamındaki bütün muayene, tetkik ve testler ile tıbbi bakım hizmetleri için benden ya da bağlı bulunduğum sosyal güvenlik kuruluşundan hiçbir ücret istenmeyeceği bana anlatıldı.

Araştırmaya hiçbir baskı ve zorlama altında olmaksızın gönüllü olarak katılıyorum.

Araştırmaya katılmayı reddetme hakkına sahip olduğum bana bildirildi.

Sorumlu araştırmacı / hekime haber vermek kaydıyla, hiçbir gerekçe göstermeksizin istediğim anda bu çalışmadan çekilebileceğimin bilincindeyim.

Bu çalışmaya katılmayı reddetmem ya da sonradan çekilmem halinde hiçbir sorumluluk altına girmediyimi ve bu durumun şimdi ya da gelecekte gereksinim duyduğum tıbbi bakımı hiçbir biçimde etkilemeyeceğini biliyorum.

Çalışmanın yürütücüsü olan araştırmacı / hekim ya da destekleyen kuruluş, çalışma programının gereklerini yerine getirmedeki ihmali nedeniyle, benim onayımı almadan beni çalışma kapsamından çıkarabileceğini biliyorum.

Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'nun gerekli gördüğünde, gizliliğimin korunması ilkesine uygun olarak, araştırma konusuyla ilişkili orijinal tıbbi kayıtlarıma doğrudan erişimde bulunabileceğini biliyorum.

İlgili yasal düzenlemeler gereğince kimliğimi ortaya çıkaracak kayıtların gizli tutulacağı bana açıklandı.

Yukarıda yer alan ve araştırmadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri gösteren Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu adlı metni okudum. Aklıma gelen bütün soruları sorma olanağı tanındı ve sorularıma doyurucu cevaplar aldım. Yukarıda konusu belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen araştırmacı tarafından yapıldı.

Bu koşullarla, söz konusu araştırmaya hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın gönüllü olarak katılmayı kabul ediyorum.

Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu'nun tam imzalı bir kopyasını aldım.

- **Gönüllünün; (El yazısı ile)**

Adı- Soyadı:

İmzası:

Adresi (varsa telefon ve/veya faks numarası):

.....

.....

Tarih:

- **Velayet ya da vesayet altında bulunanlar için; (El yazısı ile)**

Veli ya da Vasinin Adı- Soyadı:

İmzası:

Tarih:

Adresi (varsa telefon ve/veya faks numarası):

.....

.....

Tarih:

- **Açıklamaları yapan araştırmacının**

Unvanı, Adı- Soyadı: (El yazısı ile)

Görev yaptığı bölüm:

İmzası:

Tarih:

Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu (TÜ_BAEK)

Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

18 Ocak 2022 v.2.0

ÖZGEÇMİŞ

Unvanı / Adı Soyadı:

Doğum Tarihi / Yeri:

Öğrenim Durumu:

Derece	Alan	Üniversite/Fakülte/Enstitü	Yıl
Doktora			
Yüksek Lisans			
Lisans			

İş Deneyimi

Görevi	Kurum	Süre (Başlangıç – Bitiş Yılı)

Yabancı Dili	Okuduğunu Anlama*	Konuşma*	Yazma*	Yabancı Dil Puanı (KPDS/ÜDS/.....)

*Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendirin

BENZERLİK RAPORU

Bariş Can Taşan Benzerlik Raporu

ORJİNALLİK RAPORU

% 8	% 7	% 3	% 3
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	dspace.trakya.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	% 3
2	Submitted to Trakya University Öğrenci Ödevi	% 1
3	docplayer.biz.tr İnternet Kaynağı	% 1
4	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	<% 1
5	Demir, İlmigül Canan. "12 Haftalık Pilates Mat Egzersizinin 14-15 Yaş Voleybol Kız Öğrencilerinin Bazı Biyomotor Özellikler ve Teknik Performans Üzerine Etkilerinin İncelenmesi", Sakarya Üniversitesi (Turkey), 2022 Yayın	<% 1
6	acikarsiv.aydin.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
7	gavsispanel.gelisim.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1