

T. C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ANATOMİ ANABİLİM DALI

Tez Yöneticisi
Prof. Dr. Bülent Sabri CİĞALİ

GÖRME ALANI DEĞİŞİMLERİNİN
YÜRÜME ANALİZİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

(Uzmanlık Tezi)

Dr. Kaan NEDER

EDİRNE - 2019

TEŞEKKÜR

Tıpta uzmanlık eğitimim boyunca öğrencileri olmaktan gurur duyduğum başta tez danışmanım Prof. Dr. Bülent Sabri CİĞALİ olmak üzere, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı'ndaki hocalarıma; beraber çalışmaktan onur duyduğum tüm mesai arkadaşlarıma; katkılarından dolayı Prof. Dr. Necdet SÜT'e; tüm öğrenim hayatım boyunca sevgi, ilgi ve desteklerini esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
GENEL BİLGİLER.....	3
PROPRİYOSEPSİYON.....	3
PROPRİYOSEPSİYON DUYUSU İLE İLGİLİ YAPILARIN ANATOMİSİ.....	8
PROPRİYOSEPTİF DUYUNUN MERKEZİ SİNİR SİSTEMİNE TAŞINMASI.....	15
GÖRME VE PROPRİYOSEPSİYON.....	19
YÜRÜME.....	23
YÜRÜME ANALİZİ.....	24
DENGESİ.....	24
GEREÇ VE YÖNTEMLER.....	26
BULGULAR.....	40
TARTIŞMA.....	52
SONUÇLAR.....	62
ÖZET.....	64
SUMMARY.....	66
KAYNAKLAR	68
EKLER	

SİMGE VE KISALTMALAR

A.	: Arteria
Aa.	: Arteriae
AK	: Aşağı kapalı
CN	: Cranial nerve
COP	: Centre of pressure
FDM	: Force distribution measuring
GSA	: Genel somatik afferent
LK	: Sol kapalı
M.	: Musculus
N	: Normal
N.	: Nervus
Nn.	: Nervi
Nuc.	: Nucleus
RK	: Sağ kapalı
SVA	: Special visceral afferent
Tr.	: Tractus
V.	: Vena
Vv.	: Venae
VAM	: Vücut ağırlık merkezi
VKİ	: Vücut kitle indeksi
VPL	: Nucleus ventralis posterolateralis

VPM : Nucleus ventralis posteromedialis
YD : Yürüme döngüsü
YK : Yukarı kapalı

GİRİŞ VE AMAÇ

Propriyosepsiyon vücut hareketlerinin ve eklemlerin yanı sıra bedenin veya beden bölümlerinin uzaydaki konumunun algılanması olarak tanımlanır (1,2). Propriyoseptif bilgi kas, tendon, fasya, eklem kapsülü, ligament ve ciltte bulunan duyu nöronları olan mekanoreseptörler aracılığı ile algılanmaktadır. Mekanoreseptörler, özel duyu reseptörleri olarak, mekanik olayları afferent duyu yolları boyunca merkezi sinir sistemine frekans modülasyonlu nöral sinyaller göndererek dönüştürmektedirler (3).

Görme, çevreden ve dış ortamda yer alan olaylar ve objelerden bilgi elde edilmesini sağlarken, aynı zamanda çevreye veya bir vücut bölümüne kıyasla vücudun çeşitli kısımlarının hareketlerinin göreceli pozisyonları hakkında bilgi vermektedir. Böylece görme yalnızca eksteroseptif değil, aynı zamanda propriyoseptif bir olaydır (4).

Görmenin propriyoseptif gücü, yürüme, koşma, araba sürme gibi tüm lokomotor aktivitelerde önem göstermektedir. Çevresel hareketler ile ilgili görsel bilgiye sahip olmadan bir kişinin hareket etmesi tehlikeli ve güçtür. Ayrıca görme, yalnızca propriyoseptif sistemlere yardımcı olan basit ve tamamlayıcı bir olay değildir. Aksine, görme bağımsız bir olay olup, aynı zamanda propriyoseptif bilginin olası en güçlü kaynağıdır (4).

Görme yolunun ilk nöronları *retina*'nın en iç tabakalarında yerleşmiş olan retinal ganglion hücreleridir (5). Görme duyusu *retina*'da yer alan fotoreseptör hücreler tarafından algılanmakta ve *n. opticus* aracılığı ile görme yollarının diğer kısımlarına aktarılmaktadır (6). Her iki *n. opticus*, *chiasma opticum*'da birleşmektedir. *Chiasma opticum*'da, her iki *retina*'nın nasal yarımından gelen lifler çapraz yaparak, karşı *retina*'nın temporal yarımından gelen lifler ile birleşmektedirler (6,7).

Chiasma opticum'dan sonra görme yolları sağ ve sol *tractus opticus* ile devam etmektedir. *Chiasma opticum*'da *n. opticus*'un nasal yarımından gelen liflerin çaprazlaşması sonucu, sağ *tractus opticus* görme alanının sol yarısı ile, sol *tractus opticus* ise görme alanının sağ yarısı ile ilgili impulsları taşımaktadır. Böylece sol hemisferde yer alan görme merkezi, görme alanının sağ yarısını; sağ taraftaki görme merkezi ise görme alanının sol yarısını görüyor olmaktadır (6).

Yapmayı planladığımız araştırmamızda, sağlıklı genç erişkin bireylerde yapılan görme alanı değişiklikleri ile yürüyüş analizi ile elde edilen yürümenin uzaysal ve zamansal değişkenlerini, basınç merkezi parametrelerini ve statik denge analizi verilerini ölçmeyi ve bu veriler ile görmenin statik ve dinamik denge üzerindeki etkisinin propriyosepsiyon ile ilişkisine dair nesnel ölçütler ortaya koymayı amaçladık.

GENEL BİLGİLER

PROPRİYOSEPSİYON

Propriyosepsiyon terimi ilk olarak Charles Sherrington tarafından 1906 yılında tanımlanmıştır (1-3,8,9). Sherrington, propriyosepsiyonu tanımlarken latince kökenli olan ve “kendi, kendine ait” anlamına gelen *proprius* kelimesini kullanmıştır ve propriyosepsiyonu “eklem ve vücut hareketlerinin yanı sıra vücudun veya vücut bölümlerinin pozisyonlarının algısı” şeklinde tanımlamıştır (2,3).

Rus fizyolojist Sechenov ise 1863 yılındaki “Reflexes of Brain” isimli çalışmasında propriyosepsiyon terimini “derin kas duyusu” olarak tarif etmiştir (10). Daha sonraki yıllarda yaptığı “Elements of Thought” isimli çalışmasında bu derin kas duyusunun görme, işitme ve diğer duyular ile birliktelik gösterdiğini açıklamıştır. Sechenov’a göre kaslar sadece uzaysal bileşenlerin değil, aynı zamanda “yakınlık, uzaklık, yükseklik, hız” gibi zamansal bileşenlerin de analizini yapmaktadır (8).

1880 yılında ise Yunanca hareket anlamına gelen “*kinein*” ve duyu anlamına gelen “*aisthesis*” kelimelerinin birleşmesi sonucu ortaya çıkan kinestezi kavramını Bastian, motor korteksin spesifik ve fonksiyonel olarak uygun somatosensoriyel afferent modelleri koordine eden motor davranışları ortaya çıkarmadaki rolü olarak tanımlamıştır (8,11).

Sherrington, Sechenov, Bastian ve diğer birçok araştırmacının yaptığı çalışmalar göz önüne alındığında, günümüzde propriyosepsiyon kavramı genel olarak kinestezi ve pozisyon hissini içine alan bir çeşit özelleşmiş dokunma duyusu olarak tanımlanmaktadır (12).

Genellikle bilinçaltı bir düzeyde etki eden propriyosepsiyon, iç organların regülasyonu

(nefes alma, kalp fonksiyonları gibi) ile denge ve lokomotor faaliyetlerin düzenlenmesinde etkilidir (8).

Propriyosepsiyon, yani vücut farkındalığının algısı, genellikle insanların farkında olmadığı fakat büyük oranda günlük yaşamlarında bel bağladığı bir duydur. Örnek olarak, herhangi bir zaman diliminde, bir kişiden gözleri kapalıyken ellerinin veya ayaklarının konumunu söylemesi istendiğinde bunu yapabilmektedir. Propriyosepsiyon olmasaydı, aynı şekilde bu kişi ağzının nerede olduğunu algılayamaz ve bu nedenle yemek yerken ağzına lokmayı götüremezdi. Bu nedenle propriyosepsiyon günlük yaşamda oldukça önemli bir role sahiptir (8).

Propriyosepsiyonun Algılanması ve Propriyoseptif Reseptörler

Sherrington'ın tanımına göre propriyoseptif bilgiyi algılamadan sorumlu olan mekanoreseptörler başlıca kas, tendon, ligament ve eklem kapsülünde bulunmakta olup; cilt altı ve fasyalarda yer alan mekanoreseptörlerin geleneksel olarak taktıl duyu ile ilgili olduğu ve propriyoseptif bilgiyi taşımada ek kaynak görevi gördüğü varsayılmaktadır (13-16).

Sherrington “kas duyusu” kavramını tanımlarken 4 alt başlıktan söz etmektedir: Denge, pasif hareket, aktif hareket ve harekete karşı olan direnç (2,17). Bu alt başlıklar günümüzdeki tanımı ile eklem pozisyon hissi, kinestezi ve direnç hissi ile aynı anlamda kullanılmaktadır.

Vücudumuzda yalnızca kas duyusu ile ilgili olmayan birçok tip propriyoseptif reseptör bulunmaktadır. Örnek olarak arterlerde, akciğerlerde ve bağırsaklarda bu yapıların distansiyonunu algılayan reseptörler yer almaktadır. Bununla birlikte, genel olarak, propriyosepsiyon kavramı söz konusu olduğunda, bu reseptörlerin kapsamı ekstremitelerin pozisyonu ve hareketi, gerilim, güç, çaba ve denge duyusu gibi bilinçli duyular ile sınırlandırılmaktadır (9).

Genel olarak mekanoreseptörler özelleşmiş duyu reseptörleri olup, kendilerinin yer aldığı doku üzerinde meydana gelen mekanik olayları niceliksel olarak sinirsel sinyallere dönüştürmekle görevlidirler (15,16). Propriyosepsiyonu algılamada görevli olan beş tip reseptör tanımlanmıştır. Bunlar Golgi tendon organı, kas içcikleri, Pacinian korpüskülleri, Ruffini korpüskülleri ve serbest sinir sonlanmalarıdır (1,6).

1. Golgi tendon organı: Bu reseptörler kas dokusu içerisinde, kas ile tendon arasındaki geçiş bölgelerinde kas içciklerinin arasında çeşitli aralıklarla yerleşmişlerdir (6,16). Çok düşük bir eşik seviyesi ve yüksek dinamik hassasiyeti mevcut olan Golgi tendon organları, merkezi sinir sistemine kas kontraksiyonu ve tendon gerilmesi ile ilgili bilgiyi taşımaktadırlar. Ayrıca

bu reseptörler başlıca kasların aktif olduğu anlardaki gerilmelerden sorumludur ve pasif gerilmelere karşı daha az duyarlıdırlar (16,18). Herhangi bir kas aktivitesine bakılmaksızın eklemlerin pozisyonlarının kavranmasında da görev alırlar. Ayrıca kas gerilmesi üzerindeki aşırı yüklenmeleri algılayıp refleks inhibisyon ile kas aktivasyonunu durdurup kası oluşabilecek bir zarardan korurlar (1).

2. Kas içcikleri: Kas tendonu üzerinde veya kasın kemiğe tutunduğu bölgede bulunurlar ve kas liflerine paralel olarak uzanırlar (1). Başlıca ilgili kasın uzunluğu ve uzunluk üzerinde meydana gelen değişiklikler hakkında bilgi taşımada görevlidirler. Kas içcikleri, intrafuzal kas lifleri etrafında yerleşmiş özelleşmiş afferent sinir sonlanmaları içerirler (19,20). İntrafuzal kas liflerinin değişik tipleri mevcut olup, bazıları başlıca kas uzunluğunun algılanmasından, bazıları da kas uzunluğunda meydana gelen değişikliklerin algılanmasından sorumludur (16,19). Kas içcikleri aynı zamanda gerilme refleksine karşılık agonist kasların uyarılmasını sağlarlar. Ayrıca kas kasılmasının hızı ve hızdaki değişikliklerin algılanmasından da sorumludurlar (1).

3. Pacinian korpüskülleri: Genel olarak deri, dış genital organlar, meme başı, periosteum ve *membrana interossea*'da yer alırlar. Aynı zamanda eklem etrafındaki bağ dokusunda da (ligament, *meniscus* ve eklem kapsülü gibi) bulunurlar. Dokunma ve derin dokulardan gelen vibrasyon duyusunu algılamada hassas olduğu kabul edilmektedir. Hızlı adaptasyon gösteren reseptörlerdir ve hareketin ivme oranının algılanmasına yardım ederler (1,6).

4. Ruffini korpüskülleri: Kılıklı derinin dermis tabakasında yer alırlar ve bu tabakadaki kollajenin gerilmesine ve yüzeysel dokulardan gelen vibrasyon hissini algılamada hassas oldukları kabul edilmektedir (6). Eklem kapsülünde de yer almaktadırlar (1). Düşük bir eşişe sahiptirler ve yavaş adaptasyon özellikleri vardır. Bu nedenle hem statik, hem de dinamik reseptörler olarak davranabilmektedirler (21). Kolay bir şekilde yorulmayan reseptörlerdir. Hareketin yönü hakkında kısmi bilgi verirler ve hangi açıda ne hareket yapıldığının algılanmasını sağlarlar (1,22).

5. Serbest sinir sonlanmaları: Bu tip sinir sonlanmaları vücutta deri, fasya, endomisyum, tendon, ligament, eklem kapsülü, parietal periton, periosteum, perikondrium, sindirim ve solunum sistemlerine ait epitel doku, damarların adventisya tabakası, meninksler

ve kornea gibi birçok dokuda yer alırlar. Deri üzerindeki ısı farklılıklarına hassas termoreseptörler, hafif dokunmaya hassas mekanoreseptörler, aşırı sıcak ve soğuğa hassas unimodal nosiseptörler ve doku hasarına yol açan etkenlere hassas polimodal nosiseptörler bu gruba dahildir. Eklemlerdeki ağrı ve inflamasyona reaksiyon gösterirler ve ayrıca yüksek eşik değerine sahip mekanoreseptörler olarak fonksiyon gösterirler (6,23-27). Çoğu zaman inaktiftirler ve eklem dokusunda mekanik bir deformasyon olduğu zaman aktive olurlar (1).

Şuurlu ve Şuuraltı Propriyosepsiyon

Propriyosepsiyon, vücuttaki internal periferik bölgelerden gelen afferent bilgiyi alarak denge kontrolü ve eklem stabilitesi gibi birçok bilinçli duyunun değerlendirilmesinde de önemli bir yer sahibidir (16).

Bu nedenle propriyoseptif duyu iki tipe ayrılmaktadır: Şuurlu ve şuuraltı (6,16,28).

1. Şuurlu propriyosepsiyon: Dış ortamdan gelen uyarılara karşılık bilgi sağlayan kutanöz mekanoreseptörlere kıyasla, şuurlu propriyoseptif reseptörler daha çok vücudun kendisinden gelen mekanik güce cevap verirler. Amaca yönelik hareketlerin (örneğin bir nesneyi almak için elin nesneye doğru uzatılması) düzenli ve uygun bir şekilde yapılmasını sağlarlar. Şuurlu propriyosepsiyonu algılayan reseptörler özellikle eklem ve eklem kapsülünde yerleşmişlerdir ve aldıkları duysal bilgiyi serebral kortekse ileterek şuurlu bir kinestezi sağlarlar. Örnek olarak eklem pozisyon hissi, eklem hareketlerinin yönü ve hızının düzenlenmesi gibi (29,30).

2. Şuuraltı propriyosepsiyon: Kas fonksiyonlarının ve reflekslerin düzenlenmesini sağlar. Şuuraltı propriyosepsiyonu algılayan reseptörler özellikle kas içcikleri ve Golgi tendon organlarıdır. Bu reseptörler algıladıkları duyu serebral korteks yerine *cerebellum*'a götürürler (29,30).

Statik ve Dinamik Propriyosepsiyon

Statik propriyosepsiyon, pozisyon duyusunun algılanması olarak açıklanabilir. Eklem kapsülünde bulunan reseptörlerin bazıları yavaş adaptasyon yeteneğine sahiptir ve statik propriyosepsiyon ile ilgili bilgi verirler (29,30).

Dinamik propriyosepsiyon ise hareketin algılanması olarak açıklanabilir. Eklem kapsülünde bulunan reseptörlerin bazıları ise hızlı adaptasyon yeteneğine sahiptir ve dinamik propriyosepsiyon ile ilgili bilgi verirler (29,30).

Propriyoseptif Duyuyu Etkileyen Faktörler

Yaş, ağrı, yaralanma, yumuşak doku gerilimi, düzenli egzersiz yapma, spor öncesi yapılan ısınma hareketleri gibi birçok faktörün propriyosepsiyonu etkilediği bilinmektedir (1,3). Yaşlı bireylerde propriyoseptif algı azalmaktadır. Osteoartrit gibi dejeneratif hastalıkların propriyoseptif olarak pozisyon ve hareket hissi üzerinde anlamlı derecede negatif etkileri olduğu gösterilmiştir (31-33). Bir ayak eklemi bağı hasarı sonrası, yaralanmayı takiben oluşan fonksiyonel instabilite nedeniyle propriyosepsiyon duyusunda bir eksiklik olduğu görülmüştür (34). Eklem ağrılarında propriyoseptif duyunun algılanmasındaki doğruluğun azaldığına dair çalışmalar mevcuttur (35,36), fakat bazı araştırmacılar da ağrı ve propriyosepsiyon arasında bir ilişki saptamamıştır (37,38). Özellikle diz protezi uygulamalarında, yumuşak doku gerilimindeki herhangi bir dengesizliğin cerrahlar tarafından düzeltilmesi propriyoseptif duyunun algılanmasını arttırmaktadır (39). Atletik insanların, atletik olmayan insanlara kıyasla daha iyi bir propriyosepsiyon algısı olduğunu gösterilmiştir (40), fakat normal sağlıklı kontrol grubuna kıyasla bale dansçılarında diz eklemine olan gevşeklik nedeniyle propriyosepsiyonun azaldığı bulunmuştur (41). Ayrıca 5-10 dakikalık ısınma hareketlerinin propriyosepsiyon ve denge üzerinde pozitif etkisi olduğu gösterilmiştir (42). Kriyoterapi uygulamalarının propriyosepsiyonu etkilediğini ve etkilemediğini gösteren çalışmalar mevcuttur, bu nedenle kriyoterapinin propriyosepsiyon üzerindeki etkisi henüz aydınlatılamamıştır (3).

Bu faktörler haricinde görsel ve işitsel uyarıların da propriyosepsiyon üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Görsel bilginin yanlış olduğu durumlarda (görme kusuru veya görmeyi bozan bir gözlük kullanıldığı durumlar vb.) veya görsel uyarının tamamen yokluğu gibi durumlarda propriyosepsiyonun bozulduğu gösterilmiştir (4,43-47).

Propriyosepsiyon Ölçüm Yöntemleri

Propriyosepsiyon ölçümü ve değerlendirilmesinde çeşitli yöntemler kullanılabilir. Kinestezi ve eklem pozisyon hissini değerlendirilmesinde izokinetik dinamometreler, gonyometreler, inklinometreler, hareket analiz sistemleri ve bu amaçla geliştirilmiş çeşitli özel cihazlar kullanılabilir. Denge ve postür değerlendirilmesinde stabilometreler ve kuvvet platformları; kaslara bağlı gecikmenin ölçümünde EMG analiz cihazları kullanılabilir. Aynı zamanda alet gerektirmeyen ekstremite eşleştirme testleri ve sıçrama testleri gibi propriyosepsiyon ölçüm yöntemleri de mevcuttur (48).

PROPRİYOSEPSİYON DUYUSU İLE İLGİLİ YAPILARIN ANATOMİSİ

Medulla Spinalis

Medulla spinalis, merkezi sinir sisteminin *columna vertebralis*'i oluşturan kemik yapı tarafından korunan bölümdür. Servikal, torasik, lumbal ve sakral olmak üzere dört bölümü bulunur (6,7,49-54). Periferden algılanan duysal lifler *medulla spinalis*'e, *sulcus posterolateralis*'ten giren duysal lifler aracılığı ile ulaştırılır. Bu lifler *sulcus posterolateralis*'te *radix posterior (sensoria)* denilen yapıyı meydana getirirler. *Sulcus anterolateralis*'ten çıkarak *medulla spinalis*'i terk eden motor liflerin oluşturduğu yapıya ise *radix anterior (motoria)* adı verilir (6,7,50-54).

Medulla spinalis'in enine bir kesitine bakıldığında, birbirinden farklı renkte gözüken iki bölümden oluştuğu gözlemlenir. Bunların iç kısımda olanı *substantia grisea* (gri cevher), dış kısımda olanı ise *substantia alba* (beyaz cevher) olarak tanımlanır (6,50-54).

Medulla spinalis'in *substantia grisea*'sı, içerisinde bulunan nöronların büyüklüğüne, şekline, özelliklerine ve çeşitli bölgelerdeki dağılımlarına bakılarak on tane lamina'ya ayrılmıştır. Bu laminaların ayırımında Rexed ve Scheibel isimli araştırmacılar kedilerin üzerinde yaptıkları çalışmalar ile önemli sonuçlar elde etmişlerdir (6,55-59). Genel olarak deriden gelen afferent liflerin sinaps yaptığı laminalar, lamina I (*nucleus marginalis*), lamina II (*substantia gelatinosa*), lamina III ve IV (beraber *nucleus proprius*)' tür. Lamina V ve VI'ya propriyoseptif afferentler gelmektedir. Bu laminaların hareketlerin koordinasyonu ile ilgili görevleri olduğu düşünülmektedir. Lamina VII *mesencephalon* ve *cerebellum* ile ilişki içindedir. Bu laminanın postür ve hareketlerin koordinasyonu ile ilgili görevleri olduğu düşünülmektedir. Lamina VIII'in yapısında internöronlar yer alır ve bu internöronlar karşı taraf lamina VIII'den, komşu laminalardan ve bazı inen yollardan gelen aksonların sinaps yaptığı internöronlardan oluşur. Lamina X'da ise *radix posterior*'lar ile gelen afferent liflerin bir kısmı sinaps yapar (6,53,54,59).

Truncus Cerebri

Beyin sapı olarak adlandırılan *truncus cerebri*, merkezi sinir sisteminin *medulla spinalis* ile *diencephalon* arasında kalan kısmını oluşturur. *Truncus cerebri* üç bölüme ayrılarak incelenmektedir: *Medulla oblongata*, *pons* ve *mesencephalon* (6,7,50-54).

Medulla spinalis'te sonlanan tüm inen yollar ile, beyin sapına ve serebral kortekse ulaşan tüm çıkan yollar beyin sapından geçmektedir.

1. Medulla Oblongata: *Medulla oblongata* (*medulla, bulbus*), beyin sapının *medulla spinalis* ile birleşen en alt kısmıdır ve *fossa cranii posterior*'da yerleşmiştir. *Medulla oblongata*'nın arka yüzünde propriyoseptif duyular ile ilgili olan *fasciculus gracilis* ve *cuneatus*'un yaptığı longitudinal şişkinlikler yer alır. *Fasciculus gracilis* ve *cuneatus*, bu longitudinal şişkinliklerin yukarısında yer alan kabarık alanlarda, *tuberculum gracile* ve *tuberculum cuneatum*'da, sonlanırlar. Bu kabarık alanların derininde *nucleus gracilis* ve *nucleus cuneatus* bulunur. *Nucleus cuneatus*'un dorsolateralinde ise *nucleus cuneatus accessorius* yer alır. Bu çekirdekler, *medulla oblongata*'da yer alan propriyoseptif duyu ile ilgili çekirdeklerdir. *Fossa rhomboidea*'nın lateralindeki *area vestibularis*'in derininde yer alan *nuclei vestibulares* ise denge ile ilgili çekirdeklerdir (6,7,50-54).

2. Pons: *Pons*, *cerebellum*'un önünde, *mesencephalon* ile *medulla oblongata*'nın arasında yer alan beyin sapı bölümüdür. *Fossa cranii posterior*'da, *clivus*'un üst kısmı üzerine yerleşir. Beyin sapı ile *cerebellum* arasındaki bağlantıyı sağlayan bir köprü görevi görür (6,7,50-54).

3. Mesencephalon: *Pons* ile *diencephalon* arasında kalan beyin sapı bölümüdür. *Mesencephalon*'un arka yüzünde dört tane şişkinlik bulunur. *Corpora quadrigemina* olarak isimlendirilen bu şişkinlikler, yatay ve dikey iki oluk ile bir üst ve bir alt çift şişkinliğe ayrılırlar. Üst çift şişkinliklere *colliculus superior*, alt çift şişkinliklere ise *colliculus inferior* adı verilir. *Colliculus superior*'dan *corpus geniculatum laterale*'lere uzanan şişkinliklere *brachium colliculi superioris*; *colliculus inferior*'dan *corpus geniculatum mediale*'lere uzanan şişkinliklere *brachium colliculi inferioris* adı verilir (6,7,50-54).

Colliculus inferior, işitme yolları ile ilgilidir ve *lemniscus lateralis* ile gelen uyarıları *brachium colliculi inferioris* aracılığı ile *corpus geniculatum mediale*'ye ulaştırır. Buradan başlayan sinir demetleri ise işitme korteksine gider. *Colliculus superior*'un yüzeyel katmanları daha çok görme duyusu ile ilgili afferent lifler alırken, derin katmanları somatik duyular ve işitme ile ilgili afferent lifler alır. *Colliculus superior*'un efferent lifleri genel anlamda beyin sapı, *medulla spinalis*, *thalamus*, *nuclei reticulares*, *nucleus parabrachialis*, *pretectum* ve *retina*'ya ulaşır (6,7,52-54).

Nucleus parabrachialis, *colliculus inferior*'un ön-dışyan kısmında yerleşir. Yapılan çalışmalar sonucunda, bu çekirdeğin sabit pozisyonda olan veya hareket eden nesneler ile aktif

hale gelebildiğini ve *colliculus superior* ile beraber görüntünün değerlendirilmesinde görevli olduğunu düşündürmektedir (6).

Cerebellum

Cerebellum, *fossa cranii posterior*'da, *medulla oblongata* ve *pons*'un arkasında yerleşmiştir. Yukarıdan *tentorium cerebelli* ile örtülmüştür. Yaklaşık 140-150 gr ağırlığındadır. Sağdan sola 10 cm, önden arkaya ve yukarıdan aşağıya 5-6 cm'dir. Ağırlığı merkezi sinir sisteminin yaklaşık %10'u olmasına karşın, *cerebellum*'da yer alan nöronların miktarı merkezi sinir sistemindeki bütün nöronların yarısından fazladır (6,7,50-54).

Cerebellum sağ ve solda yerleşmiş iki adet hemister (*hemispherium cerebelli*) ve ortada *vermis cerebelli* adı verilen dar bir kısımdan oluşmuştur. *Cerebellum* başlıca kas tonusunun korunması, istemli motor aktivitenin koordinasyonu ve postür ve dengenin korunmasında görevlidir (6,7,52-54).

Cerebellum, beyin sapına üç ayakçık ile bağlanır: *Pedunculus cerebellaris superior*, *cerebellum* ile *mesencephalon*'u birbirine bağlar. *Pedunculus cerebellaris medius*, *pons* ile *cerebellum*'u birbirine bağlar. *Pedunculus cerebellaris inferior* ise *medulla oblongata* ile *cerebellum*'u birbirine bağlar (6,7,52-54).

Diencephalon

Diencephalon, beyin sapı ile beyin hemisferleri arasında yerleşmiştir. Toplam 25-27 g ağırlığındadır. *Thalamus*, *hypothalamus*, *subthalamus*, *metathalamus* ve *epithalamus* olarak 5 adet alt bölüme ayrılmıştır (7,53,54).

1. Thalamus: *Diencephalon*'un büyük bölümünü oluşturan yumurta şeklinde bir gri cevher kitlesidir. İki *thalamus* arasında *adhesio interthalamica* denilen bağlayıcı bir gri cevher demeti yer alır. *Thalamus*'un arka kısmı *colliculus superior*'un üstünde yerleşen bir genişleme olan *pulvinar thalami*'yi yapar. *Thalamus*, çeşitli duyuların cerebral cortex'te yer alan primer duyu alanlarına ulaştırılmasını, *cerebellum* ve bazal ganglionlardan gelen hareket ile ilişkili uyarıların serebral korteksin motor alanlarına iletilmesini sağlayan merkezi bir bölümdür (6,7,50-54).

Thalamus'un arka kısmında yer alan *corpus geniculatum laterale* ve *corpus geniculatum mediale*, *thalamus*'un bir bölümü olarak kabul edilen *metathalamus*'u oluşturur (6,7,52-54).

Thalamus içerisinde *nuclei anteriores thalami*, *nuclei mediales thalami*, *nuclei ventrales thalami*, *nuclei dorsales thalami*, *nuclei posteriores thalami*, *nuclei mediani thalami*, *nuclei intralaminaris thalami* ve *nucleus reticularis thalami* başlıkları altında çeşitli birçok çekirdek bulunur (6,7,50,52-54).

Nuclei ventrales thalami üç önemli çekirdek içerir. Bunlar, *nuc. ventralis anterior*, *nuc. ventralis lateralis* ve *nuclei ventrobasales*'dir (6,7,52-54).

a. *Nuc. ventralis anterior*: Propriyoseptif – motor assosiasyon çekirdekleri arasında ele alınır. Bazal ganglionlar ve *thalamus*'ta yer alan diğer çekirdeklerden afferent impulslar alır ve efferentleri *striatum* ve kortekste yerleşen motor ve duyu alanlara gider (7).

b. *Nuc. ventralis lateralis*: Propriyoseptif – motor assosiasyon çekirdekleri arasında ele alınır. Bu çekirdeğe *Nuc. ventralis anterior*'dan farklı olarak *cerebellum*'dan da afferent lifler gelir (7).

c. *Nuclei ventrobasales*: *Nuclei ventrales posteriores* olarak da isimlendirilirler. Bu çekirdek grubu çıkan yollar aracılığı ile gelen GSA ve SVA duyuları, ilgili korteks bölümüne yönlendirirler. İki alt gruptan oluşmaktadırlar: *Nuc. ventralis posterolateralis (VPL)* ve *nuc. ventralis posteromedialis (VPM)*.

Nuc. ventralis posterolateralis (VPL)'e *lemniscus medialis* ve *tr. spinothalamicus*'tan afferent lifler gelir. *Nuc. ventralis posteromedialis (VPM)*'e gelen afferent sinir lifleri ise *nucleus spinalis nervi trigemini*, *nucleus principalis nervi trigemini* ve *nuclei tractus solitarii*'den köken alır.

VPL, yüz hariç, vücudun karşı bölgelerinden gelen dokunma, ağrı, ısı ve propriyoseptif duyuların iletilmesinde görevlidir. Bu çekirdekten çıkan efferent yollar serebral korteksin 3, 1, 2. alanlarına gider.

VPM, yüzün karşı bölgesinden gelen dokunma, ısı, ağrı ve propriyoseptif duyular ile tad duyusunun aktarılmasında görev yapar. Bu çekirdekten çıkan efferent yollar serebral korteksin 3, 1, 2 ve 43. alanlarına gider (6,7).

2. Metathalamus: *Corpus geniculatum laterale* ve *corpus geniculatum mediale*'den oluşur.

Corpus geniculatum laterale içerisindeki çekirdek grubuna *nuclei corporis geniculati lateralis* denir. Bu çekirdek gruplarına her iki taraf görme alanı, *colliculus superior* ve primer

görme merkezinden afferentler lifler gelir; efferentlerini *radiatio optica* (tr. *geniculocalcarinus*) aracılığıyla primer görme merkezine (Brodmann'ın 17 numaralı sahası) gönderir.

Corpus geniculatum mediale içerisindeki çekirdek grubuna *nuclei corporis geniculati medialis* denir. Bu çekirdek gruplarına *colliculus inferior*'dan afferentler lifler gelir ve efferentlerini *radiatio acustica* (tr. *geniculotemporalis*) aracılığı ile işitme merkezine (Brodmann'ın 41, 42 numaralı sahası) gönderir (6,7,52-54).

3. Hypothalamus: *Thalamus*'un aşağısında bulunan, 4g'lık *diencephalon* bölümüdür. Temel görevi homeostazın kontrolünü sağlamaktır (6,7,50-54).

4. Subthalamus: *Thalamus*'un önünde, *hypothalamus*'un kaudal kısmının dışyanında yerleşmiştir (6,7,52-54).

5. Epithalamus: *Diencephalon*'un üst arka bölümünü oluşturur. 3. Ventrikülün üst arka duvarında yerleşmiştir (6,7,52-54).

Telencephalon

Telencephalon'u beyin hemisferleri oluşturur. Merkezi sinir sisteminin en büyük bölümüdür. Ön-arka çapı 16 cm, sağ-sol çapı 13 cm, yüksekliği 6-7 cm, ağırlığı ise yaklaşık 1000-1100 gr'dır. Her bir beyin hemisferi morfolojik olarak longitudinal seyirli derin bir yarık olan *fissura longitudinalis cerebri* ile iki yarıma (sağ ve sol hemisfer) ayrılır. Sağ ve sol hemisfer, bu yarığın derininde yerleşen *corpus callosum* ve *commissura anterior / posterior* gibi komissural lif demetleri ile birbirine bağlanırlar (6,7,52-54).

Her bir hemisfer üç yüze sahip olup, dış tarafta *cortex cerebri* adı verilen gri cevher tabakası, iç tarafta ise *substantia alba* denilen beyaz cevher tabakası içerir. Beyin hemisferlerinin dış tarafında *gyrus* (*gyri cerebri*) olarak adlandırılan yükseklikler ile bunların arasında yerleşmiş *sulcus* (*sulci cerebri*) olarak isimlendirilen yarıklar bulunur. Her bir beyin hemisferi *lobus frontalis*, *lobus parietalis*, *lobus occipitalis*, *lobus temporalis*, *lobus insularis* (*insula*) ve *lobus limbicus* olarak bölümlere ayrılır (6,7,52-54).

Hemisferlerde yer alan ve oldukça derin olan bazı oluklar (*sulcus centralis*, *sulcus lateralis*, *sulcus parieto-occipitalis*), fonksiyon ve yapı farklılıkları gösteren hemisfer loblarını birbirinden ayırırlar. Bu olukların tümüne genel olarak *sulci interlobares* adı verilir (7).

Sulcus lateralis (Sylvius yarığı), frontal ve temporal loblar ile bir kısım parietal ve temporal lob bölümünü birbirinden ayırır. *Sulcus centralis* (Rolando yarığı), önde lobus frontalis ile arkada lobus parietalis'i birbirinden ayırır. *Sulcus parieto-occipitalis* ise parietal ve oksipital lobları ayırır (6,7).

1. Cortex cerebri: Nöronların diziliminde ve yoğunluğunda, nöron tipleri ve aksonların seyrinde *cortex cerebri*'nin çeşitli bölgelerinde farklılıklar bulunur. Birçok araştırmacı, değişik bölgelerdeki nöron tipleri ve bu nöronların dağılımı ile miyelinli liflerin seyrindeki farklılıkları değerlendirmiş ve *cortex cerebri*'nin sitolojik haritasını çıkarmıştır. Bu çalışmalardan günümüzde en yaygın olarak kullanılan Brodmann isimli araştırmacının 1909 yılında çıkardığı sitolojik haritadır. Brodmann, *cortex cerebri* kapsamında 52 farklı bölge tanımlamıştır (6,7,52-54,60).

Cortex cerebri'de duyu bölgeleri, motor bölgeler ve assosiasyon bölgeleri belirlenmiştir. Primer somatik duyu merkezi (Brodmann'ın 3, 1, 2 numaralı sahaları), primer görme merkezi (Brodmann'ın 17 numaralı sahası), primer işitme merkezi (Brodmann'ın 41 numaralı sahası) ve tat merkezi (Brodmann'ın 43 numaralı sahası) serebral kortekste yer alan primer duyu bölgeleridir. Sekonder duyu bölgeleri, genellikle primer duyu bölgelerinin çevresinde bulunurlar. *Cortex cerebri*'de primer motor bölge, premotor bölge ve yardımcı motor bölge olmak üzere başlıca üç tane motor bölge bulunur. Bunlar haricinde frontal göz sahası olarak adlandırılan ve istemli göz hareketleri ile ilişkili olan bir motor bölge daha bulunmaktadır. Assosiasyon bölgeleri ise birçok duyunun toplandığı ve motor hareketlerin planlandığı alanlardır. Assosiasyon bölgelerinin hem duyu alanları ile, hem de motor alanlar ile birçok bağlantıları bulunur (6,7,52-54,60).

Primer somatik duyu merkezi, parietal lob'da, *gyrus postcentralis*'te yerleşmiştir. Buraya *thalamus*'tan gelen lifler VPL ve VPM nucleus'lardan köken alır ve vücudun karşı tarafı ile ilgili somatik duyu uyarıları taşır (6,7,52-54,60).

Yardımcı (assosiasyon) somatik duyu merkezi, *lobulus parietalis superior* ve *inferior*'da yerleşmiştir. Primer duyu merkezine ulaşan tüm duyular buraya da iletilmektedir. Assosiasyon somatik duyu merkezi, duyu hafıza merkezi olarak da tanımlanır (6,7,52-54,60).

Primer görme merkezi, *polus occipitalis* ile *lobus occipitalis*'in medial yüzünde yer alır. Afferent lifleri *corpus geniculatum laterale*'den *radiatio optica* aracılığı ile gelmektedir (6,7,52-54,60).

Sekonder görme merkezi, primer görme merkezinin çevresinde yerleşmiş olup, görülen nesnelerin biçimlerinin değerlendirilmesi, hareket eden nesnelerin gözlemlenmesi, aynı

renklerin değişik tonlarının ayırt edilmesi ve nesnelerin hatırlanmasını sağlar. Bu nedenle görme hafıza merkezi olarak da tanımlanır. Brodmann'ın 18 ve 19 numaralı sahasına uyar (6,7,52-54,60).

Primer işitme merkezi *gyri temporales transversi*'de bulunur ve Brodmann'ın 41 numaralı sahasına karşılık gelir. Buraya *radiatio acustica* aracılığı ile *corpus geniculatum mediale*'den afferent lifler gelir. Bu afferent liflerin bir kısmı Brodmann'ın 42 numaralı sahasında sonlanır; bu bölge işitme ile ilişkili bir assosiasyon sahası olarak kabul edilir (6,7,52-54,60).

Primer motor bölge, *gyrus precentralis*'te yer alır. Brodmann'ın 4 numaralı sahasına karşılık gelir. Premotor bölge, beyin hemisferlerinin lateral yüzünde bulunur ve Brodmann'ın 6 numaralı sahasının alt bölümüne karşılık gelir. Bu bölge işitme, görme ve somatik duyular ile aktive olmaktadır. Bu nedenle, premotor bölgenin belirli bir duyu uyarısına bağlı olarak gerçekleştirilen istemli motor hareketlerin planının yapılmasında ve bu hareketleri başlatmakta görevli olduğu düşünölmektedir. Yardımcı motor bölge, beyin hemisferlerinin medial yüzünde bulunur ve Brodmann'ın 6 numaralı sahasının üst bölümüne karşılık gelir (6,7,52-54,60).

Frontal göz sahası, premotor bölgenin önünde yerleşir ve Brodmann'ın 8 numaralı sahasının alt bölümüne karşılık gelir. Bu sahanın, istemli olarak gerçekleştirilen ve cisimlerin görüntüsünü odaklamak amacıyla yapılan konjuge göz hareketleri ile ilişkili olduğu kabul edilir (6,7,52-54,60).

Lobus frontalis'te bulunan Brodmann'ın 44 numaralı sahası ile 45 numaralı sahanın bir bölümü motor konuşma merkezi (Broca's area) olarak tanımlanır. Brodmann'ın 22 numaralı sahası (Wernicke's area) ise işitme ile ilişkili önemli bir assosiasyon merkezidir ve bu merkezin görevi işitilen veya okunan kelimelerin anlamlarını değerlendirme ile ilgilidir (6,7,52-54,60).

2. Substantia alba: Beyaz cevherde bulunan sinir lifleri, fonksiyonlarına göre assosiasyon lifleri, komissural lifler ve projeksiyon lifleri olarak üç bölüme ayrılır. Assosiasyon lifleri aynı hemisfer içerisinde yer alan korteks bölümlerini birbirine bağlarken, komissural lifler her iki hemisferde bulunan korteks alanları arasında bağlantı sağlar. Projeksiyon lifleri ise serebral korteks ile beyin sapı ve *medulla spinalis* gibi daha alt bölgelerde yer alan merkezi sinir sistemi bölümlerini karşılıklı olarak birbirine bağlar (6,7,52-54).

Projeksiyon lifleri, *corpus striatum* etrafında *corona radiata* olarak isimlendirilen, geniş beyaz cevher bölümünü meydana getirir. *Corona radiata*'nın lifleri kaudalde birbirine yaklaşıp *capsula interna* olarak adlandırılan yapıyı oluşturur. *Capsula interna*'nın *crus antierius*, *crus posterius* ve *genu* olmak üzere üç kısmı ayırt edilir (6,7,52-54).

PROPRİYOSEPTİF DUYUNUN MERKEZİ SINİR SİSTEMİNE TAŞINMASI

Vücudun herhangi bir bölgesinden alınan duysal girdinin entegrasyonu büyük oranda *medulla spinalis* seviyesinde başlar. Entegrasyon, afferent nöronlar ile meydana gelen eksitator ve inhibitör sinapsların çeşitli kombinasyonlarının bir sonucu olarak ortaya çıkan mekanizmaları tarifler (61). Bu sinapslar, diğer afferent lifler veya daha yüksekte yer alan merkezi sinir sistemi yapılarından sinyal taşıyan nöronlar gibi çeşitli kaynaklardan köken alabilir. Afferent entegrasyon, koordineli ve akışkan motor kontrolün önemli bir bileşenidir ve merkezi sinir sisteminin tüm seviyeleri boyunca gerçekleşmektedir (16,62).

Medulla spinalis seviyesinde meydana gelen afferent entegrasyonun esası, internöronlar ve daha yüksekte yer alan merkezi sinir sistemi seviyeleri ile bağlantılı olan nöronlar arasında yatmaktadır. Beyin sapından ve korteksten bu nöronlar üzerine inen yollar aracılığı ile meydana gelen kontrol, bu merkezlere, çıkan yollar aracılığı ile taşınacak olan duysal girdiyi filtreleme yeteneği sağlar (16,63). Başka bir deyişle, supraspinal merkezi sinir sistemi bölgeleri, periferden gelen ve çıkan yollar aracılığı ile taşınan duysal bilgiyi modüle eder (16).

Doğrudan kortekse sinaps yapmadan giden bazı taktıl nöronların aksine, propriyoseptif bilgi taşıyan aksonların çoğu *medulla spinalis*'in dorsal boynuzuna girdiklerinde internöronlar ile sinaps yapmak için iki kola ayrılırlar (16,64).

Çeşitli reseptörlerden gelen spesifik propriyoseptif sinyallerin merkezi sinir sistemine taşınmasını tarifleyen iki teori yer almaktadır. İlk teori, herhangi bir uyarının, merkezi sinir sistemi içerisinde belirli bir noktada veya birden fazla noktada sona eren belirli bir sinir lifine bağlı spesifik bir reseptörü tetiklediği varsayımına dayanır (28). Bu teorinin eleştirilenleri, çoğu reseptör ve nöronun sadece belirli bir uyarana değil, farklı birçok uyarana duyarlı olduğu gerçeğinin ihmal edildiğini ileri sürmektedir. İkinci teori, propriyoseptif bilginin tek reseptörlerden gelen ayrı birimlerden ziyade, nöral bir reseptör popülasyonu boyunca bir kodlama yolu ile merkezi sinir sistemine aktarıldığını ileri sürmektedir (16,65). İlk olarak Erickson tarafından önerilen bu teori, reseptörlerin özgün fakat birbirleri ile örtüşen duyarlılık aralığına sahip olduklarını öne sürmektedir (66). Bu teorinin sensorimotor sisteme uyarlanması büyük ölçüde Johansson ve arkadaşlarının çalışmaları sonucu oluşmuştur (14,16,67).

İnen ve Çıkan Yollar

Medulla spinalis'e giren çeşitli büyüklükteki ve fonksiyonel olarak değişik görevleri olan duysal sinir lifleri, *substantia alba*'da yer alan *tractus*'lar olarak gruplanır ve ayrılırlar. Sinir liflerinin bazıları *medulla spinalis*'in farklı segmentlerini bağlamaya yardım ederken, diğer

bir bölümü ise *medulla spinalis*'ten daha yüksekte yer alan merkezlere gider ve böylece beyin ile *medulla spinalis* arasındaki bağlantıyı oluşturur. Yukarı merkezlere giden sinir lifi demetleri çıkan yollar olarak isimlendirilirler. Yukarı merkezlerden *medulla spinalis*'e inen sinir lifi demetleri ise inen yollar olarak adlandırılırlar. İnen yollar (*viae descendens*) motor impulsları merkezi sinir sisteminden çevreye; çıkan yollar (*viae ascendens*) ise çevreden merkezi sinir sisteminin ilgili yerlerine duysal impulslar taşırlar. Propriyoseptif duyular ve ağrı, ısı ve dokunma gibi eksteroseptif duyular çıkan yollar ile taşınırlar (6,7,39).

Propriyoseptif duyuların taşınmasından sorumlu olan çıkan yollar *fasciculus gracilis* ve *fasciculus cuneatus*, *tractus spinocerebellaris posterior* ve *tractus spinocerebellaris anterior*, *tractus cuneocerebellaris*, *tractus spinocerebellaris rostralis*, *tractus spinocervicalis* (tr. *spinocervicothalamicus*), *tractus spinoolivaris anterior* ve *tractus spinoolivaris posterior*, *tractus trigeminothalamicus* 'tur (6,7,16,50,59,68).

1. Fasciculus gracilis ve fasciculus cuneatus: Bu yollar, pozisyon duyusu ve kinestezi (şuurlu propriyosepsiyon duyusu) ile iki nokta diskriminasyonu ve vibrasyon gibi ayırt edici dokunma-basınç duyuları ile ilişkilidir. Bu yollar ile ilgili nöronların hücre gövdeleri *ganglion spinale*'de yer almaktadır. Bu nöronların periferik uzantıları, Golgi tendon organı, eklem kapsülü ve kas içciklerinden alınan propriyoseptif duyu ile ilgili impulsları *ganglion spinale*'ye taşırlar. *Ganglion spinale*'de yerleşen birinci nöronların merkezi uzantıları, *radix posterior*'un iç yanından geçerek *medulla spinalis*'e girer ve aynı tarafta yer alan *funiculus posterior*'da çıkan ve inen aksonlar verir. Bu aksonların koksigeal, sakral, lumbal ve alt torakal bölgelerden gelenleri *fasciculus gracilis*'i, üst torakal ve servikal bölgelerden gelenleri ise *fasciculus cuneatus*'u meydana getirir. Bundan dolayı *medulla spinalis*'in alt seviyelerinde sadece *fasciculus gracilis*, T6 segmenti ve üzerindeki seviyelerde ise iç tarafta *fasciculus gracilis*, dış tarafta *fasciculus cuneatus* yer alır (6,7,50,52-54,59,68-72).

Funiculus posterior'da yükselen aksonlar, *medulla oblongata*'da yer alan *nucleus gracilis* ve *nucleus cuneatus*'a ulaşır. Bu seviyede, *fasciculus gracilis* içerisinde yer alan aksonlar *nucleus gracilis*'teki, *fasciculus cuneatus* içerisinde yer alan aksonlar ise *nucleus cuneatus*'taki ikinci nöronlar ile sinaps yapar. İkinci nöronların aksonları *fibrae arcuatae internae* olarak adlandırılır ve bu lifler öne ve iç yana doğru yönelerek karşı tarafa geçer. Her iki taraftan gelen liflerin meydana getirdiği bu çapraza *lemnisci medialis* (*decussatio lemniscorum medialis*) denir. Karşı tarafa geçen lifler *lemniscus medialis* adını alır ve orta hattın her iki yanında yükselirler (6,7,50,52-54,59,68-72).

Lemniscus medialis'i meydana getiren aksonlar daha sonra *thalamus*'ta yer alan *nucleus ventralis posterolateralis* (VPL)'deki üçüncü nöronlar ile sinaps yapar. Bu nöronların aksonları ise *capsula interna*'nın *crus posterior*'undan ve *corona radiata*'dan geçerek kortekse giderler. Kortekste *gyrus postcentralis*'te yer alan Brodmann'ın 3, 1, 2 numaralı alanlarındaki nöronlar ile sinaps yaparak sonlanırlar (6,7,50,52-54,59,68-72).

Fasciculus gracilis gövdenin alt bölümü ve alt ekstremitelerden gelen, *fasciculus cuneatus* ise gövdenin üst bölümü, boyun ve üst ekstremitelerden gelen propriyoseptif duyuyu üst merkezlere taşır. Bu yolların taşıdığı lifler kortekse ulaştığı için, bu yolların taşıdığı duyular şuurlu propriyosepsiyon duyusu olarak isimlendirilir (6,7,50,52-54,59,68-72).

2. Tractus spinocerebellaris posterior: Bu yol şuuraltı propriyosepsiyon ile ilgilidir. Bu yolun taşıdığı duyular kortekse gitmeyip *cerebellum*'da sonlandığı için şuura ulaşmamaktadır. Bu yol ile ilgili birinci nöronlar *ganglion spinale*'de yer alır. Bu nöronların periferik uzantıları propriyoseptif reseptörlerden aldıkları uyarıları *medulla spinalis*'e götürür. Bu yol ile ilişkili aksonlar, lamina VII'de yer alan *nucleus thoracicus posterior* (Clarke's nucleus)'daki ikinci nöronlar ile sinaps yapar. Bu nucleus, *medulla spinalis*'in yalnızca C8-L2 segmentleri arasında yer alır. *Nucleus thoracicus posterior*'daki ikinci nöronların uzantıları, aynı taraftaki *funiculus lateralis*'te yer alan *tractus spinocerebellaris posterior*'u meydana getirir. *Tractus spinocerebellaris posterior*, *pedunculus cerebellaris inferior*'dan geçerek *cerebellum*'a ulaşır ve *vermis cerebelli*'de sonlanır (6,7,50,52-54,59,68-70,72).

Clarke's nucleus, *medulla spinalis*'in yalnızca C8-L2 segmentleri arasında yer aldığından dolayı, L2 seviyesinin altındaki segmentlerden gelen birinci nöronların merkezi uzantıları *fasciculus gracilis*'e katılır ve L2 seviyesine kadar yükselir ve bu seviyenin üzerinde yer alan *nucleus thoracicus posterior*'daki ikinci nöronlar ile sinaps yaparlar. C8 seviyesinin üzerindeki segmentlerde yer alan birinci nöronların merkezi uzantıları ise *fasciculus cuneatus* içerisinde yükselir ve *medulla oblongata*'da yer alan *nucleus cuneatus accessorius* ile sinaps yapar. Buradaki nöronların aksonları *tractus cuneocerebellaris*'i meydana getirir (6,7,50,52-54,59,68-70,72).

Nucleus thoracicus posterior'un C5-C7 segmentlerinden de afferent lifler aldığı gösterilmiştir (6).

3. Tractus spinocerebellaris anterior: Bu yol şuuraltı propriyosepsiyon ile ilgilidir. Bu yolun taşıdığı duyular kortekse gitmeyip *cerebellum*'da sonlandığı için şuura ulaşmaz. Bu yol ile ilgili birinci nöronlar *ganglion spinale*'de yer alır. Bu nöronların periferik uzantıları

propriyoseptif reseptörlerden aldıkları uyarıları hücre gövdesine götürür. Santral uzantıları ise laminae V, VI ve VII'de yer alan ikinci nöronlar ile sinaps yaparlar (6,7,50,52-54,59,68-70,72).

Bu yol ile ilgili ikinci nöronlar *medulla spinalis*'in yalnızca lumbal, sakral ve koksigeal segmentlerinde yer almaktadır. Bundan dolayı fonksiyonel olarak bu yol alt ekstremité ile ilişkilidir. Bu yola ait ikinci nöronların uzantıları *commissura alba anterior*'dan karşı tarafa geçer ve *funiculus lateralis* içerisinde, *tractus spinocerebellaris posterior*'un önünde seyreden *tractus spinocerebellaris anterior*'u meydana getirir. *Tractus spinocerebellaris anterior*, *pedunculus cerebellaris superior*'dan geçer ve *vermis cerebelli*'de sonlanır. Liflerin bir bölümü ise üst servikal segmentlerde *tractus spinocerebellaris posterior*'a katılır ve *pedunculus cerebellaris inferior* aracılığı ile *cerebellum*'a ulaşır. Bazı liflerin ise karşı tarafa geçmeden *vermis cerebelli*'de sona erdiği gösterilmiştir (6,7,50,52-54,59,68-70,72).

4. Tractus cuneocerebellaris: Bu yol üst ekstremitéden gelen şuurlu propriyosepsiyon duyusu ile ilişkilidir. Birinci nöronları *ganglion spinale*'de yer almaktadır. C8 seviyesinin üzerinde yer alan bölgelerde *nucleus thoracicus posterior* yer almadığından dolayı, bu yolun birinci nöronlarının merkezi uzantıları aynı tarafta yer alan *nucleus cuneatus*'a katılır ve *medulla oblongata*'da yer alan *nucleus cuneatus accessorius*'a gider. Bu yolun ikinci nöronları bu nedenle *nucleus cuneatus accessorius*'ta yer almaktadır. İkinci nöronların uzantıları ise *fibrae arcuatae externae posteriores* ismini alır ve aynı tarafa ait *pedunculus cerebellaris inferior*'dan geçerek *cerebellum*'a gider (6,7,50,52-54,59,68-70,72).

5. Tractus spinocerebellaris rostralis: Bu yol bazı hayvan türlerinde gösterilmiştir. Fonksiyonel olarak *tr. spinocerebellaris anterior* ile benzerlik göstermektedir. Üst ekstremité ve baş bölgesinden gelen şuurlu propriyosepsiyon duyusu ile ilişkilidir. Birinci nöronları *ganglion spinale*'de yer alır. Birinci nöronların merkezi uzantıları, *medulla spinalis*'in C4-C8 segmentlerindeki lamina VII'de yer alan ikinci nöronlar ile sinaps yapar. İkinci nöronların uzantıları aynı tarafa ait *tractus spinocerebellaris rostralis*'i meydana getirir. Daha sonra bu yolu oluşturan sinir demetleri beyin sapına ulaşır ve *pedunculus cerebellaris superior* ve *inferior*'dan geçerek *cerebellum*'da sonlanır (6,59,68).

6. Tractus spinocervicalis (tr. spinocervicothalamicus): Şuurlu propriyosepsiyon duyusu ile ilgili olan bu yol *funiculus lateralis*'te yer alır ve birinci nöronları *ganglion spinale*'de bulunur. Bu nöronların aksonları aynı taraftaki *nucleus cervicalis lateralis*'te yer alan ikinci nöronlar ile sinaps yapar. İkinci nöronların uzantıları ise çaprazlaşarak karşı tarafta

yer alan *funiculus lateralis*'te yükselir ve *tractus spinocervicalis*'i oluşturur. Bu yol ile ilgili liflerin bazıları *lemniscus medialis* aracılığı ile karşı taraftaki *thalamus*'ta, bazıları da karşı taraftaki *mesencephalon*'da sonlanır. (7,59,73,74).

7. Tractus spinoolivaris anterior ve posterior: Bu yol genel anlamda hem propriyoseptif hem de eksteroseptif impulsları taşır ve bu yola ait birinci nöronlar *ganglion spinale*'de yer almaktadır (6,50,52).

Birinci nöronların merkezi uzantılarının bir bölümü laminae IV, V, VII ve VIII'deki ikinci nöronlar ile sinaps yapar. İkinci nöronların uzantıları, *commissura alba anterior*'dan karşı tarafa geçer ve *medulla spinalis*'in ön-dış bölümünde yer alan *tractus spinoolivaris anterior*'u meydana getirir. Bu yol ile ilgili lifler, *nucleus olivaris accessorius posterior* ve *nucleus olivaris accessorius medialis*'te sonlanır (6,50,52).

Birinci nöronların merkezi uzantılarının bir bölümü ise aynı taraf *funiculus posterior* içerisinde yükselen *tractus spinoolivaris posterior*'u oluşturur. Bu yol ile ilgili lifler ise, *medulla oblongata*'da yer alan *nucleus gracilis* ve *nucleus cuneatus*'taki ikinci nöronlar ile sinaps yapar. Bu nucleus'lardaki nöronların uzantıları ise karşı tarafta geçerek *nucleus olivaris accessorius posterior* ve *nucleus olivaris accessorius medialis*'te sonlanır (6,50,52).

8. Tractus trigeminothalamicus: Bu yol başa ait ağrı, ısı, dokunma ve şuurlu propriyosepsiyon duyularını taşır. Propriyoseptif duyuyu taşıyan liflerinin birinci nöronu *mesencephalon*'da yer alan *nucleus mesencephalicus nervi trigemini*'dir. Bu liflerin ikinci nöronları *thalamus*'ta yer alan VPM nucleus'tur. İkinci nöronlardan çıkan aksonlar daha sonra *cortex cerebri*'nin primer duyu merkezi olan ve parietal lob'da yer alan *gyrus postcentralis*'te sonlanır (52,74).

GÖRME VE PROPRIYÖSEPSİYON

Görme, hem çevredeki olaylar ve nesnelerden bilgi edinilmesini, hem de çevreye veya vücudun bir kısmına kıyasla vücudun çeşitli bölümlerinin göreceli pozisyonları hakkında bilgi edinilmesini sağlamaktadır. Bundan dolayı görme sadece eksteroseptif değildir, yani sadece vücudun dışından gelen uyarılara tepki veren bir olay değildir; ayrıca propriyoseptif bir olaydır (4,75).

Görme kusuru olan veya deneysel olarak görme kusuru oluşturulan deneklerde propriyosepsiyonun anlamlı olarak bozulduğu gözlemlenmiştir. Çünkü sağlıklı bir birey vücudun herhangi bir bölümünü göreceli olarak tarif etmek istediğinde, görsel uyarı ile o

bölgeden gelen propriyoseptif bilgiyi birleştirmektedir. Görmenin propriyoseptif gücü, yürüme, koşma, bisiklete binme gibi tüm motor aktivitelerde önem göstermektedir. Çevresel hareketler ile ilgili görsel bilgiye sahip olmadan bir bireyin tam doğrulukla hareket etmesi oldukça güçtür. Bu nedenle birey görmenin eksteroseptif etkisinden faydalanarak propriyosepsiyonu güçlendirmektedir. Fakat görme yalnızca propriyosepsiyona yardımcı olan basit ve tamamlayıcı bir olay değildir, aksine görme bağımsız bir olaydır ve aynı zamanda propriyoseptif bilginin olası en güçlü kaynaklarından biridir (4,47,75,76).

Yapılan araştırmalara göre propriyoseptif duyu, vücudun içinden gelen uyarılara yönelik bilgi sağlarken, görsel duyu vücudun dışında yer alan ortamdan gelen uyarılara yönelik bilgi sağlamaktadır. Bununla birlikte, her iki duyudan gelen bilgiler, belli bir düzeyde bir araya gelmekte ve birlikte çalışmaktadır. Biri dış diğeri iç ortama ait bilgileri derleyen bu iki sistemin nasıl bir araya geldiği ve çalıştığı kesin olarak aydınlatılamamıştır (75).

Göz Anatomisi

Görme organı olan sağ-sol iki göz, *orbita* denilen göz çukurlarına yerleşmiştir. Göz kürelerinin üç adet tabakası vardır ve bu tabakalar dıştan içe doğru fibröz tabaka, vasküler tabaka ve sinirsel tabaka olarak sınıflandırılır (7,52,77,78).

Fibröz tabaka, yani *tunica fibrosa bulbi*, iki bölümden meydana gelir. Bunlardan ilki göze opak beyaz rengini veren ve bol miktarda kollajen lif içeren *sclera* tabakasıdır. Diğeri ise, avasküler yapıda ve şeffaf olan *cornea* tabakasıdır. *Sclera*, arkada *n. opticus*, *nn. Ciliares*, *a. v. centralis retinae* ve *aa. vv. ciliares*’ ler ile delinir. *Sclera*’nın bu bölgesine *lamina cribrosa sclerae* adı verilir (7,52,77,78).

Vasküler tabaka, yani *tunica vasculosa bulbi*, üç bölümden meydana gelir. Bunlar *choroidea*, *corpus ciliare* ve *iris*’tir. *Choroidea*, kollajen ve elastik liflerden zengin, çok sayıda pigment hücresi ve kan damarı içeren bölümdür. *Corpus ciliare*, yapısal olarak *choroidea*’ya benzer ve ek olarak otonom sinirlerle innerve olan *m. ciliaris*’leri içerir. *M. ciliaris*’ler *lens*’in kırıcılığını ayarlarlar ve akodomasyon refleksinden sorumludurlar. *Iris* ise göze rengini veren tabakadır ve merkezinde *pupilla* yer alır. *Iris*’in yapısında bulunan *m. sphincter pupillae* ve *m. dilatator pupillae*, *pupilla*’nın üzerine düşen ışık miktarını kontrol ederek *pupilla*’nın açıklığını değiştirirler. *M. sphincter pupillae* parasempatik, *m. dilatator pupillae* sempatik sinirler ile innerve edilir (7,52,77,78).

Sinirsel tabaka, yani *tunica interna bulbi*’ye *retina* tabakası da denilir ve göz küresinin en içte kalan kısmıdır. *Stratum nervosum* ve *stratum pigmentosum* olarak iki tabakadan oluşur. Aynı zamanda retina iki bölümde incelenir; birisi ışığın düştüğü kısım olan *pars optica*, diğeri

ise ışığın düşmediği kısım olan *pars caeca*'dır. *Pars optica*'nın arka kısmında, *n. opticus*'u meydana getiren sinir liflerini içeren, fotoreseptör görevi görmeyen, ışığa duyarsız ve kör nokta olarak da adlandırılan *discus nervi optici* yer alır. Buradan aynı zamanda *a. v. centralis retinae* geçmektedir. *Discus nervi optici*'nin dış tarafında *retina*'nın en iyi gören ve ışığın en iyi düştüğü kısım olan *macula lutea* yer alır. *Macula lutea*'nın ortasında yer alan çukur alana *fovea centralis* denilir (7,52,77,78).

Göz küresinde ayrıca ışığın kırıldığı ortamlar yer alır. Bunlara refraktif ortamlar denilir ve başlıca *cornea*, *humor aquosus*, *lens* ve *corpus vitreum*'dan oluşurlar (7,52,77,78).

Görmenin Algılanması

Dış ortamdan gelen ışık uyarısı, gözün kırıcı ortamlarından geçerek *retina* üzerine düşer. *Retina* üzerinde ışığın düştüğü kısma (*pars optica*) gelen ışık uyarılarını algılamaktan sorumlu olan hücreler burada yer alan fotoreseptörlerdir (7).

Retina yaklaşık olarak 65 milyon fotoreseptöre sahiptir. Bunlardan yaklaşık 3.2 milyonu koni, 60 milyonu rod (basil) hücreleridir. Koni hücrelerinin ışıkla uyarılma eşiği daha yüksektir ve daha çok aydınlıkta görme ile ilişkilidirler. Ayrıca koni hücreleri içerdikleri üç çeşit fotopigment sayesinde renkli görmeyi sağlarlar. Rod hücrelerinin ise ışıkla uyarılma eşiği düşüktür ve karanlıkta görme ile ilgilidirler. Rod hücreleri tek çeşit fotopigment içerdikleri için renksiz görmeyi sağlarlar (6,79,80).

Retina'da yaklaşık 10 milyon adet bipolar hücre vardır. Bu hücreler fotoreseptörler aracılığı ile gelen sinyalleri değerlendirirler ve bu sinyalleri sinirsel impulslara dönüştürürler. Fotoreseptör hücreler, bipolar hücreler ile ya doğrudan ya da internöronlar aracılığı ile sinaps yapmış haldedirler ve aldıkları ışık uyarısını bipolar hücrelere aktarırlar (7,79,80).

Retina'da bulunan ve sayıca yaklaşık 1.2 milyon olan ganglion hücrelerinin aksonları birleşerek *discus nervi optici* etrafında *nervus opticus*'u oluşturmak üzere birleşirler. Bipolar hücreler tarafından sinirsel impulslara dönüştürülen ışık uyarıları ganglion hücrelerinde toplanırlar. Ganglion hücreleri de aldıkları sinirsel impulsları *n. opticus*'a aktarırlar (7,79,80).

Görme Alanı

Baş ve gözler sabit durumdayken, her iki gözün görebildiği alan görme alanı olarak isimlendirilir. *Macula lutea*'nın gördüğü alana santral görme alanı, bu alanın çevresinde kalan alana ise parasantral görme alanı ismi verilir. Tek taraftaki gözün görebildiği alana ise periferik görme alanı adı verilir.

Her iki *retina* 'nın sağ yarısı görme alanının sol yarısını, sol yarısı ise görme alanının sağ yarısını görür. Benzer şekilde *retina* 'nın alt yarısı görme alanının üst yarısını, üst yarısı ise görme alanının alt yarısını görür. Bu nedenle görme alanı ters olarak görülmektedir (6,74).

N. Opticus ve Görme Yolları

N. opticus (CN II), 12 çift kafa sinirinden ikincisidir. Ganglion hücrelerinin aksonlarının bir araya gelmesi ile oluşur. Bu sinir aynı zamanda merkezi sinir sistemini dıştan içe doğru saran üç ayrı zar olan *dura mater*, *arachnoidea mater* ve *pia mater* ile sarılıdır. *N. opticus* seyri boyunca *pars intraocularis*, *pars orbitalis*, *pars intracanalicularis* ve *pars intracranialis* olarak dört bölümde incelenmektedir. *N. opticus*, ganglion hücrelerinden gelen sinirsel impulsları görme ile ilgili alanlara iletmek ile görevlidir (7,79,80).

Her iki *n. opticus*, *canalis opticus* aracılığı ile *orbita* 'dan kafatası boşluğu içerisine girer. Burada sphenoid kemiğin üzerinde yer alan *sulcus chiasmaticus* adı verilen oluk üzerinde her iki *n. opticus* birleşir. Bu birleşim yeri hipofiz bezinin ön-üst tarafında kalır. Her iki *n. opticus* 'un burada birleşmesine *chiasma opticum* adı verilir (7,79,80).

Chiasma opticum 'da yer alan lifler iç yan (nasal) ve dış yan (temporal) lifler olarak iki grup şeklinde incelendiğinde; nasal kısımda kalan lifler *chiasma opticum* 'da çapraz yaparak karşıya geçmekte, temporal kısımda kalan lifler ise çapraz yapmadan aynı tarafta ilerlemektedir. Bu sayede her iki gözün sağ yarımından gelen lifler sağ *tr. opticus* 'u, sol yarımından gelen lifler ise sol *tr. opticus* 'u meydana getirir. Bu sayede sağ *tr. opticus* görme alanının sol yarımı ile, sol *tr. opticus* ise görme alanının sağ yarısı ile ilgili impulsları taşır (6,7,74,79,80).

Chiasma opticum 'dan sonra, *n. opticus* 'un lifleri sağ-sol *tractus opticus* 'lar ile devamlılık gösterir. Her iki *tr. opticus* daha sonra *corpus geniculatum laterale* 'de yer alan nöronlar ile sinaps yapar. *Corpus geniculatum laterale* 'de de, *tr. opticus* 'ta olduğu gibi görme alanının karşı yarısı temsil edilir (7,74,79,80).

Tr. opticus 'taki liflerin küçük bir kısmı, *corpus geniculatum laterale* 'de sinaps yapmadan, *colliculus superior* 'a ve *area preectalis* 'e ulaşır. *Colliculus superior* 'a ulaşan lifler hareket eden cisimlerin takip edilmesi, *area preectalis* 'e ulaşan lifler ise *pupilla* ışık refleksi ile ilişkilidir (6).

Corpus geniculatum laterale 'de sinaps yapan nöronlar, *radiatio optica* (*tr. geniculocalcarinus*) olarak adlandırılan yolu oluştururlar. Bu yol, *capsula interna* 'dan geçerek occipital lob 'da yer alan ve primer görme merkezi olan Brodmann 'ın 17 numaralı sahasında sonlanır (6,7,74,79,80).

YÜRÜME

Bir noktadan diğer bir noktaya gitmek amacıyla, alt ekstremiteler ile yapılan ardışık hareketler aracılığı ile vücudun ilerletilmesine yürüme adı verilir (81-83). Yürüme esnasında ayak topuğunun yer ile temasından sonra, aynı ayak topuğunun yeniden yere basmasına kadar geçen süreye yürüme döngüsü (YD) adı verilir. Kişinin günlük hayatı sırasında yürüdüğü hız normal yürüme hızı olarak kabul edilir ve yetişkin bireylerde bu hız yaklaşık olarak 80 m/dk'dır. Normal yürüme hızı ile yürüyen bir bireyin ortalama yürüme döngüsü $1,03 \pm 0,1$ sn'dir (81-85).

Yürüme döngüsü, ayağın zemine bastığı basma fazı ve ayağın zemin ile temas etmediği salınım fazı olmak üzere iki fazdan oluşur. Basma fazı YD'nin yaklaşık %60'lık bölümünü, salınım fazı ise yaklaşık %40'lık bölümünü meydana getirir. Her iki ayağın yer ile temas ettiği döneme çift destek fazı denir. Yalnızca tek bir ayağın zeminle temas ettiği döneme ise tek basma fazı denir (81-88).

Yürümenin Evreleri

Yürüme döngüsünü oluşturan evreler yüzdelik olarak tanımlanabilir. Topuğun zemine ilk teması %0 olarak kabul edildiğinde, döngünün %2'lik kısmına ilk değme fazı adı verilir. Bu evre, zemin ile temasın başladığı ve topuğun yere ilk temas ettiği evredir. Yüklenme fazı, ayağın zemin üzerine tam olarak bastığı dönemdir ve döngünün %10'luk kısmını oluşturur. Yüklenme evresi aynı zamanda birinci çift destek dönemine denk gelir. Bu evreyi basma ortası fazı takip eder. Basma ortası fazı döngünün %20'sini oluşturur ve bu faz tek basma evresinin başladığı dönemdir.

Yürüme döngüsünün ilk %50'sinin bittiği dönem, topuğun yerden kaldırıldığı basma sonu fazıdır. Bu evre tek basma döneminin son kısmıdır. Bu evreyi, parmakların zeminden tamamen ayrıldığı ve %60'lık dilime kadar devam eden salınım öncesi fazı izler.

Döngünün %60'lık dilimden sonra, son dilimine kadar süren evre salınım fazıdır. Salınım fazı üç dönemden meydana gelir. %10'luk bölümü erken salınım fazı, %15'lik bölümü salınım ortası fazı ve son %15'lik bölümü ise salınım sonu fazı olarak isimlendirilir. Erken salınım fazı ayağın yerden kaldırılıp diğer ayak düzeyine getirilmesini kapsar. Salınım ortası evresi, salınım fazındaki ayağın basma fazında olan tarafın önüne geçtiği dönemi kapsar. Salınım sonu evresi ise salınım fazındaki ve öne geçmiş olan ayağın zemine ilk değdiği zamana kadar olan dönemi kapsar (81-84,86-90).

YÜRÜME ANALİZİ

Yürüme analizi, nicel değerler ile yürümenin değerlendirilmesi ve yorumlanmasıdır. Yürüme analizi, yürüme ile ilgili hastalıkların sayısal veriler ile yorumlanması, değişik zaman aralıklarında yapılan analizlerin karşılaştırılması, yapılan tedavinin etkinliğinin ortaya konulması gibi birçok alanda gerekli olabilecek bir analiz yöntemidir.

Yürüme analizinin değerlendirilmesi birçok yöntem aracılığı ile yapılabilmektedir. Bu yöntemler arasında kuvvet platformları, yer tepkime kuvvetini ölçebilen özel ayakkabılar ile ayak basıncı değerlendirilmesi, dinamik elektromiyografi ölçümleri, yürüyüşü inspeksiyon ile değerlendirme, uygun noktalara konulan vericiler aracılığıyla harekete dair veri toplama sayılabilir. Yapılan ölçümler sonucunda ortaya çıkan veriler özel yazılımlar aracılığıyla sayısal verilere çevrilir ve bu veriler daha sonra klinik bilgiler ile birlikte değerlendirilir (81,82,85,89-91).

Yürüme analizi sistemleri, yürümeyi tüm evreleri ile kaydeder ve oluşturduğu verileri sayısal değerlere çevirerek sunar. Bu sayısal değerler sayesinde yürüme analizi bilimsel araştırmalar yapmak, kalıcı veri elde etmek, ortez ve protez etkinliğini değerlendirmek veya yeni bir protez tasarlamak, tedavi planı amaçlamak, yapılan tedavinin etkilerini gözlemlemek gibi birçok alanda kullanılabilmektedir (81-83,89,91,92).

DENGE

Bir insanın veya nesnenin devrilmeden durma haline denge adı verilir. Vücudun dengede durabilmesi üç farklı sistemden gelen uyarıların düzenlenmesi ile meydana gelir. Bu sistemler vestibüler sistem, gözler ve propriyoseptif sistemdir. Bu üç sistemden toplanan veriler *cerebellum* tarafından değerlendirilmekte ve bu sayede kasların refleks cevaplar vermeleri sağlanmaktadır. Kas ve eklemlerde yer alan basınç ve gerilmeye duyarlı olan reseptörler, vücudun alandaki konumu, zeminin eğimi, vücudun alandaki pozisyonuna göre yapılan hareket ve hareketin yönü gibi bilgileri merkezi sinir sistemine iletmektedirler. Hem merkezden hem de periferden gelen uyarılar aracılığı ile *cerebellum*, yapılan veya planlanan hareketin koordinasyonunu, hareketin kuvvetinin uygunluğunu, postürün sağlanmasını ve karmaşık hareketlerin düzenlenmesini sağlar (6,7,54,90).

Dengenin Değerlendirilmesi

Dengenin değerlendirilmesinde tek ayak üzerinde durma, Romberg testi, bilgisayar ortamında ön-arka ve dışyan-içyan stabilitesini değerlendiren teknikler, stabilite limit testi, komputarize dinamik posturografi gibi birçok yöntem kullanılabilir (93,94).

Kuvvet platform sistemi, iki ayağı üzerinde ve dik pozisyonda duran bireylerde, denge esnasında vertikal, anterior-posterior ve lateral-medial doğrultularda dağılan kuvvetin iki ve üç boyutlu olarak ölçüldüğü, bilgisayar destekli bir sistemdir. Aynı zamanda bireyin postür stabilliğini ölçen kuvvet platform sistemi, basınç merkezi (COP) değişimini de değerlendirir (95,96).

Basınç merkezi (COP), bireyin ayakta durduğu zeminin yüzeyine aktarılan tüm kuvvetin merkezine karşılık gelir. Bu nokta yer tepkime kuvvetinin lokalizasyonuna uyduğu için, kuvvet platformu kullanılarak ölçülen yer tepkime kuvveti sonucunda COP değeri hesaplanır. Total COP değeri, ayaklar birbirine simetrik ve mesafeli olarak yerleştirildiğinde, iki ayağın ortasında ve ayakların temas ettiği zemin alanının dış kısmında yer alır (90,95,96).

Postür

Vücut bölümlerinin etraftaki yapılara veya kendisine göre en uygun pozisyonda dizilişine ve düzenine postür adı verilir (93,97,98). Postürün korunması vücudu normal duruşa getiren ve bu duruşun korunmasını sağlayan refleksler ile meydana gelir. Postürün korunması için lokomotor sistem ile sinir sisteminin birlikte çalışması ve uyumu gereklidir. Bu sistemler vücut bölümlerinin dış çevreye göre uyum sağlamasını ve dengenin devam ettirilmesini sağlarlar (95).

Postür iki grupta incelenir. Statik postür, oturma, yatma, ayakta durma gibi vücudun hareketsiz olduğu haldeki postürü kapsar (99). Dinamik postür ise yürüme, koşma gibi vücudun hareket halinde olduğu postürdür (93,97).

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışmamız, Trakya Üniversitesi öğrencisi olan 18-25 yaş aralığında 50 erkek gönüllünün katılımıyla gerçekleştirildi. Verileri elde etmek için gerekli olan ölçümlerimize başlamadan önce Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 02.04.2018 tarih ve 06/02 karar numaralı etik onayı alındı (Ek 1). Gönüllü olmak isteyen öğrenciler, yapılan sözlü duyurular aracılığı ile çalışmaya alındı. Kadın ve erkek cinsiyete ait yürüme analizleri arasındaki değişiklikleri homogenize etmek adına, seçilen gönüllüler yalnızca erkek cinsiyetten oluşturuldu. Gönüllü olan öğrenciler, anamnez yoluyla lokomotor sistemi etkileyen herhangi bir akut veya kronik hastalıkları olup olmadığı konusunda; alt ve üst ekstremiteler ile omurga bölgesinde yürümeyi, postürü ve dengeyi etkileyebilecek herhangi bir deformite veya geçirilmiş cerrahi öyküleri olup olmadığı konusunda, bilinen herhangi bir görme kusurları olup olmadığı konusunda sorgulandı. Öğrenciler üzerinde yapılan anamnez sonucu lokomotor sistemi etkileyen herhangi bir patolojisi olmayan ve görme kusuru bulunmayan öğrenciler çalışmaya dahil edildi. Yaptığımız çalışma için gerekli olan ölçümler Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı'nda yer alan Yürüme Analizi Laboratuvarı'nda gerçekleştirildi. Ölçümlere başlamadan önce, gönüllülere sözlü olarak çalışmamızın amacı ve elde edeceğimiz ölçümlerin nasıl yapılacağı konusunda açıklamada bulunuldu. Açıklamamızdan sonra gönüllülere Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu verildi ve gönüllü olanlar formu imzalayıp çalışmamıza alındı. Tüm ölçümler aynı araştırmacı tarafından ve günün aynı zaman dilimi içerisinde (13:00-16:00) gerçekleştirildi.

Gönüllülerin yürüme analizine ait paternleri, kuvvet platformu Zebris ©, FDM System Type FDM 1,5 ve WinFDM bilgisayar programı kullanılarak tespit edildi. Yürüme paternlerinin alt parametreleri; ayak rotasyonu, adım genişliği, adım uzunluğu, adım zamanı, basma fazı, yüklenme fazı, tek destek fazı, salınım öncesi fazı, salınım fazı, çift destek fazı, çift adım uzunluğu, çift adım zamanı, kadans, adım hızı parametrelerinden oluşturuldu. Vücut ağırlık merkezi (VAM) kapsamına giren kelebek diagramına ait alt parametreler; yürüme hattı uzunluğu, tek destek çizgisi, ön-arka pozisyon, ön-arka değişkenlik, lateral simetri, lateral değişkenlik parametrelerinden oluşturuldu. Statik denge ölçümüne ait parametreler; %95 güvenilir elips çevresi, minor eksen uzunluğu, major eksen uzunluğu, güvenilir elips açısı, güvenilir elips alanı, COP total yol uzunluğu, COP horizontal sapma, COP vertikal sapma, sağ-sol ayaklardaki ağırlık taşıma oranı, ayak ön-arka ve total yük dağılımlarına ait parametrelerden oluşturuldu.

Kuvvet Platformu ve WinFDM Bilgisayar Programı

Kuvvet platformu ve WinFDM bilgisayar programı, kuvvet dağılımlarını tespit ederek ayakta dik pozisyonda duran bir kişinin denge ve yürüme analizini ölçebilen, birbirleri ile bağlantılı bir sistemdir (Şekil 1).



Şekil 1. Kuvvet dağılımı ölçüm platformu (FDM).

Hastalıkların teşhisi ve tedavi takibinde yararlanılan bu sistemin kullanılmasında sağlık açısından hiçbir zarar bulunmamaktadır. Yapılan analizin verileri, yürüme sırasında kuvvet platformu üzerinde bulunan üç boyutlu sensörler aracılığıyla elde edilir. Bu sistemi oluşturan bileşenler şunlardır:

1.Kuvvet dağılımı ölçüm platformu (Force distribution measuring – FDM): 3 (1,5x2) m uzunluğunda, 296 x 121 x 2,5 cm boyutlarında, 16,5 kg ağırlığa sahip zeminde yerleşmiş olan platformdur. Bu platform üzerinde 2 x (149 x 54,2 cm) alanda 2 x 11264 adet sensor yer almaktadır. Ölçümlerin frekans değeri 30 Hz’dir ve bu değer 300 Hz’e kadar yükseltilebilir.

2.WinFDM: Bilgisayar programı olan WinFDM, cihazı üreten firma tarafından geliştirilmiştir.

3.Bilgisayar ünitesi: Cihazın bilgisayara bağlandığı ve verilerin kaydedildiği kısımdır.

4.Elektrik güç kablosu: Cihazın çalışabilmesi için gerekli olan elektrik enerjisini iletir.

5. USB kablo: Bilgisayar ünitesi ile platform arasındaki bağlantıyı sağlayan parçadır.

Gözlük Camı Deneme Çerçevesi

Gözlük çerçevesi, göz refraksiyon muayenesinde cam deneme amacıyla üretilmiş bir alettir. Çerçevenin kolları katlanabilir özelliktedir, bu sayede gönüllünün yüz yapısına göre ayarlanabilmektedir. Görme alanı değişikliği amacıyla kullandığımız çerçeve, OCULUS Universal Messbrille markalıdır (Şekil 2).



Şekil 2. Gözlük camı deneme çerçevesi.

YÜRÜME ANALİZİ ÖLÇÜM YÖNTEMİ

Gönüllülerin yürüme analizi ölçümleri, her bir gönüllü için beş kez yapıldı. İlk yapılan ölçümde gönüllülerin görme alanında herhangi bir değişiklik yapılmadı ve normal yürüyüşleri ölçüldü (Şekil 3). Daha sonraki ölçümler için gönüllülere gözlük camı deneme çerçevesi verildi ve gözlüğü takmaları istendi. Gözlük camı deneme çerçevesi her bir gönüllünün iki gözü arasındaki mesafeye göre özel olarak ayarlandı. Gözlük camı çerçevesinin her iki gözün önüne gelen kısımları tam iki eşit parçaya ayrılacak şekilde bölündü. Siyah bir mukavva ile çerçevenin bir yarımını kapatılırken, diğer yarımını açık bırakıldı. Gözlüksüz yapılan ilk ölçümden sonra sırasıyla her iki göz için gözlük camı çerçevesinin sağ, sol, aşağı ve yukarı yarımını kapatıldı ve yapılan ilk ölçüm, gözlüklü olarak her bir yarım kapatılarak tekrar edildi (Şekil 4).



Şekil 3. Yürüme analizi.



Şekil 4. Gözlük camı deneme çerçevesinin her bir yarımının kapatılması.

Her bir ölçüme başlamadan önce ortamın sessiz olmasına, ortam aydınlatmasının yeterli olmasına ve ortam ısısının oda sıcaklığında olmasına dikkat edildi. Her bir ölçüm öncesinde gönüllüler platformun önünde dururken sistem kalibre edildi. Yürüme esnasında gönüllülerden gözleri açık, ayakta dik pozisyonda, baş tam karşıya bakar halde ve kollar vücudun iki yanında serbestçe salınır durumdayken platform üzerinde kendi doğal hızları ile yürümeleri istendi. Cihazın kalibrasyon işlemi yapıldıktan sonra yürüme komutu verildi ve gönüllülerin yürüme verileri bilgisayar programı aracılığı ile kaydedildi. Her bir yürüme analizi ölçümü üç kez tekrarlandı ve yapılan ölçümlerin ortalamaları alındı.

Yürüme Analizi Parametreleri

Yürüme analizi ile elde ettiğimiz verileri; zaman, mekan, uzay-zaman ve zaman-faz parametre başlıkları altında inceledik.

Zaman parametreleri

Yürüme döngüsünün ve alt parametrelerinin ne kadar sürede gerçekleştiğini gösteren parametrelerdir (82,83,100).

Adım zamanı (s): Bir tarafta bulunan ayağın yere ilk temasından, karşı ayağın yere ilk temasına kadar geçen süredir. Sağ adım zamanı ve sol adım zamanı olarak belirtilir (82,83,100).

Çift adım zamanı (s): Aynı ayağın ard arda zemin ile iki kez ilk temas ettiği süre arasında geçen zamandır (82,83,100).

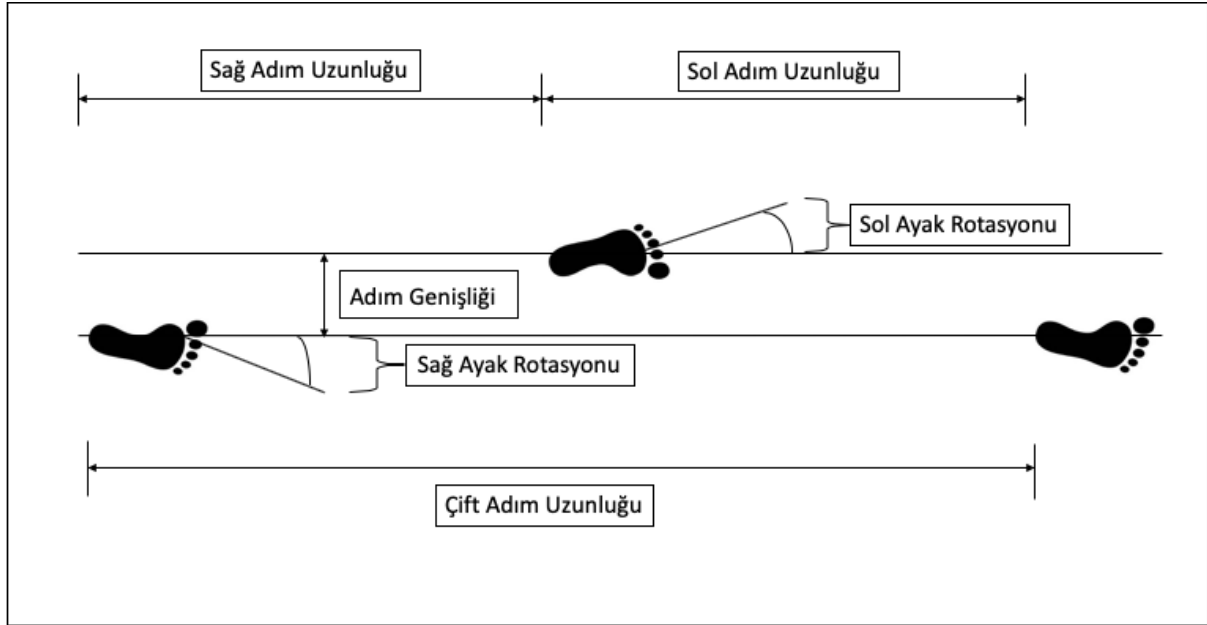
Mekansal parametreler

Adım genişliği (cm): Her iki ayağın topuk merkezleri (dikey eksenleri) arasındaki mesafedir (Şekil 5) (81-83,100).

Adım uzunluğu (cm): Yürüme gerçekleşirken her iki ayağın topukları arasındaki mesafedir. Bir yürüme döngüsü her iki tarafa ait iki adımı da içerir (örnek olarak; sağ adım ve ardından sol adım) (Şekil 5) (81-83,100).

Çift adım uzunluğu (cm): Yürüme esnasında aynı tarafa ait olan iki topuk arasındaki uzaklıktır (Şekil 5) (81-83,100).

Ayak rotasyonu ($^{\circ}$): Yürüme esnasında yürüme yönü ile ayağın uzun aksı arasında ölçülen açıdır (Şekil 5) (81-83,100).



Şekil 5. Mekansal parametreler.

Uzay-zaman parametreleri

Zaman ve mekana ait ortak parametreleri içermektedir.

Adım hızı (cm / s): Yürünen mesafenin yürüme süresine bölünmesi ile hesaplanan değerdir (81-83,100).

Kadans (adım / dakika): Bir dakika süresince atılan adım sayısı kadans (tempo) olarak ifade edilir (81-83,100).

Zaman-faz parametreleri

Bu parametreler, yürüme fazlarının başlangıcından bitişine dek olan zaman dilimlerinin, yürüme döngüsü süresine oranlanması ile hesaplanır. Zamansal parametrelerden farklı olarak süre değil, oran ifade ederler (82,83,100).

Basma fazı (% YD): Ayağın topuk teması ile başlayan ve aynı ayağın parmaklarının yer ile teması kesilene kadar devam eden evreye duruş fazı denir. Her bir yürüme döngüsünün ağırlığını taşıyan fazdır. Bu fazın sürdüğü zaman aralığı duruş süresi olarak adlandırılır. Sağ basma fazı ve sol basma fazı olarak ifade edilir (82,83,100).

Yüklenme fazı (% YD): Duruş fazının, ilk çift destek zamanının başlangıcına denk gelen bölümüdür. Sağ yüklenme fazı ve sol yüklenme fazı olarak ifade edilir (82,83,100).

Salınım öncesi fazı (% YD): Bir tarafta bulunan ayağın topuğunun yere ilk teması ile karşı taraftaki ayağın parmaklarının zeminden kaldırılmasına kadar geçen fazdır. Sağ salınım öncesi fazı ve sol salınım öncesi fazı olarak belirtilir (82,83,100).

Salınım fazı (% YD): Bu faz ayak parmaklarının yerden ayrılması ile başlar ve aynı ayağın topuğunun yere ilk teması ile sona erer. Bir başka deyişle, bir taraftaki ayağın zemin ile temas etmediği süredir. Sağ salınım fazı ve sol salınım fazı olarak belirtilir (82,83,100).

Tek destek fazı (%YD): Yalnızca bir taraftaki ayağın zemin ile temas ettiği fazdır. Tek destek zamanı, karşı taraftaki ayak tabanının yere son temasından sonra, yine aynı ayağın parmaklarının zemine ilk temasına kadar geçen süredir. Tek destek fazı, sağ ve sol tek destek fazı olarak ifade edilir (82,83,100).

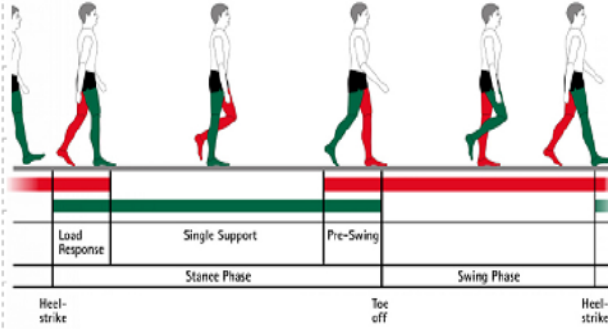
Çift destek fazı (% YD): Her iki ayağın aynı anda zeminle temas halinde olduğu fazdır. Çift destek zamanı, yürüme döngüsünde iki destek zamanı arasında geçen sürenin toplamıdır (Şekil 6) (82,83,100).

Project: kaan tez
 Patient: XXXXXXXXXX
 Record: 30-10-2018 Gait Analysisnor

Zebbris Gait Report

zebris

Date of meas.: 30.10.2018 13:03



Parameters

Foot rotation, deg	Left	13.9+/-3.7	
	Right	12.7+/-2.2	
Step width, cm		6+/-3	
Step length, cm	Left	59+/-1	
	Right	55+/-2	
Step time, sec	Left	0.59+/-0.01	
	Right	0.60+/-0.05	
Stance phase, %	Left	62.5+/-1.0	
	Right	62.6+/-1.9	
Load response, %	Left	12.6+/-0.4	
	Right	13.0+/-0.8	
Single support, %	Left	36.4+/-1.1	
	Right	36.9+/-1.4	
Pre-swing, %	Left	13.2+/-0.5	
	Right	12.8+/-0.4	
Swing phase, %	Left	37.5+/-1.0	
	Right	37.4+/-1.9	
Total double support, %		25.7+/-0.8	
Stride length, cm		115+/-3	
Stride time, sec		1.18+/-0.05	
Cadence, strides/min		51+/-2	
Velocity, km/h		3.50+/-0.20	
Variability of velocity, %		6	

Normative data: 4.5 km/h

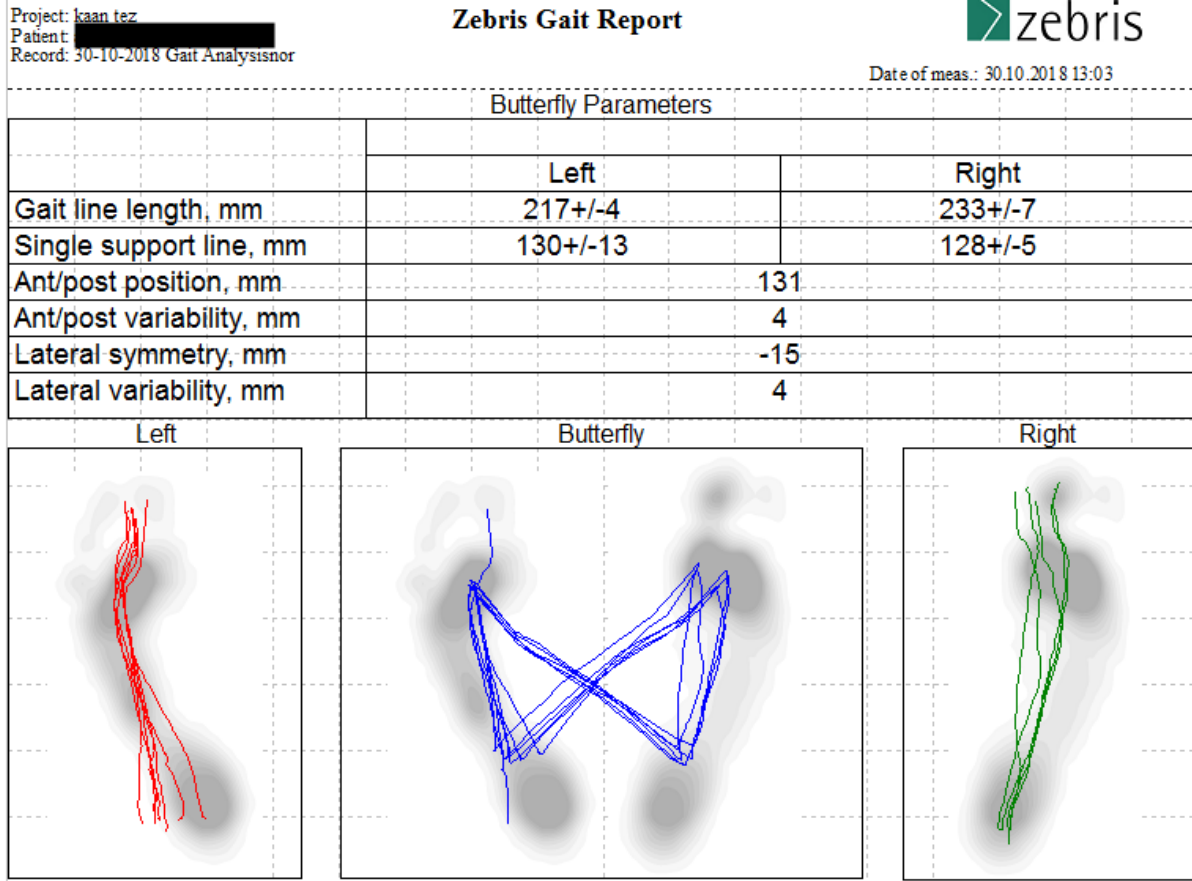
Patient Comments

Record Comments

Şekil 6. Yürüme parametreleri.

Kelebek Diyagramı Parametreleri

Bu diyagram vücut ağırlık merkezinin yürüme sırasındaki değişim yönünü gösterir. Yürüme analizi amacıyla kullanılan yazılımın ürettiği bir diyagramdır (82,83,100). Şekil 7' de kelebek diyagramına ait parametreler gösterilmiştir.



Şekil 7. Kelebek diyagramı parametreleri.

Yürüme hattı uzunluğu (mm): Vücudun her iki tarafının zemin ile olan teması ayrı ayrı dikkate alındığında, bir tarafa ait olan basınç merkezlerini gösteren hat uzunluğunun ortalama değeridir. Bu parametre, yalnızca vücudun bir tarafındaki tüm adımlar için kaydedilen maksimum tepe basıncı gidişatını gösterir. Diğer tüm parametreler kelebek diyagramı ekranından kaynaklanırken, bu parametre ekrandan kaynaklanmaz (101).

Ön-arka pozisyon (mm): Bu parametre, tüm adımlar söz konusu olduğunda, kelebek diyagramı ekranında basınç merkezlerinin kesiştiği noktanın ileriye ve geriye kaymasını ifade eder (101).

Ön-arka değişkenlik (mm): Tüm adımlar dikkate alındığında meydana gelen bu parametre, ön / arka pozisyonundaki standart sapma değerini gösterir (101).

Lateral simetri (mm): Tüm adımlar dikkate alındığında, basınç merkezi yönünde olan değişim noktalarının kelebek diyagramı ekranının orta çizgisinden sağa ve sola kaymasını ifade eder. Sol tarafa doğru olan değişimler negatif bir değerle, sağ tarafa doğru olan değişimler ise pozitif bir değerle gösterilir (101).

Lateral değişkenlik (mm): Lateral simetride meydana gelen standart sapmayı gösterir (101).

Tek destek çizgisi (mm): Zemin ile olan tüm temaslar göz önünde alındığında, basıncın gidişini gösteren hatların ortalama uzunluğudur (101).

STATİK DENGİ ANALİZİ ÖLÇÜM YÖNTEMİ

Gönüllülerin statik denge analizi, her bir gönüllü için on kez yapıldı. Yapılan ölçümlerden beşi 30 sn'lik, diğer beşi ise 60 sn'lik denge ölçümünden oluşturuldu. Her bir 30 ve 60 sn'lik ölçümün ilki gözlüksüz, geri kalan dördü ise gözlükle ölçüldü. Gözlükle yapılan ölçümler, yürüme analizi ölçümünde olduğu gibi sırasıyla sağ, sol, aşağı ve yukarı yarımlar kapatılarak gerçekleştirildi (Şekil 8).



Şekil 8. Statik denge analizi.

Her bir denge ölçümüne başlamadan önce ortamın sessiz olmasına, ortam aydınlatmasının yeterli olmasına ve ortam ısısının oda sıcaklığında olmasına dikkat edildi. Gönüllüler kuvvet platformunun üzerinde, yüzleri tam karşıya dönük ve karşıya bakar pozisyonda, her iki üst ekstremité öne uzanır şekilde, gözleri açık durumda 30 sn hareketsiz kaldılar. Gönüllülerin denge analizi yapılırken, onlardan platformdan 2 m uzaklıkta göz seviyesinde yer alan görsele bakmaları istendi. Gönüllülerin denge analizi iki ayak üzerinde yapıldı. Ölçüm sırasında denge kurmakta zorlanan veya hareket eden gönüllülerin ölçümleri geçersiz sayılarak tekrar ölçüldü. Bu denge ölçümü her gönüllü için gözlükle dört kez daha farklı yarımlar kapatılarak tekrarlandı. Daha sonra aynı işlemler denge analizi ölçümü 60 sn'lik olacak şekilde tekrar edildi.

Basınç Merkezi (COP) ile ilgili Parametreler

Rijidite elipsi: COP'un eriştiği en uzak noktaları gösteren en küçük elipse rijidite elipsi denilmektedir (Şekil 9). Çalışmamızda kullandığımız WinFDM sistemi, rijidite elipsini COP uç noktalarının %95'ini kapsayacak biçimde meydana getirmektedir. Bu elipsin major ve minor eksen olmak üzere birbirine dik iki eksenini ayırt edilir ve bu eksenler sırasıyla maksimum ve minimum rijidite yönünde yer alırlar (Şekil 10) (102).

% 95 güvenilir elips çevresi: %95 güvenilirlikle COP'un ulaştığı uç noktaları içeren en küçük elips alanıdır (101).

Minor eksen uzunluğu (mm): Minimum rijidite yönünde uzanan, %95 güvenilir elips'e ait eksenidir (101).

Major eksen uzunluğu (mm): Maksimum rijidite yönünde uzanan, %95 güvenilir elips'e ait eksenidir (101).

Güvenilir elips açısı (°): Y eksenini ile major eksen uzunluğu arasında kalan açıdır (101).

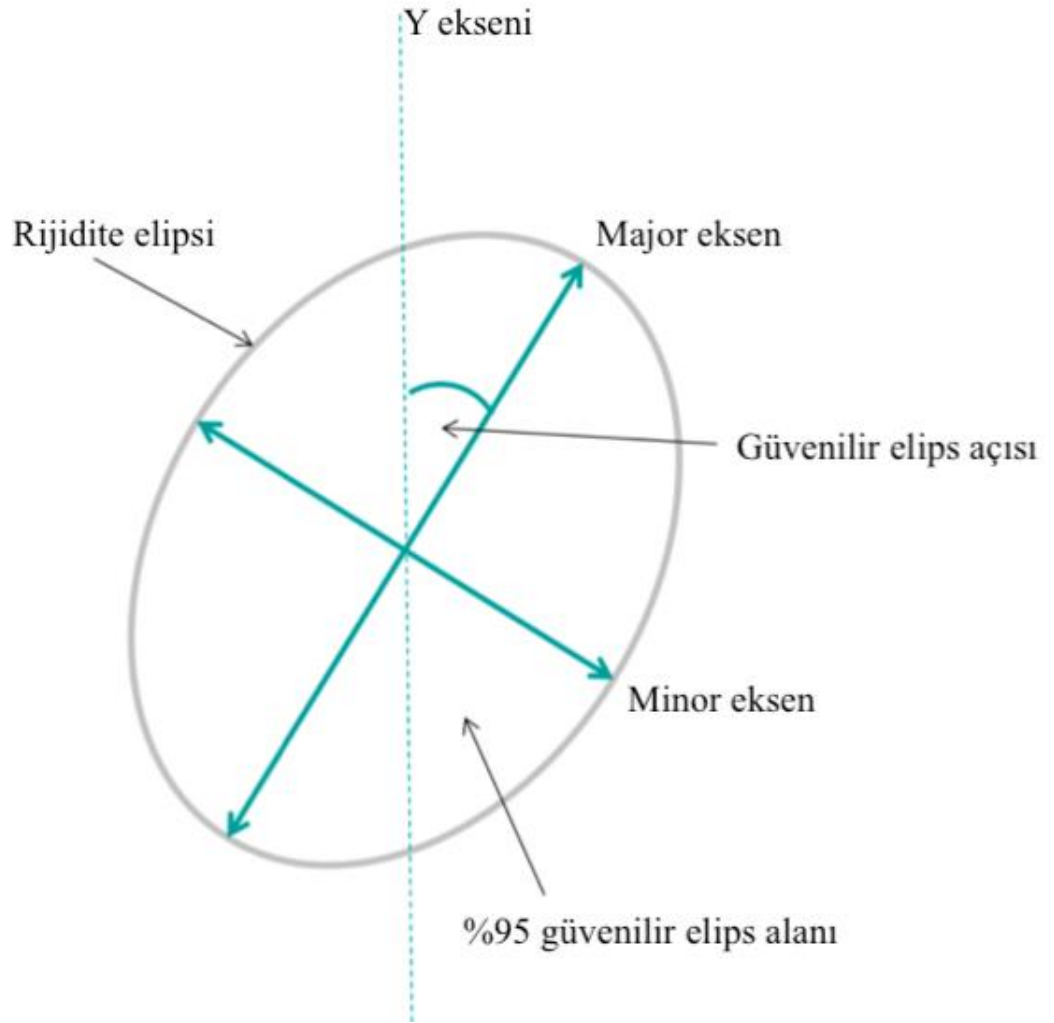
Güvenilir elips alanı (mm²): %95 güvenilir elipsin oluşturduğu alanı tarifler (101).

COP total yol uzunluğu (mm): Ölçüm süresince COP'un ulaştığı toplam uzaklığı ifade eder (101).

COP yatay sapma (mm): COP'un medial-lateral yönde olan değişimini tanımlar (101).

COP dikey sapma (mm): COP'un anterior-posterior yönde olan değişimini gösterir (101).

Sağ ve sol ayaklardaki ağırlık taşıma oranı (%): Her iki ayağın ön, arka ve total yük dağılımlarının ortalamasını gösteren grafikler (101).



Şekil 9. Rijidite elipsi.

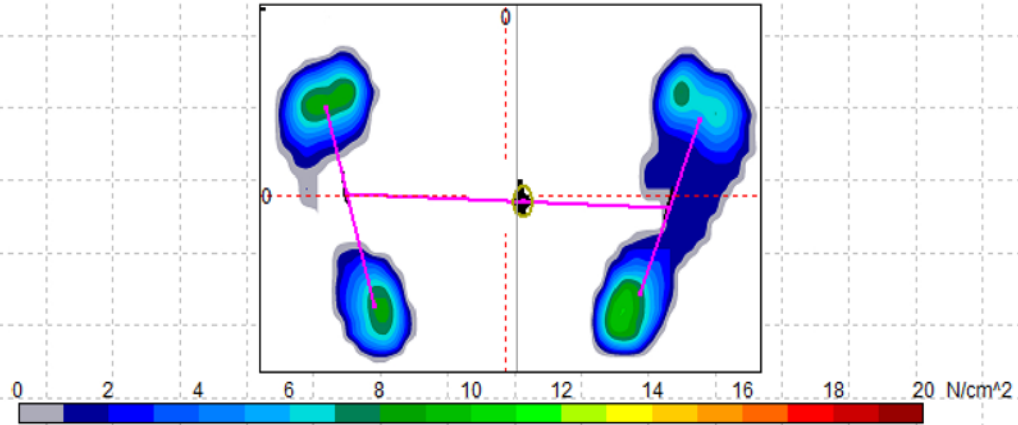
Project: kaan tez
 Patient: XXXXXXXXXX
 Record: 30-10-2018 Stance Analysis60nor

Zebbris Stance Test Report



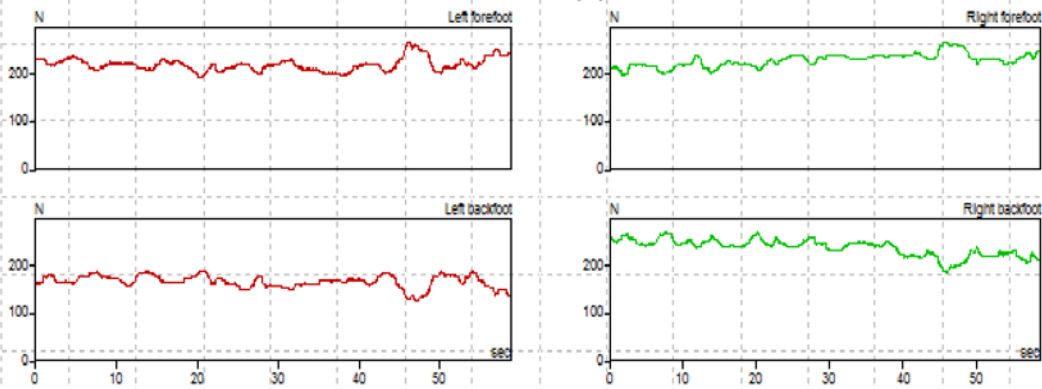
Date of meas.: 30.10.2018 13:06

Average Force Distribution

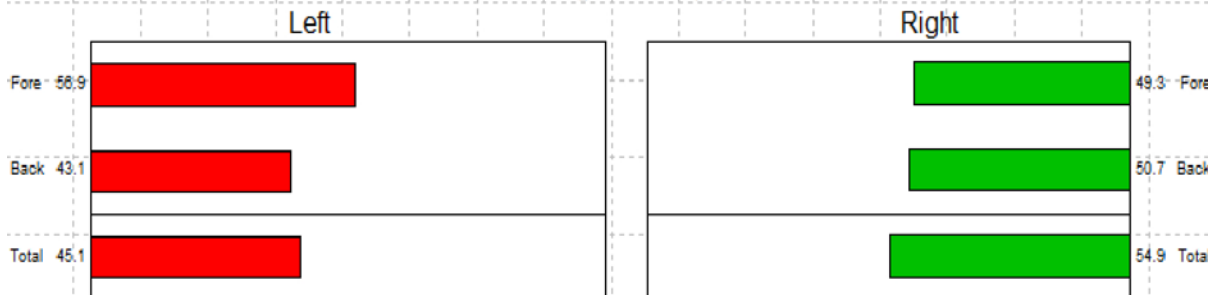


Parameters	30-10-2018 Stance Analysis60nor
95% Confidence Ellipse	
Length of minor axis, mm	7.1
Length of major axis, mm	10.6
Angle betw. Y and major axis, deg	0.0 right
Area, mm*mm	59.2
COP Measures	
Path length, mm	520.3
Standard Deviation X, mm	13.1 right
Standard Deviation Y, mm	4.2 bottom

Forces (N)



Average Forces (%)



Patient Comments

Record Comments

Şekil 10. Denge parametreleri.

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Sonuçlar ortalama $\pm$ standart sapma ve sayı (%) olarak gösterildi. Niceliksel verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro -Wilk testi ile incelendi. Normal dağılım gösteren beş farklı ölçümün karşılaştırılmasında tekrarlı ölçümlerde ANOVA testi, normal dağılım göstermeyenlerin karşılaştırılmasında Freidman testi kullanıldı. Önce ve sonra iki ölçümün karşılaştırılmasında normal dağılım gösteren değişkenler için eşleştirilmiş t testi, normal dağılım göstermeyenler için Wilcoxon testi kullanıldı. $P < 0,05$ değeri istatistiksel anlamlılık sınır değeri olarak kabul edildi. İstatistiksel analizler T.Ü. Tıp Fakültesi Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim Anabilim Dalı'nda SPSS 20.0 (Lisans No: 10240642) paket programı kullanılarak yapıldı.

BULGULAR

Çalışmamız 18-25 yaş arasındaki 50 sağlıklı erkek gönüllü ile yapıldı. Deneklerin boy uzunlukları 170 cm ile 191 cm arasında; ağırlıkları ise 62 kg ile 110 kg arasında değişkenlik gösteriyordu. Deneklerin 45'i vücudunun sağ yarımını baskın olarak kullanırken, 5'i sol yarımını baskın olarak kullanıyordu. Çalışmamıza katılan gönüllülere ait antropometrik verilerin ortalama değerleri ve standart sapmaları Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1. Deneklere ait antropometrik verilerin ortalama değerleri

Antropometrik veriler	Denekler (n:50) ort $\pm$ std
Yaş (yıl)	20,14 $\pm$ 1,41
Boy (cm)	178,57 $\pm$ 5,21
Kilo (kg)	76,08 $\pm$ 9,7
VKİ (kilo/boyx2)	23,85 $\pm$ 2,79

VKİ: Vücut Kitle İndeksi; **ort:** ortalama; **std:** standart sapma

YÜRÜME ANALİZİ SONRASI YÜRÜME PARAMETRELERİ BULGULARI

Yürüme analizi verilerinin ortalama değerleri, gönüllülerin normal yürüyüşleri ile, gözlük camı deneme çerçevesinin sol, sağ, aşağı ve yukarı yarımaları kapatıldıktan sonraki yürüyüşleri arasında grup olarak karşılaştırıldı.

Yürüme analizi verilerine bakıldığında sol ve sağ adım uzunluğu, sol ve sağ adım zamanı, sol yüklenme fazı, sol tek destek fazı, sağ salınım öncesi fazı, çift destek fazı, çift adım uzunluğu, çift adım zamanı, kadans ve adım hızı parametrelerinin ortalama değerlerinde bazı gruplar arasında anlamlı farklılık olduğu gözlemlendi ($p < 0,05$). Ayak rotasyonu, adım genişliği, basma fazı, sağ yüklenme fazı, sağ tek destek fazı, sol salınım öncesi fazı ve salınım fazı parametrelerinde gruplar arasında anlamlı bir fark gözlemlenmedi ($p > 0,05$).

Sol adım uzunluğu verileri “normal – aşağı kapalı”, “sağ – aşağı kapalı” ve “yukarı – aşağı kapalı” grupları arasında anlamlı fark gösterdi.

Sağ adım uzunluğu verileri “normal – aşağı kapalı”, “sol – aşağı kapalı” ve “yukarı – aşağı kapalı” grupları arasında anlamlı fark gösterdi.

Sol adım zamanı verileri “yukarı – aşağı kapalı” grubu arasında anlamlı fark gösterdi.

Sağ adım zamanı verileri “normal – yukarı kapalı”, “sol – aşağı kapalı” ve “yukarı – aşağı kapalı” grupları arasında anlamlı fark gösterdi.

Sol yüklenme fazı verileri “normal – aşağı kapalı” grubu arasında anlamlı fark gösterdi.

Sol tek destek fazı verileri “normal – aşağı kapalı” ve “yukarı – aşağı kapalı” grupları arasında anlamlı fark gösterdi.

Sağ salınım öncesi fazı verileri “normal – aşağı kapalı” ve “yukarı – aşağı kapalı” grupları arasında anlamlı fark gösterdi.

Çift destek fazı verileri “normal – aşağı kapalı” grubu arasında anlamlı fark gösterdi.

Çift adım uzunluğu verileri “normal – aşağı kapalı”, “sağ – aşağı kapalı” ve “yukarı – aşağı kapalı” grupları arasında anlamlı fark gösterdi.

Çift adım zamanı verileri “normal – yukarı kapalı”, “sol – aşağı kapalı”, “sağ – aşağı kapalı” ve “yukarı – aşağı kapalı” grupları arasında anlamlı fark gösterdi.

Kadans verileri “normal – yukarı kapalı”, “sol – aşağı kapalı”, “sağ – aşağı kapalı” ve “yukarı – aşağı kapalı” grupları arasında anlamlı fark gösterdi.

Adım hızı verileri “normal – aşağı kapalı”, “sol – aşağı kapalı”, “sağ – aşağı kapalı” ve “yukarı – aşağı kapalı” grupları arasında anlamlı fark gösterdi.

Yürüme analizine ait verilerin ortalamaları ve p değerleri Tablo 2’de gösterildi.

Tablo 2. Gönüllülerin yürüme analizine ait yürüme parametreleri verileri

Yürüme parametreleri	Normal (N) ort±std	Sol kapalı (LK) ort±std	Sağ kapalı (RK) ort±std	Aşağı kapalı (AK) ort±std	Yukarı kapalı (YK) ort±std	P*	P**
Sol ayak rotasyonu (°)	11,03±4,78	10,69±4,93	10,82±4,73	11,1±4,63	11,01±4,89	0,608	-
Sağ ayak rotasyonu(°)	13,81±5,55	14,18±5,84	14,07±5,56	14,08±5,59	14,18±5,89	0,852	-
Adım genişliği (cm)	11,24±3,08	11,16±2,04	11,16±2,2	11,26±2,29	10,8±2,44	0,544	-
Sol adım uzunluğu (cm)	59,46±6,12	58,76±6,24	58,94±6,7	57,46±6,22	59,06±6,42	<0,001	p < 0,001 (N-AK) p = 0,023 (RK-AK) p < 0,001 (AK-YK)
Sağ adım uzunluğu (cm)	60,18±5,34	59,94±5,32	59,78±5,8	58,42±5,39	60,12±5,55	0,001	p = 0,01 (N-AK) p = 0,033 (LK-AK) p = 0,001 (AK-YK)
Sol adım zamanı (sn)	0,59±0,53	0,59±0,39	0,59±0,46	0,6±0,39	0,58±0,39	0,002	p < 0,001 (AK-YK)
Sağ adım zamanı (sn)	0,59±0,45	0,58±0,31	0,58±0,41	0,59±0,39	0,58±0,36	<0,001	p = 0,006 (N-YK) p = 0,018 (LK-AK) p < 0,001 (AK-YK)
Sol basma fazı (%)	63,32±1,8	63,39±1,72	63,73±3,82	63,43±1,64	63,38±1,6	0,949	-
Sağ basma fazı (%)	64,06±1,84	64,09±1,92	64,46±1,71	64,49±1,72	64,22±1,77	0,071	-
Sol yüklenme fazı (%)	13,57±1,74	13,61±1,54	14,01±2,1	14,05±1,64	13,74±1,51	0,013	p = 0,033 (N-AK)
Sağ yüklenme fazı (%)	13,39±1,54	13,56±1,69	13,59±1,78	13,59±1,6	13,45±1,57	0,676	-
Sol tek destek fazı (%)	36,33±1,81	36,08±1,91	35,31±3,69	35,6±1,74	36,1±1,82	0,002	p = 0,01 (N-AK) p = 0,041 (AK-YK)
Sağ tek destek fazı (%)	36,79±1,82	36,52±1,69	36,89±2,22	36,49±1,67	36,59±1,65	0,507	-

N: Normal; LK: Sol kapalı; RK: Sağ kapalı; AK: Aşağı kapalı; YK: Yukarı kapalı; ort: ortalama; std: standart sapma.

* Tekrarlayan ölçümlerin karşılaştırılmasına ilişkin p değeri; ** Ölçümler arasında fark bulunduğu hangi ölçümlerin farklı olduğuna ilişkin p değerleri (p < 0,05).

Tablo 2 Devam. Gönüllülerin yürüme analizine ait yürüme parametreleri verileri

Yürüme parametreleri	Normal (N) ort±std	Sol kapalı (LK) ort±std	Sağ kapalı (RK) ort±std	Aşağı kapalı (AK) ort±std	Yukarı kapalı (YK) ort±std	P*	P**
Sol salınım öncesi fazı (%)	13,32±1,54	13,6±1,66	14,07±3,88	13,62±1,56	13,46±1,57	0,182	-
Sağ salınım öncesi fazı (%)	13,42±1,68	13,58±1,54	13,77±1,61	13,97±1,64	13,6±1,52	0,004	p = 0,005 (N-AK) p = 0,029 (AK-YK)
Sol salınım fazı (%)	36,67±1,8	36,6±1,72	36,38±3,13	36,56±1,64	36,61±1,6	0,966	-
Sağ salınım fazı (%)	35,93±1,84	35,91±1,92	35,12±3,64	35,5±3,64	35,77±1,77	0,062	-
Çift destek fazı (%)	26,88±3,08	27,22±3,04	27,48±3,18	27,69±3	27,18±2,87	0,045	p = 0,048 (N-AK)
Çift adım uzunluğu (cm)	119,48±10,93	118,48±11,06	118,58±12,11	115,86±10,99	119,04±11,37	<0,001	p = 0,001 (N-AK) p = 0,031 (RK-AK) p < 0,001 (AK-YK)
Çift adım zamanı (sn)	1,2±0,09	1,18±0,06	1,19±0,07	1,2±0,07	1,17±0,07	<0,001	p = 0,044 (N-YK) p = 0,001 (LK-AK) p = 0,022 (RK-AK) p < 0,001 (AK-YK)
Kadans (adım/dakika)	50,3±3,51	50,9±2,85	50,84±3,29	49,96±3,14	51,3±2,96	<0,001	p = 0,024 (N-YK) p = 0,001 (LK-AK) p = 0,029 (RK-AK) p < 0,001 (AK-YK)
Adım hızı (km/saat)	3,6±0,46	3,61±0,39	3,6±0,43	3,47±0,41	3,65±0,43	<0,001	p = 0,011 (N-AK) p = 0,001 (LK-AK) p = 0,002 (RK-AK) p < 0,001 (AK-YK)

N: Normal; LK: Sol kapalı; RK: Sağ kapalı; AK: Aşağı kapalı; YK: Yukarı kapalı; ort: ortalama; std: standart sapma.

* Tekrarlayan ölçümlerin karşılaştırılmasına ilişkin p değeri; ** Ölçümler arasında fark bulunduğu hangi ölçümlerin farklı olduğuna ilişkin p değerleri (p < 0,05).

YÜRÜME ANALİZİ İLE ELDE EDİLEN KELEBEK DİYAGRAMI BULGULARI

Kelebek diyagramı, vücut ağırlık merkezinin yürüme esnasında olan yer değişimini gösterir. Yürüme analizi ile elde edilen kelebek diyagramının ortalama değerleri, gönüllülerin normal yürüyüşleri ile, gözlük camı deneme çerçevesinin sol, sağ, aşağı ve yukarı yarımları kapatıldıktan sonraki yürüyüşleri arasında grup olarak karşılaştırıldı.

Kelebek diyagramına ait parametrelere bakıldığında sol ve sağ tek destek çizgisi parametrelerinin ortalama değerlerinde bazı gruplar arasında anlamlı fark gözlemlendi ($p < 0,05$). Sol ve sağ yürüme hattı uzunluğu, ön – arka pozisyon ve lateral simetri parametrelerinde gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmadı ($p > 0,05$).

Sol tek destek çizgisi verileri “sol – aşağı kapalı”, “sağ – aşağı kapalı” ve “yukarı – aşağı kapalı” grupları arasında anlamlı fark gösterdi.

Sağ tek destek çizgisi verileri “sol – aşağı kapalı”, “sağ – aşağı kapalı” ve “yukarı – aşağı kapalı” grupları arasında anlamlı fark gösterdi.

Kelebek diyagramı parametrelerine ait verilerin ortalama değerleri ve p değerleri Tablo 3’te gösterildi.

Tablo 3. Gönüllülerin kelebek diyagramı parametrelerine ait veriler

Kelebek diyagramı parametreleri	Normal (N) ort±std	Sol kapalı (LK) ort±std	Sağ kapalı (RK) ort±std	Aşağı kapalı (AK) ort±std	Yukarı kapalı (YK) ort±std	P*	P**
Yürüme hattı uzunluğu, sol (mm)	226,98±15,97	229,12±21,88	229,64±17,37	227,12±16,19	228,56±16,37	0,517	-
Yürüme hattı uzunluğu, sağ (mm)	225,02±17,82	225,12±21,21	227,7±20,27	224,62±18,63	223,32±34,48	0,141	-
Tek destek çizgisi, sol (mm)	134,08±14,66	134,92±12,73	134,34±15,62	130,38±13,74	134,74±13,91	0,001	p = 0,001 (LK-AK) p = 0,008 (RK-AK) p = 0,003 (AK-YK)
Tek destek çizgisi, sağ (mm)	134,14±13,75	135,74±13,96	135,48±15,97	132,28±13,67	135,68±14,1	0,005	p = 0,006 (LK-AK) p = 0,018 (RK-AK) p = 0,008 (YK-AK)
Ön-arka pozisyon (mm)	130,58±8,49	131,46±9,63	131,76±8,91	131,72±9,07	131,1±9,01	0,39	-
Lateral simetri (mm)	-3,8±6,53	-3,86±7,19	-3,94±4,86	-4,06±6,12	-4,24±6,6	0,988	-

N: Normal; LK: Sol kapalı; RK: Sağ kapalı; AK: Aşağı kapalı; YK: Yukarı kapalı; **ort**: ortalama; **std**: standart sapma.

* Tekrarlayan ölçümlerin karşılaştırılmasına ilişkin p değeri; ** Ölçümler arasında fark bulunduğu hangi ölçümlerin farklı olduğuna ilişkin p değerleri (p < 0,05).

STATİK DENGİ ANALİZİNE AİT VERİLER

30 Saniyelik Statik Denge Analizi Verileri

30 saniyelik statik denge analizi verilerinin ortalama değerleri, gönüllülerin normal statik denge ölçümleri ile, gözlük camı deneme çerçevesinin sol, sağ, aşağı ve yukarı yarımları kapatıldıktan sonraki ölçümleri arasında grup olarak karşılaştırıldı.

30 saniyelik statik denge analizine ait ölçümlerin parametrelerine bakıldığında güvenilir elips açısı ve COP total yol uzunluğu parametrelerinin ortalama değerlerinde bazı gruplar arasında anlamlı fark gözlemlendi ($p < 0,05$). Minor eksen uzunluğu, major eksen uzunluğu, güvenilir elips alanı, COP yatay sapma, COP dikey sapma, sol ve sağ ayak ön yük dağılımı, sol ve sağ ayak arka yük dağılımı ve sol ve sağ ayak total yük dağılımı parametrelerinde gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmadı ($p > 0,05$).

Güvenilir elips açısı verileri “normal – yukarı kapalı”, “sağ – yukarı kapalı”, “sol – yukarı kapalı” ve “sol – aşağı kapalı” grupları arasında anlamlı fark gösterdi.

COP total yol uzunluğu verileri “normal – aşağı kapalı”, “normal – yukarı kapalı”, “normal – sol kapalı” ve “normal – sağ kapalı” grupları arasında anlamlı fark gösterdi.

30 saniyelik statik denge analizine ait verilerin ortalamaları ve p değerleri Tablo 4’te gösterildi.

Tablo 4. Gönüllülerin 30 saniyelik statik denge ölçüm parametrelerine ait veriler

30 saniyelik statik denge ölçüm parametreleri	Normal (N) ort±std	Sol kapalı (LK) ort±std	Sağ kapalı (RK) ort±std	Aşağı kapalı (AK) ort±std	Yukarı kapalı (YK) ort±std	P*	P**
Minor eksen uzunluğu (mm)	6,07±2,55	7,03±3,39	7,15±2,73	6,56±3,01	6,82±2,96	0,138	-
Major eksen uzunluğu (mm)	12,68±4,34	15,27±9,51	16,27±9,85	14,17±7,29	15,34±8,22	0,134	-
Güvenilir elips açısı (°)	22,81±21,26	26,16±23,86	21,96±21,24	17,09±17,17	18,34±20,97	0,036	p = 0,046 (N-YK) p = 0,032 (YK-RK) p = 0,006 (YK-LK) p = 0,04 (AK-LK)
Güvenilir elips alanı (mm ²)	64,14±41,93	94,06±96,49	101,11±85,27	84,26±85,15	92,07±92,23	0,064	-
COP total yol uzunluğu (mm)	241,9±49,21	278,35±62,69	287,55±76,17	271,29±70,62	278,03±98,74	<0,001	p = 0,011 (N-AK) p = 0,001 (N-YK) p < 0,001 (N-LK) p < 0,001 (N-RK)
COP yatay sapma (mm)	9,11±7,39	10,16±6,96	10,21±9,2	10,65±9,73	9,62±8,56	0,806	-
COP dikey sapma (mm)	31,42±21,62	32,75±23,24	30,38±22,23	34,39±24,69	34,1±24,45	0,314	-
Ayak ön yük dağılımı, sol (%)	51,23±16,36	47,19±18,73	48,54±16,25	50,5±19,55	48,97±18,25	0,15	-
Ayak arka yük dağılımı, sol (%)	48,76±16,36	52,8±18,73	51,45±16,25	49,49±19,55	51,02±18,25	0,15	-
Ayak total yük dağılımı, sol (%)	50,84±4,37	51,3±4,76	50,94±4,43	50,18±4,64	50,84±4,27	0,295	-
Ayak ön yük dağılımı, sağ (%)	51,68±16,48	48,45±16,58	50,17±16,33	51,57±18,13	49,84±18,34	0,251	-
Ayak arka yük dağılımı, sağ (%)	48,31±16,48	51,54±16,58	49,82±16,33	48,43±18,13	50,15±18,34	0,25	-
Ayak total yük dağılımı, sağ (%)	49,15±4,37	48,69±4,76	49,05±4,43	49,81±4,64	49,15±4,27	0,294	-

N: Normal; LK: Sol kapalı; RK: Sağ kapalı; AK: Aşağı kapalı; YK: Yukarı kapalı; ort: ortalama; std: standart sapma.

* Tekrarlayan ölçümlerin karşılaştırılmasına ilişkin p değeri; ** Ölçümler arasında fark bulunduğu hangi ölçümlerin farklı olduğuna ilişkin p değerleri (p < 0,05).

60 Saniyelik Statik Denge Analizi Verileri

60 saniyelik statik denge analizi verilerinin ortalama değerleri, gönüllülerin normal statik denge ölçümleri ile, gözlük camı deneme çerçevesinin sol, sağ, aşağı ve yukarı yarımaları kapatıldıktan sonraki ölçümleri arasında grup olarak karşılaştırıldı.

60 saniyelik statik denge analizine ait ölçümlerin parametrelerine bakıldığında minor eksen uzunluğu, güvenilir elips alanı ve COP total yol uzunluğu parametrelerinin ortalama değerlerinde bazı gruplar arasında anlamlı fark görüldü ($p < 0,05$). Major eksen uzunluğu, güvenilir elips açısı, COP yatay sapma, COP dikey sapma, sol ve sağ ayak ön yük dağılımı, sol ve sağ ayak arka yük dağılımı ve sol ve sağ ayak total yük dağılımı parametrelerinde gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmadı ($p > 0,05$).

Minor eksen uzunluğu verileri “normal – yukarı kapalı”, “normal – sağ kapalı”, “sağ – aşağı kapalı” ve “sağ – sol kapalı” grupları arasında farklılık gösterdi.

Güvenilir elips alanı verileri “normal – sol kapalı” ve “normal – sağ kapalı” grupları arasında farklılık gösterdi.

COP total yol uzunluğu verileri “normal – aşağı kapalı”, “normal – yukarı kapalı”, “normal – sol kapalı” ve “normal – sağ kapalı” grupları arasında farklılık gösterdi.

60 saniyelik statik denge analizine ait verilerin ortalamaları ve p değerleri Tablo 5’te gösterildi.

Tablo 5. Gönüllülerin 60 saniyelik statik denge ölçüm parametrelerine ait veriler

60 saniyelik statik denge ölçüm parametreleri	Normal (N) ort±std	Sol kapalı (LK) ort±std	Sağ kapalı (RK) ort±std	Aşağı kapalı (AK) ort±std	Yukarı kapalı (YK) ort±std	P*	P**
Minor eksen uzunluğu (mm)	6,74±2,62	7,97±4	8,54±3,72	7,85±4,02	8,11±3,84	0,006	p = 0,015 (N-YK) p < 0,001 (N-RK) p = 0,015 (AK-RK) p = 0,032 (RK-LK)
Major eksen uzunluğu (mm)	14,89±5,31	16,72±6,1	17,07±6,46	16,51±7,94	17,01±6,76	0,123	-
Güvenilir elips açısı (°)	18,83±20,71	17,96±19,87	18,35±19,7	19,68±24,18	16,44±18,89	0,881	-
Güvenilir elips alanı (mm ²)	84,7±59,75	114,12±86,68	127,58±105,43	120,54±141,68	120,42±106,96	0,042	p = 0,019 (N-LK) p = 0,004 (N-RK)
COP total yol uzunluğu (mm)	489,58±100,38	554,74±142,04	560,19±148,25	548,14±206,2	555,21±156,81	<0,001	p < 0,043 (N-AK) p = 0,001 (N-YK) p < 0,001 (N-LK) p < 0,001 (N-RK)
COP yatay sapma (mm)	9,74±8,28	10,48±6,92	10,88±10,1	10,86±8,24	9,59±8,12	0,242	-
COP dikey sapma (mm)	35,72±24,64	39,24±30,19	35,21±26,94	42,53±26,72	36,81±29,66	0,097	-
Ayak ön yük dağılımı, sol (%)	50,1±18,12	47,91±21,99	48,49±19,31	51,07±22,44	48,52±20,34	0,081	-
Ayak arka yük dağılımı, sol (%)	49,89±18,12	52,08±21,99	51,51±19,31	48,93±22,44	51,47±20,34	0,081	-
Ayak total yük dağılımı, sol (%)	50,55±4,91	50,88±4,53	50,26±4,96	50,42±4,58	50,08±4,26	0,305	-
Ayak ön yük dağılımı, sağ (%)	51,63±17,69	49,27±20,84	49,44±20,03	53,07±20,91	49,19±18,7	0,074	-
Ayak arka yük dağılımı, sağ (%)	48,36±17,69	50,72±20,84	50,55±20,03	46,92±20,91	50,81±18,7	0,074	-
Ayak total yük dağılımı, sağ (%)	49,45±4,91	49,11±4,53	49,73±4,96	49,56±4,57	49,9±4,26	0,3	-

N: Normal; LK: Sol kapalı; RK: Sağ kapalı; AK: Aşağı kapalı; YK: Yukarı kapalı; ort: ortalama; std: standart sapma.

* Tekrarlayan ölçümlerin karşılaştırılmasına ilişkin p değeri; ** Ölçümler arasında fark bulunduğu hangi ölçümlerin farklı olduğuna ilişkin p değerleri (p < 0,05).

30 ve 60 Saniyelik Statik Denge Analizlerinin Birbirleri ile Karşılaştırılmasına İlişkin Veriler

Yapılan 30 ve 60 saniyelik statik denge analizlerinden elde edilen ve aynı parametreyi gösteren veriler grup olarak karşılaştırıldı.

Karşılaştırılan gruplara ait p değerlerine bakıldığında minor eksen uzunluğu, major eksen uzunluğu, güvenilir elips alanı, COP total yol uzunluğu ve COP dikey sapma parametrelerinde gruplar arasında anlamlı fark gözlemlendi ($p < 0,05$). Güvenilir elips açısı, COP yatay sapma, sol ve sağ ayak ön yük dağılımı, sol ve sağ ayak arka yük dağılımı ve sol ve sağ ayak total yük dağılımı parametrelerinde gruplar arasında fark bulunmadı ($p > 0,05$).

Minor eksen uzunluğu normal, sol kapalı, sağ kapalı, aşağı kapalı ve yukarı kapalı ölçümlerde 30 ve 60 saniyelik statik denge analizi arasında farklılık gösterdi.

Major eksen uzunluğu normal, sol kapalı, sağ kapalı, aşağı kapalı ve yukarı kapalı ölçümlerde 30 ve 60 saniyelik statik denge analizi arasında farklılık gösterdi.

Güvenilir elips alanı normal, sol kapalı, sağ kapalı, aşağı kapalı ve yukarı kapalı ölçümlerde 30 ve 60 saniyelik statik denge analizi arasında farklılık gösterdi.

COP total yol uzunluğu normal, sol kapalı, sağ kapalı, aşağı kapalı ve yukarı kapalı ölçümlerde 30 ve 60 saniyelik statik denge analizi arasında farklılık gösterdi.

COP dikey sapma aşağı kapalı olarak yapılan ölçümde 30 ve 60 saniyelik statik denge analizinde farklılık gösterdi.

30 ve 60 saniyelik statik denge analizlerinin birbirleri ile karşılaştırılmasına ilişkin p değerleri Tablo 6'da gösterildi.

Tablo 6. Gönüllülerin 30 ve 60 saniyelik statik denge ölçümlerinin karşılaştırılmasına ilişkin p değerlerine ait veriler

Statik denge ölçüm parametreleri	Normal (N) p değeri	Sol kapalı (LK) p değeri	Sağ kapalı (RK) p değeri	Aşağı kapalı (AK) p değeri	Yukarı kapalı (YK) p değeri
Minor eksen uzunluğu (mm)	0,044	0,017	0,007	0,003	0,002
Major eksen uzunluğu (mm)	0,004	0,026	0,022	0,017	0,038
Güvenilir elips açısı (°)	0,158	0,116	0,306	0,633	0,892
Güvenilir elips alanı (mm ²)	0,011	0,023	0,016	0,001	0,003
COP total yol uzunluğu (mm)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
COP yatay sapma (mm)	0,651	0,787	0,54	0,75	0,873
COP dikey sapma (mm)	0,339	0,168	0,209	0,024	0,858
Ayak ön yük dağılımı, sol (%)	0,411	0,622	0,964	0,726	0,737
Ayak arka yük dağılımı, sol (%)	0,411	0,622	0,964	0,726	0,737
Ayak total yük dağılımı, sol (%)	0,53	0,281	0,192	0,551	0,091
Ayak ön yük dağılımı, sağ (%)	0,975	0,658	0,646	0,428	0,628
Ayak arka yük dağılımı, sağ (%)	0,975	0,657	0,646	0,428	0,628
Ayak total yük dağılımı, sağ (%)	0,53	0,281	0,192	0,529	0,091

N: Normal; LK: Sol kapalı; RK: Sağ kapalı; AK: Aşağı kapalı; YK: Yukarı kapalı.

TARTIŞMA

Çalışmamızda görme alanında yapılan değişikliklerin yürüme ve denge üzerindeki etkisini ve bu etkinin propriyosepsiyon ile ilişkisini araştırmayı hedefledik. Literatürde görmenin yürüme ve denge üzerindeki etkisini araştıran birçok farklı yöntem ile yapılmış çalışma mevcuttur (103-114). Biz çalışmamızda yürüme ve denge analizini kuvvet platformu aracılığı ile yapmayı tercih ettik. Görme alanı değişiklikleri oluşturabilmek için gözlük camı deneme çerçevesi kullandık. Bu yöntem sayesinde elde edilen verilerin karşılaştırılması sonucunda, görmenin propriyoseptif gücünü değerlendirmeyi amaçladık.

Elde ettiğimiz bulgulara baktığımızda, sol ve sağ adım uzunluğu parametrelerinde anlamlı fark bulundu ($p < 0,05$). Adım uzunluğu, aşağı kapalı (AK) olarak en düşük ölçüldü. AK ortalaması sol tarafta $57,46 \pm 6,22$, sağ tarafta $58,42 \pm 5,39$ olarak bulundu. Her iki taraf için, adım uzunluğunun en çok fark gösterdiği karşılaştırma “normal – aşağı kapalı (N-AK)” arasındaydı. Sağ kapalıyken sol adım uzunluğu, sol kapalıyken ise sağ adım uzunluğu ile AK arasında farklılık bulunması dikkat çekti ($p < 0,05$). Bunun haricinde anlamlı fark olmasa da, her iki tarafta da adım uzunluğu en yüksek olarak normal yürümede ölçüldü ($p > 0,05$).

Çift adım uzunluğu verilerine baktığımızda, en düşük olarak ölçülen değer AK’de bulundu ($p < 0,05$). En yüksek fark N-AK arasındaydı. Aynı zamanda “sağ kapalı ve aşağı kapalı (RK-AK)” arasında da anlamlı fark çıkması dikkat çekti ($p < 0,05$).

Hallemons ve ark. (104) yaş ortalaması $26,7 \pm 12,7$ olan 10 görme kusurlu ve yaş ortalaması $28,1 \pm 6,6$ olan 20 sağlıklı bireyde görme eksikliğinin yürümeyi nasıl etkilediğini araştırmışlardır. Denekler bir platform üzerinde çıplak ayak ile yürümüşlerdir. Sağlıklı olan denekler ilk gözlüksüz, daha sonra siyah bant ile kapatılmış deniz gözlüğü ile yürütülmüştür.

Deniz gözlüğü ile yürütülürken sağlıklı bireylerin gözlerinin açık olması gerektiği söylenmiştir. Bu sayede yapay bir körlük oluşturulmak istenmiştir. Araştırmanın sonucunda görme kusuru olan bireylerin daha kısa çift adım uzunluğu gösterdiğini bulmuşlardır. Kontrol grubunda yapay körlük oluşturularak yürütülen deneklerde de aynı sonuç gözlenmiştir. Görme kusuru olan bireylere ek olarak, kontrol grubunda yapay körlük oluşturulan bireylerde ayrıca yürüme hızında ve kadansta azalma görülmüştür.

Pilgram ve ark. (106) idiyopatik Parkinson hastalığı olan 25 bireyin, aynı yaş aralığında 17 sağlıklı bireyin ve 18 genç sağlıklı bireyin yürümelerini karşılaştırmışlardır. GAITRite yürüme platformu üzerinde, deneklerin boyunlarına geçirdikleri ve gözlerine kadar uzanan siyah bir boyunluk ile yürüme analizi yapmışlardır. Bu sayede denekler önlerindeki platformu ve kendi vücutlarını görememişlerdir. Sağlıklı genç hastalarda elde ettikleri sonuçlarda adım uzunluğu ve çift adım uzunluğunun oldukça azaldığını belirtmişlerdir. Hiçbir grupta kadansta anlamlı bir değişiklik bulmamışlardır.

Sonuçlarımızda hem adım uzunluğu, hem de çift adım uzunluğu AK'de en düşük bulundu. En yüksek adım uzunluğu ve çift adım uzunluğu değerinin normal ölçümde çıkması, görme alanını değiştirdiğimiz tüm ölçümlerde adım uzunluğunun kısaldığını gösterir. Bu en anlamlı olarak aşağı kapalı durumdayken görüldü. Bu, kişinin daha kısa adımlar attığını göstermekte ve literatürde bulunan çalışmalar ile uyum sağlamaktadır (104,106).

Mullie ve ark. (107), 21 gönüllüde yürümenin propriyoseptif rolünü incelemişlerdir. Bu çalışmalarında 12 sağlıklı ve 9 hemiparezisi mevcut hasta kullanmışlardır. Denekler bir koşu bandı üzerinde sabit bir hızda yürümüşlerdir. Araştırmanın sonucunda her iki grupta da baskın ve baskın olmayan bacakta adım uzunluğu ve zamanında bir değişiklik gözlememişlerdir. Biz çalışmamızda gözlük camı deneme çerçevesinin sol tarafını kapadığımızda sağ hemisferin, sağ tarafı kapadığımızda ise sol hemisferin görmeden gelen propriyoseptif bilgiye ulaşmasını engellemiş veya oldukça azaltmış oluyoruz. Bundan dolayı, sol hemisfer engelliyken sağ adım uzunluğunda, sağ hemisfer engelliyken ise sol adım uzunluğunda değişiklikler gözlenmesi, görmenin hemisferlere ulaşan propriyoseptif gücünün yürümede etkili olduğunu göstermektedir. Biz, Mullie ve ark. (107) aksine görsel bilgiyi engellediğimiz için bu farkı bulmuş olabileceğimizi düşünüyoruz. Literatürde görmenin hemisferler üzerine olan etkisine dair yeterli çalışma olmadığından dolayı, bu konunun daha fazla aydınlatılması gerektiğini düşünüyoruz.

Çalışmamızda kadans, en düşük AK'de, en yüksek YK'de ölçüldü. Bu nedenle kadans arasındaki en çok fark YK-AK arasındaki karşılaştırmada gözlendi ($p < 0,05$). Kadans, bir dakika süresince atılan adım sayısı, yani tempoyu, tanımlar. Ölçümlerimizin sonucunda

temponun en çok AK'de azaldığı görülmektedir. Pilgram ve ark. (106) aksine bizim çalışmamız, kişi platformu ve kendi vücudunu görmediği sırada kadansta değişiklik göstermiştir. YK'de kadansın en yüksek ölçülmesi, temponun arttığını gösterir. Kişi yukarı kapalı durumdayken platforma daha fazla odaklandığı ve alt periferik görme alanı daha fazla aktive olduğu için, bu durumun olabileceğini öne sürmekteyiz.

Bu düşüncemizi literatürde destekleyen birçok çalışma vardır. Graci ve ark. (108), periferik görmenin çevreyi tanıma ve değerlendirme açısından günlük yaşamda çok önemli olduğunu ve yürüme analizinde adım uzunluğu, adım yüksekliği, adım hızı gibi birçok parametrenin periferik görme ile etkilendiğini bildirmiştir. Periferik görüş alanını üst ve alt olarak iki kısma ayırırsak, Marigold ve Patla (109), alt periferik görme alanının günlük yaşamda oldukça önemli olduğunu söylemiştir.

O'Connor ve Kuo (105), görmenin yürüme esnasında dengeye olan etkisine bakmışlardır. Yaptıkları çalışmada görmenin yürürken özellikle medial – lateral yönde etkili olduğunu, anterior – posterior yönde olan etkinin yürümenin dinamiğinden kaynaklanan pasif bir olay olduğunu söylemişlerdir. Çalışmalarında oluşturdukları görme değişiklikleri sonucunda medial – lateral yönde değişen adım genişliğinde daha anlamlı farklar bulmuşlardır.

Chien ve ark. (111), $27,2 \pm 4,92$ yaş aralığında 10 denekte yürüme analizindeki salınımlara bakmışlardır. Denekleri bir koşu bandı üzerinde, hem görsel uyarı vererek hem de görsel uyarı olmaksızın, belirli hız aralıklarında yürütmüşlerdir. Çalışmanın sonucunda periferik görme alanının azalmasının medial – lateral yönde daha anlamlı olduğu sonucuna varmışlardır. Bizim çalışmamızda medial – lateral yönde değişen adım genişliğinde herhangi bir anlamlı değişiklik gözlenmemiştir.

Adım zamanı anlamlı parametreler arasında N ve AK'de daha yüksek bulundu. Aralarında en çok fark bulunan karşılaştırma AK – YK arasındaydı ($p < 0,05$). Sağ tarafta ayrıca “sol kapalı ve aşağı kapalı (LK-AK)” arasında da anlamlı fark bulundu ($p < 0,05$).

Çift adım zamanı en yüksek olarak AK ve N 'de ölçüldü.. Çift adım uzunluğunun en düşük çıktığı karşılaştırma yukarı kapalıda (YK) gözlendi. Aralarında en çok fark bulunan karşılaştırma AK – YK arasındaydı ($p < 0,05$).

Adım zamanının uzaması, salınım öncesi fazının ve salınım fazının uzaması anlamına gelmektedir. Yani kişi, ayak salınım pozisyonundayken daha uzun zaman geçirmiştir. Çalışmamızda salınım fazına dair anlamlı bir fark çıkmamasına rağmen, salınım öncesi fazı sağ tarafta anlamlı fark gösterdi. Bu farklılık en çok YK-AK arasında ölçüldü. Bu faz AK durumdayken artmış olarak bulundu ($p < 0,05$).

Adım zamanından en çok etkilenen parametre AK durumdayken görüldü. AK’de adım zamanı artmış saptandı. Adım zamanının arttığından dolayı, salınım fazı ve salınım öncesi fazının artmış olması gerektiği bekledik. Salınım fazında artış görülmedi fakat salınım öncesi fazında sağ tarafta AK’de artış görüldü. Salınım öncesi fazının artması kişinin zemin üzerinde daha fazla süre geçirdiği anlamına gelmektedir. Bundan dolayı kişi AK durumdayken zemin ile temasını arttırmıştır.

Yukarı kapalı durumdayken ise çalışmamız tam tersi sonuç göstermiştir. YK durumda adım zamanı, çift adım zamanı ve salınım öncesi fazı en düşük bulunmuştur. Bu da, kişinin zemin ile daha az temas gösterdiği anlamına gelmektedir. Kişinin platformu görmediği zaman (AK durum) salınım öncesi fazını arttırdığını ve bu nedenle adım zamanında artış olduğunu, kişinin platforma daha fazla odaklandığını düşündüğümüz zaman (YK durum) ise salınım öncesi fazını azalttığını ve bu sayede adım zamanında düşüş olduğunu bu sonuca bakarak söyleyebiliriz.

Yüklenme fazının sol tarafta AK’de, normale oranla arttığı gözlemlendi ($p < 0,05$).

Tek destek fazının sol tarafta AK’de azaldığı görüldü. Bu azalma en fazla N-AK arasında görüldü ($p < 0,05$). Çift destek fazı AK durumunda normale oranla daha yüksek bulundu ($p < 0,05$).

Hazime ve ark. (103) görmenin engellendiği durumlarda tek ayak üzerinde durmanın daha zor olduğunu savunmuştur.

Yüklenme fazı ayağın zemine tam bastığı fazdır. Bu fazın artışı kişinin zemine daha fazla bastığını gösterir. Tek destek fazı yalnızca bir taraftaki ayağın zemine bastığı fazdır. Çift destek fazı ise her iki ayağın zemin ile temas ettiği dönemdir. Yüklenme fazında ve çift destek fazında her iki ayak zemin ile temas halindedir. Bu iki fazın AK’de yüksek bulunması, ayağın zemin ile temas ettiği sürenin arttığı anlamına gelir. Tek destek fazı ise bir ayağın zemin ile temas ettiği, karşı ayağın ise salınım fazında olduğu evredir. Bunun AK’de düşük bulunması, kişinin aşağı kapalı durumdayken bir ayak üzerinde daha az zaman geçirdiğini gösterir. AK durumdayken yüklenme fazı ve tek destek fazı aynı zamanda bizim çalışmamızda sadece sol tarafta anlamlı bulundu. Bu da, kişinin sol tarafta özellikle bu iki parametreden etkilendiğini gösterir.

Özetle, deneklerin AK durumdayken sol tarafta daha az tek ayak üzerinde zaman geçirdiği ve daha fazla yüklenme fazına ağırlık verdikleri görüldü. Sol ekstremitenin bu şekilde etkilenmesi bize hemisfer baskınlığını düşündürdü. Çalışmamıza katılan deneklerin %90’ı sol hemisfer baskındı. AK durumdayken kişilerin bu nedenle baskın hemisfer tarafına yani sağ

tarafa daha fazla ağırlık verdikleri fikrini öne sürdük. Hemisferlerin yürümedeki rolünün literatürde daha fazla aydınlatılması bu fikrimizi destekleyecektir.

Literatürde görme engeli olan deneklerin adım hızlarında azalma olduğunu destekleyen birçok çalışma yer almaktadır (104,110,115-118). Buna ek olarak Nakamura ve ark. (110), konjenital körlüğü olan kişilerin, kazanılmış körlüğe kıyasla, daha yavaş yürüdüklerini bildirmiştir. Bizim çalışmamızda adım hızı AK'de azalmış olarak görüldü. En yüksek adım hızı YK'de gözlemlendi. Bu nedenle en çok fark YK-AK arasındaki karşılaştırmada bulundu ($p<0,05$). AK'de adım hızının azalmasının nedeni kişinin önünü görmemesinden kaynaklanıyor olabilir. YK'de adım hızının artmış olması ise kişinin platforma odaklanması ve alt periferik görme alanının daha aktive olması olabilir. Marigold ve Patra'nın (109) alt görme alanı ile ilgili görüşleri bizim adım hızı ile ilgili bulduğumuz sonuçları desteklemektedir. Ayrıca çalışmamız literatürde adım hızı ile ilgili yapılan diğer çalışmalar ile de koreledir (104,110,115-118).

Kelebek diyagramına baktığımızda, tek destek çizgisi sağ ve sol tarafta anlamlı farklar gösterdi. Her iki tarafta da tek destek çizgisinin AK'de azaldığı görüldü ($p < 0,05$).

Tek destek çizgisi, zemin ile olan tüm temaslarda basıncın yer değişimi gösterir. Her iki tarafta özellikle AK'de COP'un tüm ölçümlerde en az yer değiştirdiğini gördük. Kelebek diyagramının yorumlanmasında literatürde yeterli çalışma bulamadık. Bu nedenle AK'de COP yer değiştirmesinin daha az olmasının, kişinin COP'u daha dengede tutmak adına sensorimotor yollar ile görme eksikliğinden kaynaklanan durumu kompanse etmeye çalıştığı fikrini öne sürüyoruz. Kişi COP'taki yer değişimi azaltmak için daha emin ve dikkatli adımlar atmaya çalışıyor olabilir diye düşünmekteyiz.

30 saniyelik denge ölçümünde COP total yol uzunluğu, en yüksek sağ kapalıda (RK), en düşük N'de görüldü. En çok değişim normal ile RK arasındaydı. Ayrıca anlamlı olarak COP total yol uzunluğunun normale kıyasla tüm ölçümlerde arttığı görüldü ($p < 0,05$).

60 saniyelik denge ölçümünde COP total yol uzunluğu en yüksek RK'de, en düşük N'de gözlemlendi. En çok değişim N-RK arasındaydı. Ayrıca anlamlı olarak COP total yol uzunluğu normale göre tüm ölçümlerde artmış olarak bulundu ($p < 0,05$).

Sonuçlarımıza baktığımızda denge ölçümünde anlamlı olarak en çok etkilenen parametrenin, gözlük camı çerçevesinin sağ kapalı durumdayken olduğunu gördük. RK durumdayken çalışmamızda sol hemisferin görsel bilgi elde etmesini engelledik veya oldukça azalttık. COP total yol uzunluğunun RK'de en çok etkilenmesi, COP'un daha çok yer değiştirdiği anlamına gelmektedir. Bu nedenle ağırlık merkezinin RK'de daha değişken olduğunu göstermektedir.

P  rennou ve ark. (119) yaptıkları çalışmada inme geçiren hastaları incelediklerinde, dengede olan bozulmaların lezyonun beyinde hangi hemisferde yerleştiği ile ilgili olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bohannon ve ark. (120) ise sağ hemisfere yerleşen lezyonlarda özellikle denge bozulmalarının görüldüğünü saptamışlardır. Laufer ve ark. (121) inme sonrası olan iyileşmenin sol hemisferi tutan hastalarda %60, sağ hemisferi tutan hastalarda ise %37 olduğunu söylemişlerdir.

Bonan ve ark. ve Manor ve ark. (122-126), yaş aralığı 65 ± 8 olan deneklerde yaptıkları çalışmada, sağ hemisferi tutan inmeli hastaların dengede görsel bilgiye daha bağımlı olduğunu bulmuşlardır. Bonan ve ark. ve Marigold ve ark. (122-125,127), bu bağımlılığın inmeye bağlı meydana gelen azalmış propriyoseptif ve diğer sensoriyel bilgiler nedeniyle olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Duclos ve ark. (112), 14 sol hemisfer tutulumlu, 12 sağ hemisfer tutulumlu inme hastası ve 20 sağlıklı gönüllü üzerinde yaptıkları araştırmada COP'un sapmasını karşılaştırmışlardır. Gözler kapalıyken yaptıkları denge analizinde COP'un tüm gruplarda çok daha fazla yer değiştirdiğini bulmuşlardır. Ayrıca, görsel bilgi olmadığı zaman, sağ hemisfer tutulumlu inme hastalarında COP'un yer değiştirmesinin, diğer gruplara kıyasla çok daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Bu nedenle sağ hemisfer tutulumlu hastaların görsel bilgi olmadığı takdirde, denge hakimiyetlerinin çok daha az olduğunu, sol hemisfer tutulumlu hastaların ise denge hakimiyetlerinin kontrol grubu ile benzer olduğunu söylemişlerdir. Bu sonuçlar sağ hemisfer tutulumlu hastalarda daha önceki çalışmalarda da öne sürülen "görsel bilgiye bağımlılık" kavramını desteklemiştir.

Duclos ve ark. (112) ayrıca deneklere uyguladıkları bilateral aşıl tendonu vibrasyonu sayesinde alt ekstremitenin propriyosepsiyonuna bakmışlardır. Propriyoseptif bilginin işlenmesinin ve kullanılmasının sağ taraf tutulumlu hastalarda çok daha fazla etkilendiğini söylemişlerdir.

Afferent bilginin işlenmesi ve kullanılabilmesi, motor cevabın etkili bir şekilde oluşmasını sağlamaktadır. Bronson-Lowe ve ark. (128) sağ hemisfer tutulumlu hastalarda bu cevabın özellikle azaldığını göstermişlerdir. Başka bir çalışmada Zemke ve ark. (129) ise inme sonrasında, tutulan tarafa bağlı olarak hemisferlerde yeniden bir organizasyon olduğunu söylemişlerdir. McChesney ve Woollacott (130), yaptıkları araştırmada propriyosepsiyon ve denge ilişkisinin statik durumda çok anlamlı olduğunu, fakat dinamik durumda daha az anlamlı olduğunu bildirmişlerdir.

Jamal ve ark. (131), ortalama yaşı $60,3 \pm 10$ olan 15 sağ hemisfer tutulumlu, 15 sol hemisfer tutulumlu ve 20 sağlıklı denekte yaptıkları çalışma sonucunda da benzer sonuçlar elde etmiş ve sağ hemisfer tutulumlu hastalarda dengenin daha fazla etkilendiğini söylemişlerdir.

Çalışmamız sağ hemisferin görsel bilgiye olan bağımlılığı ile ilgili literatürde sunulan çalışmalar ile uyum göstermemektedir (112,119-127,131). Aksine, sonuçlarımız RK durumdayken, yani sol hemisfer engelliyken en belirgin farkı göstermiştir. Dikkat çekilen nokta, literatürde sunulan çalışmaların çok büyük bir oranının kronik hastalıklar üzerine olduğudur. Kronik inme vakalarında yapılan çalışmaların aksine, biz kısa süreli ve akut bir görsel engel yarattık. Buna rağmen sağ kapalı deneklerde anlamlı bir fark bulduk. Akut bir durumda bile görsel bilginin propriyoseptif gücünü ortadan kaldırdığımızda (veya oldukça düşürdüğümüzde), kişi bunu somatosensoriyel duyular ve görme harici propriyoseptif duyular ile kompanse etse de, dengenin etkilendiğini gördük. Bu etkilenme literatürdeki çalışmalarda en fazla sağ hemisferde gözükse de, bizim çalışmamızda sol hemisferde bulundu. Bunun nedeninin hemisfer dominantlığı olabileceğini düşünüyoruz.

Çalışmamıza katılan deneklerin 45'i sol hemisfer, 5'i sağ hemisfer dominantlık göstermekteydi ve tüm denekler sağlıklıydı. Literatürde yapılmış çalışmalarda kronik inme vakalarında sensorimotor devrelerin yeniden organize olduğu ve bundan dolayı hemisfer tutulumuna bağlı olarak dengenin etkilendiği söylenmiştir. Bizim çalışmamızda gönüllüler, kendi seçtikleri bir hızda, platform üzerinde kısa bir süre içinde yürümüşlerdir (<15 sn). Sağlıklı bir insanda sensorimotor devrelerin bu kadar kısa bir süre içerisinde yeniden organize olmasının mümkün olduğunu düşünmüyoruz. Bu nedenle, literatürde yer alan kronik vakaların aksine, sağlıklı insanlarda baskın hemisferin etkilendiği akut görsel durumlarda da propriyosepsiyonun bozulduğu ve buna bağlı olarak dengede değişiklikler görüldüğünü söyleyebiliriz.

Çalışmamıza katılan deneklerin yaş ortalaması $20,14 \pm 1,41$ olup, incelediğimiz literatürlerdeki denek yaş ortalaması çalışmamızın çok daha üstündedir. Dengede ortaya çıkan bozulmaların hem genç hem de yaşlı popülasyonda meydana geldiği görülmüştür. Bu bozulmanın hangi popülasyonda daha fazla olduğuna ve dengenin daha genç bireylerde nasıl etkileneceğine dair ileri çalışmaların gerekli olduğunu düşünüyoruz.

30 saniyelik denge ölçümünde güvenilir elips açısı en düşük AK'de ölçüldü ($p < 0,05$). Aşağı kapalı durumdayken kişi kendi vücudunu ve önündeki platformun bir kısmını görememektedir. Bu nedenle görsel propriyosepsiyon bozulmaktadır. Aşağı kapattığımızda, her iki hemisfere görsel olarak gelen vücut propriyosepsiyonuna ait bilgiyi engellemiş olmaktadır. Bu açının daralması, Y ekseninin major eksene yaklaştığını, yani %95 güvenilir elips çevresinin

orta hatta doğru kaydığını gösterir. Bunun sebebinin kişinin her iki ekstremitte üzerine binen ağırlığı eşitlemeye çalışması olabileceğini öne sürmekteyiz. Literatürde güvenilir elips açısı ile ilgili yeterli miktarda çalışma bulunmadığından dolayı ileri çalışmaların gerekli olduğunu düşünmekteyiz.

60 saniyelik denge ölçümünde minor eksen uzunluğunun en çok RK’de arttığı bulundu. En yüksek fark N-RK arasında gözlemlendi ($p < 0,05$). Minor eksen uzunluğunun artışı COP’un medial-lateral yöneltide daha fazla yer değiştirdiği anlamına gelmektedir (101). Literatürde yer alan kronik hastalarda yapılan çalışmaların aksine bizim yaptığımız çalışmada, sol (baskın) hemisferin dengede daha fazla etkilendiğini belirtmiştik (112,119-129,131). Doğal olarak, RK’deki COP total yol uzunluğunun en çok artması, minor eksen uzunluğunun da RK’de daha fazla olmasına neden olmaktadır.

60 saniyelik denge ölçümünde güvenilir elips alanı en yüksek RK’de ölçüldü. En çok fark N-RK arasındaydı ($p < 0,05$). Güvenilir elips alanı, COP’un eriştiği en uzak noktaları gösteren alanı tarif ettiği için, bu alanın artması COP’un daha uzak noktalara ulaştığı anlamına gelir. Çalışmamızda COP’un en çok RK’de değişkenlik göstermesi bu parametrenin en yüksek RK’de ölçülmesi ile koreledir.

30 ve 60 saniyelik ölçümler karşılaştırıldığında, minor eksen uzunluğu, major eksen uzunluğu, güvenilir elips alanı ve COP total yol uzunluğu parametrelerinin, tüm karşılaştırmalarda 60 saniyelik denge ölçümlerinde artmış olduğu görüldü. COP dikey sapma yalnızca AK’de 60 saniyelik denge ölçümünde, 30 saniyelik ölçüme kıyasla yüksek ölçüldü ($p < 0,05$). Diğer karşılaştırmalar arasında COP dikey sapmada anlamlı fark çıkmasa da, 60 saniyelik denge ölçümünde tüm değerler daha yüksekti ($p > 0,05$). COP total yol uzunluğunun 30 ve 60 saniyelik denge ölçümleri arasında en çok fark bulunan karşılaştırma AK’de görüldü.

Le Clair ve ark. (113), 19 – 32 yaş aralığında, 25 denekte kuvvet platformu aracılığı ile denge sürelerini karşılaştırmışlardır. Yaptıkları çalışmada deneklerin dengelerini gözleri açık ve kapalı şekilde hem normal duruş pozisyonunda, hem de bir ayağın topuğu diğerinin ayak ucuna gelecek şekilde (Romberg duruşu) ölçmüşlerdir. Bu ölçümleri, her biri 10, 20, 30, 45 ve 60 sn olacak şekilde tekrarlamışlardır. Çalışmanın sonucunda görme ve denge arasında oldukça anlamlı farklar elde etmişlerdir ($p < 0,01$). Romberg duruşunda özellikle görmenin daha önemli olduğunu vurgulamışlardır.

Le Clair ve ark. (113) denge testinin süresi uzadıkça deneklerin platform üzerindeki salınımlarının arttığını ve buna bağlı olarak basınç merkezinde daha fazla değişim olduğunu söylemişlerdir. Bu nedenle uzun süren ölçümün daha az güvenilir olabileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca gözler kapalıyken kısa test sürelerinde (10 sn) dengenin daha çok etkilendiğini

bulmuşlardır. Bunun sebebi olarak deneklerin test süresi uzadıkça görme eksikliğine karşı adapte olduklarını öne sürmüşlerdir. 10 sn süren denge analizinin bu adaptasyonu göstermek için yetersiz bir süre olduğunu ve bundan dolayı en az güvenilir olduğunu söylemişlerdir. Araştırmanın sonucunda en güvenilir denge analizi ölçüm süresinin 20 ve 30 sn olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Nagymate ve ark. (114) yaptıkları çalışmada 30 ve 60 sn arasındaki denge analizlerinin birbirleri ile olan farklarını araştırmışlardır. $22 \pm 6,47$ yaş ortalamasında, 22 erkek ve 8 kadın denek üzerinde denge analizi gerçekleştirmişlerdir. Bu analizleri iki ayak üzerinde gözler açık – kapalı olacak şekilde ve baskın ekstremitte üzerinde tek ayak yere basacak şekilde 3 farklı denge analiz yöntemi ile yapmışlardır. Her bir analizi 10 kez tekrarlamışlardır. Araştırmanın sonucuna göre COP yer değiştirmesinin 30 saniyelik ölçümlerde, 60 saniyeliklere kıyasla daha güvenilir olduğunu söylemişlerdir. Ayrıca %95 elips alanında olan değişimlerin, COP total yol uzunluğuna göre daha az güvenilir olduğunu, total yol uzunluğunun en güvenilir parametre olduğunu göstermişlerdir. COP'un medial – lateral ve anterior – posterior yönde olan değişimlerinin 60 saniyelik denge analizinde, 30 saniyeliğe kıyasla daha güvenilir olduğunu bulmuşlardır. Baskın ayak üzerinde yaptıkları analizlere yorum getirmemişlerdir.

30 ve 60 saniyelik denge ölçümlerini kıyasladığımızda, çalışmamız literatür ile uyum göstermektedir (113,114). Minor eksen uzunluğu ve major eksen uzunluğunun 60 saniyelik denge analizinde anlamlı bir şekilde artması COP'un 60 saniye içerisinde daha fazla medial – lateral ve anterior – posterior yönde değiştiğini göstermektedir. Ayrıca minor eksen uzunluğu parametrelerinin yalnızca 60 saniyelik denge testinde anlamlı çıkması, test süresi uzadıkça medial – lateral salınımların arttığını vurgulamaktadır.

Çalışmamızda güvenilir elips alanı ve COP total yol uzunluğu, 60 saniyelik analizlerde, 30 saniyeliklere kıyasla oldukça yüksek olarak bulundu. Bu iki parametre, COP'un yer değiştirmesinin 60 saniyelik ölçümlerde daha fazla olduğunu göstermektedir. Bu sayede 60 saniyelik ölçümlerde dengenin daha fazla bozulduğunu görmekteyiz. Bu bozulma aynı zamanda en fazla AK durumdayken gerçekleşti. Bu, kişinin platformu ve vücudunu görmediği durumda, denge süresi uzadıkça COP yer değiştirmesinin diğer ölçümlere göre daha fazla olduğunu göstermektedir.

COP dikey sapma, COP'un anterior – posterior yönde olan sapmasını göstermektedir. Bu parametrede bizim çalışmamızda 30 ve 60 saniyelik ölçümler arasında yalnızca AK'de anlamlı fark bulundu. AK'de bu nedenle 60 saniyelik ölçümde dengenin ön – arka salınımindaki sapmanın arttığını söyleyebiliriz.

Yaptığımız tez çalışmasında saptadığımız iki eksiklik mevcuttur. Çalışmamız yürüme ve dengedeki cinsiyet uyumsuzluğunu ortadan kaldırmak için yalnızca erkek cinsiyet üzerinde uygulandı. Kadın cinsiyette ortaya çıkabilecek sonuçların farklı olup olmayacağı veya her iki cinsiyetin karşılaştırılması sonucunda fark olup olmayacağını bilmiyoruz. Bunun için ileri bir çalışma gerektiğini düşünüyoruz. Ayrıca görme alanının değerlendirilmesinde gözlük camı deneme çerçevesi kullanılmıştır ve bu gözlük kişinin kendi gözüne göre ayarlanmıştır. Bu ayar, deneyi gerçekleştiren kişi tarafından gerçekleştirilmiştir ve mümkün olduğunca objektif şekilde yapılmıştır. Lakin yine de deneyi yapan kişiye göre subjektif bir yöntemdir.

Çalışmamızda literatürde yapılan araştırmaların aksine adım genişliğinde bir fark bulmadık. Ayrıca literatürde kronik inme hastaları üzerinde yapılan çalışmalar, sağ hemisferin denge hakimiyetinde daha aktif olduğunu söylemektedir. Fakat literatürdeki çalışmaların aksine biz görsel bilgiyi kısıtladığımızda dominant hemisferin sağlıklı deneklerde denge üzerinde daha çok etkilendiğini bulduk. Bunun dışında yaptığımız çalışma genel olarak literatür ile uyum göstermektedir. Adım uzunluğunun sol kapalıyken sağ tarafta, sağ kapalıyken ise sol tarafta azalması hemisferlerin görmedeki rolünü akla getirmektedir. Yüklenme fazı ve tek destek fazının sol tarafta, salınım öncesi fazının sağ tarafta değişiklik göstermesi baskın hemisferin yürümede rolü olabileceğini düşündürmektedir. Yürüme esnasında gözler aşağı kapalı durumdayken etkilenen parametreler, alt periferik görme alanının normal yürümedeki önemini vurgulamaktadır. 30 ve 60 saniye ölçümleri kıyasladığımızda elde ettiğimiz sonuçlar, süre uzadıkça kişinin dengeyi kontrol altına tutmakta güçlük yaşadığını göstermektedir. Görmenin propriyoseptif gücünün yürüme ve denge üzerine olan etkisi ile ilgili sağ ve sol kapalı olarak yaptığımız ölçümlerin hemisfer baskınlığı ile ilgili çalışmalarda literatüre katkı sağlayacağını düşünmekteyiz.

SONUÇLAR

Tez çalışmamızın hedefi görme alanı değişikliklerinin yürüme ve denge üzerindeki etkisini görmek, görmenin propriyoseptif gücüne yönelik sonuçlar elde etmek ve her iki hemisfer arasında görsel bilgiyi değerlendirme yönünde fark olup olmadığını saptamaktır. Araştırmamızın sonucunun literatüre katkı sağlayacağını düşünüyoruz.

1. Adım uzunluğunda bulduğumuz değişiklikler literatüre uyumludur. Adım uzunluğunu aşağı kapalı durumda en düşük bulduk. Adım uzunluğunun ayrıca normal yürümeye kıyasla gözlükle yapılan tüm ölçümlerde daha düşük çıktığı görüldü.

2. Kadans en düşük aşağı kapalı durumda, en yüksek yukarı kapalı durumda meydana geldi. Periferik görüş alanının alt kısmının günlük yaşamda oldukça aktif olması, bu sonucumuzu literatür ile uyumlu hale getirmektedir.

3. Adım zamanı aşağı kapalı ve normal durumda yüksek, yukarı kapalı durumda alçak bulundu. Salınım öncesi fazı sağ tarafta anlamlı fark gösterdi.

4. Yüklenme fazı sol tarafta AK'de artış gösterdi. Tek destek fazı sol tarafta AK'de azalış gösterdi. Çift destek fazı ise AK'de artmış bulundu. Bu bulgular yürüme ve hemisfer baskınlığı arasındaki ilişkiyi düşündürdü. Ayrıca gözler kapalı durumdayken tek ayak üzerinde durmanın daha zor olması, bu bulguları literatür ile destekledi.

5. Adım hızı en düşük aşağı kapalı durumda, en yüksek yukarı kapalı durumda meydana geldi. Bu sonucun alt periferik görmenin gücü ile ilgili olabileceğini düşündük. Ayrıca adım hızında normale göre aşağı kapalı durumda azalma olması, literatürdeki diğer çalışmalar ile uyum gösterdi.

6. Kelebek diyagramına baktığımızda, aşağı kapalıda tek destek çizgisinin azaldığı görüldü. Bunun nedeni olarak kişinin görme eksikliğinden kaynaklanan durumu kompanse etmeye çalışması olabilir şeklinde yorumladık. Fakat literatürde kelebek diyagramı ve görme arasında yetersiz çalışma olduğundan daha fazla araştırmanın gerektiğini düşünüyoruz.

7. COP total yol uzunluğu dengede normal ölçüm hariç tüm ölçümlerde ve özellikle sağ kapalıda yüksek bulundu. 60 saniyelik denge ölçümünde bu değerler 30 saniyelik ölçümlere göre daha yüksek ölçüldü. Denge ölçümünde süre uzadıkça kişinin denge kontrolünü sağlamanın zorlaşması COP total yol uzunluğunun artışı ile uyumludur. Ayrıca sağ kapalı ölçümlerde COP'un artmış görülmesi, literatürde yer alan kronik inme hastalarında tespit edilen sağ hemisferin denge üzerinde daha aktif olduğu bilgisinin aksine, sağlıklı insanlarda dominant hemisferin dengede daha aktif olabileceğini düşündürdü.

8. Minor eksen uzunluğundaki artışın yalnızca 60 saniyelik denge ölçümünde anlamlı çıkması dengenin süre uzadıkça bozulduğunu göstermektedir. 60 saniyelik denge ölçümünde ayrıca 30 saniyelik ölçümden farklı olarak güvenilir elips alanı da artış göstermiştir. Bu da COP total yol uzunluğunun arttığına işaret etmektedir.

9. Minor eksen uzunluğunun süre uzadıkça artması, COP'un medial – lateral yönde olan salınımlarının arttığını gösterir. Elde ettiğimiz bu sonuç, görmenin dengede medial – lateral yönde daha etkili olduğunu gösteren literatür ile desteklenmektedir.

Yaptığımız çalışmada elde ettiğimiz veriler, sağlıklı bireylerde dominant hemisferin dengenin sağlanmasında daha üstün bir rol oynadığını düşündürdü. Çalışmamızın sonucunda, alt periferik görme alanının yürümede oldukça önemli olduğu görüldü. Denge ölçüm süresi uzadıkça kişinin denge parametrelerinde meydana gelen değişimlerin de arttığı saptandı. Bundan dolayı denge testi süresinin arttığı durumlarda dengenin daha bozuk çıktığı bulundu ve bu bulgularımız literatür ile desteklendi. Görmenin denge üzerindeki etkisinin medial – lateral yönde daha güçlü olduğu bulundu. Görme etkilendiğinde adım uzunluğunun kısaldığı saptandı. Kelebek diyagramı verilerinin daha iyi yorumlanabilmesi için ileri çalışmaların gerekli olduğu düşünüldü.

ÖZET

Propriyosepsiyon vücut hareketlerinin ve eklemlerin yanı sıra bedenin veya beden bölümlerinin uzaydaki konumunun algılanmasıdır. Görme, çevreden ve dış ortamda yer alan olaylar ve objelerden bilgi elde edilmesini sağlarken, aynı zamanda çevreye veya bir vücut bölümüne kıyasla vücudun çeşitli kısımlarının hareketlerinin göreceli pozisyonları hakkında propriyoseptif bilgi de sağlamaktadır. Çalışmamızda görme alanı değişikliklerinin yürüme ve denge üzerindeki etkisini görmek, görmenin propriyoseptif gücüne yönelik sonuçlar elde etmek ve her iki hemisfer arasında görsel bilgiyi değerlendirme yönünde fark olup olmadığını saptamayı hedefledik.

Yaptığımız tez çalışması 18-25 yaş aralığında 50 erkek deneğin katılımı ile gerçekleştirildi. Deneklerin boy ve kilo ölçümleri yapıldı, dominant ekstremité tarafı sorgulandı. Deneklerin yürüme ve statik denge analizleri Zebris © FDM System Type FDM 1,5 ve WinFDM bilgisayar programı kullanılarak gerçekleştirildi. Deneklerin ilk olarak normal yürüyüşleri ve dengeleri ölçüldü. Daha sonra deneklere yarısı siyah mukavva kağıdı ile kapatılmış olan gözlük camı deneme çerçevesi verildi ve ölçümler aşağı kapalı, yukarı kapalı, sağ kapalı ve sol kapalı olarak tekrarlandı. Elde edilen verilerin istatistiksel analizi için SPSS 20 programı kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık sınırı $p < 0,05$ olarak belirlendi.

Çalışmamızın verileri değerlendirildiğinde görme alanında yapılan değişiklikler ile yürüme parametreleri arasında oldukça belirgin fark olduğu görüldü. Kelebek diyagramında görülen değişiklikler için daha fazla çalışma gerektiği düşünüldü. Görme alanı değişikliklerinin dengeyi özellikle medial – lateral yönde etkilediği ve sol (dominant) hemisferin görme alanı değişikliklerinde daha fazla etkilendiği görüldü. Sağ ve sol hemisfer arasında görme alanında

yapılan değişikliklerde farklar olduğu saptandı. Periferik görme alanının alt kısmının yürümede oldukça önemli olduğu görüldü.

Görme alanı değişiklikleri ile sağ – sol hemisfer arasındaki farkın daha iyi anlaşılabilmesi için daha kapsamlı çalışmalar yapılması gereklidir. Çalışmamızın sağ – sol görme alanını kapatarak yaptığımız kısmı literatürde gördüğümüz kadarıyla yapılan ilk çalışma olarak kabul edilebilir. Gerçekleştirdiğimiz tez çalışmasının literatüre katkı sağlayacağını düşünüyoruz.

Anahtar Kelimeler: Görme alanı, propriyosepsiyon, yürüme analizi, denge analizi.

EFFECTS OF VISUAL FIELD CHANGES ON GAIT AND BALANCE

SUMMARY

Proprioception is the perception of body movements and joints as well as the position of the body or body parts in space. The vision provides proprioceptive information about the relative positions of the movements of the various parts of the body compared to the environment or a body portion, while providing information from objects in the environment. In our study, we aimed to see the effect of visual field changes on gait and balance to obtain results for proprioceptive power of vision and to determine whether there was any difference in visual information between the two hemispheres.

Our thesis study was conducted with the participation of 50 male subjects aged 18-25. The height and weight of the subjects were measured and the dominant extremity side was questioned. Gait and static balance analysis of the subjects were performed using Zebris © FDM System Type FDM 1,5 and WinFDM computer program. First, the normal gait and balance of the subjects were measured. The subjects were then given a special glasses half covered with black cardboard paper, and the measurements were repeated with up closed, down closed, right closed and left closed. SPSS 20 program was used for statistical analysis of the data. The statistical significance limit was set at $p < 0,05$.

When the data of our study were evaluated, there was a significant difference between the changes in visual field and gait parameters. It was thought that further changes were needed for evaluating the butterfly diagram. It was revealed that changes in the visual field affected the balance, especially in the medial – lateral direction, and the left (dominant) hemisphere was

more affected by visual field changes. There were differences in visual field changes between right and left hemisphere. It was seen that the lower part of the peripheral visual field was very important in gait.

More comprehensive studies are needed to better understand the difference between visual field changes and right – left hemisphere. The part where we close the right – left visual field of our study can be considered as the first study in literature as far as we can see. We believe that our thesis study will contribute to the literature.

Keywords: Visual field, proprioception, gait analysis, stance analysis.

KAYNAKLAR

1. Jha P, Irshad A, Sonal K, Kamran A, Shalini V, Tarun K. Proprioception: an evidence based narrative review. Res Inves Sports Med 2017;1(2):1-5.
2. Sherrington CS. The integrative action of the nervous system. London: Humphrey Milford Oxford University Press; 1920.
3. Ribeiro F, Oliveira J. Biomechanics in applications, factors influencing proprioception: what do they reveal? InTech 2011.
4. Lee DN, Lishman J. Visual proprioceptive control of stance . Journal of human movement studies 1975;1(2):87-95.
5. De Moraes CG. Anatomy of the visual pathways. Journal of glaucoma 2013;22:2-7.
6. Taner D. Fonksiyonel nöroanatomi. 16th ed. ODTÜ Yayıncılık; 2016:33-217.
7. Yıldırım M. Resimli sistematik anatomi. Nobel Tıp Kitabevi; 2013:635-934.
8. Liutsko LN. Proprioception as a basis for individual differences. Psychology in Russia: State of the Art 2013;6(3):107-119.
9. Proske U, Gandevia SC. The proprioceptive senses: their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. Physiological Reviews 2012;92(4):1651-97.
10. Sechenov I. Reflexes of the brain. MIT Press; 1965.
11. Finger S. Origins of neuroscience: a history of explorations into brain function. Oxford University Press; 2001.
12. Ülkar B, Kunduracıoğlu B, Çetin C, Güner RS. Effect of positioning and bracing on passive position sense of shoulder joint. Br J Sports Med 2004;38:549-52.

13. Ghez C. The control of movement. In: Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM, Siegelbaum SA, Hudspeth AJ, Mack S (Eds.). *Principles of Neural Science*. 3rd ed. New York, N.Y.: Elsevier Science; 1991:533–547.
14. Johansson H, Sjolander P. Mechanics of joints: Physiology, pathophysiology and treatment. Wright V, Radin EL (Eds.). New York, N.Y.: Marcel Dekker Inc; 1993:243–290.
15. Grigg P. Peripheral neural mechanisms in proprioception. *Journal of Sport Rehabilitation* 1994;3(1):2-17.
16. Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part I: The physiologic basis of functional joint stability. *Journal of Athletic Training* 2002;37(1):71–79.
17. Matthews P. Where does Sherrington's "muscular sense" originate? Muscles, joints, corollary discharges? *Annual review of neuroscience* 1982;5(1):189-218.
18. Jami L. Golgi tendon organs in mammalian skeletal muscle: functional properties and central actions. *Physiological reviews* 1992;72(3):623-66.
19. Mihailoff G, Haines D. Motor system I: Peripheral sensory, brainstem, and spinal influence on anterior horn neurons. *Fundamental neuroscience for basic and clinical applications*, 3rd ed. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2005:379-93.
20. Gordon J. Muscle receptors and spinal reflexes: the stretch reflex. *Principles of Neural Science* 1991:564-80.
21. Wyke B. The neurology of joints. *Annals of the Royal College of Surgeons of England*. 1967;41(1):25.
22. Hogervorst T, Brand RA. Current concepts review-mechanoreceptors in joint function. *JBJS* 1998;80(9):1365-78.
23. Coggeshall RE, Hong KA, Langford LA, Schaible HG, Schmidt RF. Discharge characteristics of fine medial articular afferents at rest and during passive movements of inflamed knee joints. *Brain research* 1983;272(1):185-8.
24. He X, Proske U, Schaible H, Schmidt R. Acute inflammation of the knee joint in the cat alters responses of flexor motoneurons to leg movements. *Journal of neurophysiology* 1988;59(2):326-40.
25. Schaible H, Schmidt R. Responses of fine medial articular nerve afferents to passive movements of knee joints. *Journal of Neurophysiology* 1983;49(5):1118-26.
26. Schaible HG, Schmidt RF. Effects of an experimental arthritis on the sensory properties of fine articular afferent units. *Journal of Neurophysiology* 1985;54(5):1109-22.
27. Schaible H, Schmidt RF. Excitation and sensitization of fine articular afferents from cat's knee joint by prostaglandin E₂. *The Journal of Physiology* 1988;403(1):91-104.

28. Hall JE. Guyton and Hall textbook of medical physiology 13th ed. Elsevier Health Sciences 2015.
29. Ergen E, Ülkar B, Eraslan A. Derleme: propriyosepsiyon ve koordinasyon. Spor hekimliği dergisi 2007;42(2):57-83.
30. Siegel A, Sapru HN. Essential Neuroscience 2nd ed. Lippincott Williams & Wilkins 2006:259.
31. Barrack RL, Skinner HB, Cook SD, Haddad J. Effect of articular disease and total knee arthroplasty on knee joint-position sense. Journal of Neurophysiology 1983;50(3):684-7.
32. Hassan BS, Mockett S, Doherty M. Static postural sway, proprioception, and maximal voluntary quadriceps contraction in patients with knee osteoarthritis and normal control subjects. Annals of the Rheumatic Diseases 2001;60(6):612-8.
33. Koralewicz LM, Engh GA. Comparison of proprioception in arthritic and age-matched normal knees. JBJS 2000;82(11):1582-8.
34. Freeman M, Dean M, Hanham I. The etiology and prevention of functional instability of the foot. The Journal of bone and joint surgery British volume 1965;47(4):678-85.
35. Shakoov N, Furmanov S, Nelson D, Li Y, Block J. Pain and its relationship with muscle strength and proprioception in knee OA: results of an 8-week home exercise pilot study. J Musculoskelet Neuronal Interact 2008;8(1):35-42.
36. Felson DT, Gross KD, Nevitt MC, Yang M, Lane NE, Torner JC, et al. The effects of impaired joint position sense on the development and progression of pain and structural damage in knee osteoarthritis. Arthritis Care & Research 2009;61(8):1070-6.
37. Hortobágyi T, Garry J, Holbert D, Devita P. Aberrations in the control of quadriceps muscle force in patients with knee osteoarthritis. Arthritis Care & Research 2004;51(4):562-9.
38. Bennell KL, Hinman RS, Metcalf BR, Crossley KM, Buchbinder R, Smith M, et al. Relationship of knee joint proprioception to pain and disability in individuals with knee osteoarthritis. Journal of orthopaedic research 2003;21(5):792-7.
39. Barrett D, Cobb A, Bentley G. Joint proprioception in normal, osteoarthritic and replaced knees. The Journal of bone and joint surgery British volume 1991;73(1):53-6.
40. Şahin N, Bianco A, Patti A, Paoli A, Palma A, Ersöz G. Evaluation of knee joint proprioception and balance of young female volleyball players: a pilot study. Journal of Physical Therapy Science 2015;27(2):437-40.
41. Barrack R, Skinner H, Brunet M, Cook S. Joint kinesthesia in the highly trained knee. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 1984;24(1):18.
42. Subasi SS, Gelecek N, Aksakoglu G. Effects of different warm-up periods on knee proprioception and balance in healthy young individuals. Journal of Sport Rehabilitation 2008;17(2):186-205.

43. Touzalin-Chretien P, Ehrler S, Dufour A. Dominance of vision over proprioception on motor programming: evidence from ERP. New York, N.Y.: Cerebral cortex 2009;20(8):2007-16.
44. Hay JC, Pick HL, Ikeda K. Visual capture produced by prism spectacles. Psychonomic science 1965;2(1-12):215-6.
45. Rossetti Y, Desmurget M, Prablanc C. Vectorial coding of movement: vision, proprioception, or both? Journal of neurophysiology 1995;74(1):457-63.
46. Mon-Williams M, Wann JP, Jenkinson M, Rushton K. Synaesthesia in the normal limb. Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences 1997;264(1384):1007-10.
47. van Beers RJ, Sittig AC, Gon JJ. Integration of proprioceptive and visual position-information: An experimentally supported model. Journal of neurophysiology 1999;81(3):1355-64.
48. Yurdagül ŞT. Genç Voleybolcularda Omuzun Propriyoseptif Değerlendirilmesi (tez). Ankara: Ankara Üniversitesi; 2012.
49. Waibl H. Zur topographie der medulla spinalis der albino ratte (rattus norvegicus). Advances in Anatomy, Embryology and Cell Biology 1973;42:1-42
50. Snell RS (Çeviri: M. Yıldırım). Klinik Nöroanatomî. Nobel Tıp Kitabevleri; 2015:132-270.
51. Moore KL, Agur AMR (Çeviri: K. Şahinoğlu). Kliniğe Yönelik Anatomi. Nobel Tıp Kitabevleri; 2014:496-878.
52. Arifoğlu Y. Her Yönüyle Anatomi. İstanbul Tıp Kitabevi; 2017:431-545.
53. Ozan H. Ozan Anatomi: Klinisyen Tıp Kitabevleri; 2014:459-536.
54. Gökmen FG. Sistematik Anatomi. İzmir Güven Kitabevi; 2003:629-744.
55. Rexed B. A cytoarchitectonic atlas of the spinal cord in the cat. Journal of comparative neurology 1954;100(2):297-379.
56. Rexed B. The cytoarchitectonic organization of the spinal cord in the cat. Journal of Comparative Neurology 1952;96(3):415-95.
57. Scheibel ME, Scheibel AB. Terminal axonal patterns in cat spinal cord II. The dorsal horn. Brain research 1968;9(1):32-58.
58. Scheibel ME, Scheibel AB. Terminal axonal patterns in cat spinal cord I. The lateral corticospinal tract. Brain research 1966;2(4):333-50.
59. Nógrádi A, Vrbová G. Anatomy and physiology of the spinal cord. Transplantation of Neural Tissue into the Spinal Cord. Springer; 2006:1-23.

60. Editorial: Cortical Functions. Trans Cranial Technologies ldt., 2012:1-61.
61. Leonard CT. The Neuroscience of human movement. 1st ed. London: Elsevier; 1997.
62. Jankowska E. Interneuronal relay in spinal pathways from proprioceptors. Progress in neurobiology 1992;38(4):335-78.
63. Jankowska E. Spinal interneuronal systems: identification, multifunctional character and reconfigurations in mammals. J Physiol 2001;533(1):31–40.
64. Matthews GG. Brain motor mechanisms. Matthews G. Neurobiology: Molecules, Cells, & Systems. Blackwell Science Inc. Malden, MA; 1997:234.
65. Pedersen J, Lönn J, Hellström F, Djupsjöbacka M, Johansson H. Localized muscle fatigue decreases the acuity of the movement sense in the human shoulder. Medicine and science in sports and exercise 1999;31(7):1047-52.
66. Erickson RP. Stimulus coding in topographic and nontopographic afferent modalities: on the significance of the activity of individual sensory neurons. Psychological review 1968;75(6):447.
67. Johansson H, Sjölander P, Sojka P. A sensory role for the cruciate ligaments. Clinical orthopaedics and related research 1991;268:161-78.
68. Patestas MA, Gartner LP. A Textbook of Neuroanatomy. Blackwell Publishing; 2006.
69. Jürgen K, Mai GP, (Eds). The Human Nervous System. Elsevier Academic Press; 2012:233-247.
70. Tracey D. Ascending and descending pathways in the spinal cord. Elsevier Academic Press; 2004.
71. Molinari HH, Schultze KE, Strominger NL. Gracile, cuneate, and spinal trigeminal projections to inferior olive in rat and monkey. Journal of Comparative Neurology 1996;375(3):467-80.
72. Sengul G, Watson C. The Human Nervous System. Chapter 7 - Spinal Cord Connections. 3rd ed. Australia: Elsevier Inc.; 2012:233-258.
73. ten Donkelaar HJ, Kachlik D, Tubbs RS. An Illustrated Terminologia Neuroanatomica. Springer; 2018.
74. Standring S, (Eds). Gray's Anatomy. Churchill Livingstone Elsevier; 2008.
75. Sarlegna FR, Sainburg RL. The roles of vision and proprioception in the planning of reaching movements. Progress in Motor Control. Springer; 2009:317-35.
76. Graziano MS, Cooke DF, Taylor CS. Coding the location of the arm by sight. Science 2000;290(5497):1782-6.

77. Kolb H. Webvision: The organization of the retina and visual System [internet]. 2007.
78. Snell RS, Lemp MA. Clinical anatomy of the eye 2nd ed. Blackwell Publishing; 2013.
79. Schiefer U, Hart W. Functional anatomy of the human visual pathway. Clinical neuro-ophthalmology. Springer; 2007:19-28.
80. Rizzo J. Embryology, anatomy, and physiology of the afferent visual pathway. Clinical Neuro-Ophthalmology 2005:3-82.
81. Özaras N, Yalçın S. Yürüme Analizi. İstanbul Avrupa Tıp Kitapçılık; 2001.
82. Bozer C. Genç Erişkinlerde Günlük Aktivite Sırasında Yapılan Hareketlerin Kinetik Analizi (tez). Edirne: Trakya Üniversitesi; 2007.
83. Levine D Jr, Whittle MW. Whittle's Gait Analysis. China: Elsevier; 2012.
84. Zajac FE, Neptune RR, Kautz SA. Biomechanics and muscle coordination of human walking: Part I: Introduction to concepts, power transfer, dynamics and simulations. Gait & posture 2002;16(3):215-32.
85. Parlak M. Üç Boyutlu Hareket Analiz Yöntemi Kullanılarak Uzun Dönem Anklizon Spondilit'li Hastaların Yürüme Analizlerinin Normal Bireyler ile Karşılaştırılması (tez). Edirne: Trakya Üniversitesi; 2017.
86. Gage JR. Gait analysis. An essential tool in the treatment of cerebral palsy. Clinical orthopaedics and related research 1993(288):126-34.
87. Ayyappa E. Normal human locomotion, part 1: Basic concepts and terminology. JPO: Journal of Prosthetics and Orthotics 1997;9(1):10-7.
88. Erdoğan B, Tüzün Ş. Yaşlılarda yürüme kinematiği. Turkish Journal of Geriatrics 2001;4(1):33-9.
89. Capaday C. The special nature of human walking and its neural control. Trends in Neurosciences 2002;25(7):370-6.
90. Kayatekin AZY. 18-25 Yaş Arası Genç Erişkinlerde Quadriceps Açısının (Q Açısı) Yürüme Paternine Etkisi (tez). Edirne: Trakya Üniversitesi; 2018.
91. Abboud R. (i) Relevant foot biomechanics. Current Orthopaedics 2002;16(3):165-79.
92. Rosenbaum D, Becker HP. Plantar pressure distribution measurements. Technical background and clinical applications. Foot and ankle surgery 1997;3(1):1-14.
93. Karadaş N. Genç erişkinlerde statik postural kontrolün değerlendirilmesi (tez). Edirne: Trakya Üniversitesi; 2012.
94. Balaban Ö, Nacır B, Erdem H, Karagöz A. Denge fonksiyonunun değerlendirilmesi. J Phys Med Rehabil Sci 2009;12(3):133-9.

95. Palmieri RM, Ingersoll CD, Stone MB, Krause BA. Center-of-pressure parameters used in the assessment of postural control. *Journal of Sport Rehabilitation* 2002;11(1):51-66.
96. Bryant E, Trew M, Bruce A, Kuisma R, Smith A. Gender differences in balance performance at the time of retirement. *Clinical Biomechanics* 2005;20(3):330-5.
97. Howe T, Oldham J. Posture and balance. *Human Movement An Introductory Text*. London: Churchill Livingstone; 2001.
98. Ecerkale Ö. Postür analizinde symmetrigrاف ile orthoröntgenogram sonuçlarının değerlendirilmesi (tez). İstanbul: Bilim Uzmanlığı Tezi Okmeydanı Eğitim Araştırma Hastanesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü; 2006.
99. Beyazova M, Kutsal Y. Fiziksel tıp ve rehabilitasyon. Ankara: Güneş Kitabevi; 2000:156-82, 330, 459-77.
100. Öunpuu S. Terminology for clinical gait analysis. *American Academy of Cerebral Palsy Developmental Medicine Gait Lab Committee*; 1994:41-5.
101. Zebris FDM Software User Manual. Germany: Isny im Allgau; 2015:44-87.
102. Zatsiorsky VM. Kinetics of human motion. *Human Kinetics*; 2002:79-110.
103. Hazime FA, Allard P, Ide MR, Siqueira CM, Amorim CF, Tanaka C. Postural control under visual and proprioceptive perturbations during double and single limb stances: insights for balance training. *Journal of bodywork and movement therapies* 2012;16(2):224-9.
104. Hallemans A, Ortibus E, Meire F, Aerts P. Low vision affects dynamic stability of gait. *Gait & posture* 2010;32(4):547-51.
105. O'Connor SM, Kuo AD. Direction-dependent control of balance during walking and standing. *Journal of neurophysiology* 2009;102(3):1411-9.
106. Pilgram LM, Earhart GM, Pickett KA. Impact of limiting visual input on gait: Individuals with Parkinson disease, age-matched controls, and healthy young participants. *Somatosensory & motor research* 2016;33(1):29-34.
107. Mullie Y, Duclos C. Role of proprioceptive information to control balance during gait in healthy and hemiparetic individuals. *Gait & posture* 2014;40(4):610-5.
108. Graci V, Elliott DB, Buckley JG. Peripheral visual cues affect minimum-foot-clearance during overground locomotion. *Gait & posture* 2009;30(3):370-4.
109. Marigold DS, Patla AE. Visual information from the lower visual field is important for walking across multi-surface terrain. *Experimental Brain Research* 2008;188(1):23-31.
110. Nakamura T. Quantitative analysis of gait in the visually impaired. *Disability and Rehabilitation* 1997;19(5):194-7.

111. Chien JH, Mukherjee M, Siu KC, Stergiou N. Locomotor sensory organization test: how sensory conflict affects the temporal structure of sway variability during gait. *Annals of biomedical engineering* 2016;44(5):1625-35.
112. Duclos NC, Maynard L, Abbas D, Mesure S. Hemispheric specificity for proprioception: Postural control of standing following right or left hemisphere damage during ankle tendon vibration. *Brain research* 2015;1625:159-70.
113. Le Clair K, Riach C. Postural stability measures: what to measure and for how long. *Clinical Biomechanics* 1996;11(3):176-8.
114. Nagymáté G, Orlovits Z, Kiss RM. Reliability analysis of a sensitive and independent stabilometry parameter set. *PloS one*. 2018;13(4).
115. da Silva ES, Fischer G, da Rosa RG, Schons P, Teixeira LBT, Hoogkamer W, et al. Gait and functionality of individuals with visual impairment who participate in sports. *Gait & posture* 2018;62:355-8.
116. Ray C, Horvat M, Williams M, Blasch B. Kinetic movement analysis in adults with vision loss. *Adapted Physical Activity Quarterly* 2007;24(3):209-17.
117. Tomomitsu MS, Alonso AC, Morimoto E, Bobbio TG, Greve J. Static and dynamic postural control in low-vision and normal-vision adults. *Clinics* 2013;68(4):517-21.
118. Iosa M, Fusco A, Morone G, Paolucci S. Effects of visual deprivation on gait dynamic stability. *The Scientific World Journal* 2012;2012.
119. Pérennou D, Mazibrada G, Chauvineau V, Greenwood R, Rothwell J, Gresty M, et al. Lateropulsion, pushing and verticality perception in hemisphere stroke: a causal relationship? *Brain* 2008;131(9):2401-13.
120. Bohannon RW, Smith MB, Larkin PA. Relationship between independent sitting balance and side of hemiparesis. *Physical therapy* 1986;66(6):944-5.
121. Laufer Y, Sivan D, Schwarzmans R, Sprecher E. Standing balance and functional recovery of patients with right and left hemiparesis in the early stages of rehabilitation. *Neurorehabilitation and Neural Repair* 2003;17(4):207-13.
122. Bonan I, Marquer A, Eskiizmirli S, Yelnik A, Vidal PP. Sensory reweighting in controls and stroke patients. *Clinical Neurophysiology* 2013;124(4):713-22.
123. Bonan IV, Colle FM, Guichard JP, Vicaut E, Eisenfisz M, Huy PTB, et al. Reliance on visual information after stroke. Part I: Balance on dynamic posturography. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 2004;85(2):268-73.
124. Bonan IV, Hubeaux K, Gellez-Leman M, Guichard J, Vicaut E, Yelnik A. Influence of subjective visual vertical misperception on balance recovery after stroke. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* 2007;78(1):49-55.

125. Bonan IV, Yelnik AP, Colle FM, Michaud C, Normand E, Panigot B, et al. Reliance on visual information after stroke part II: Effectiveness of a balance rehabilitation program with visual cue deprivation after stroke: a randomized controlled trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 2004;85(2):274-8.
126. Manor B, Hu K, Zhao P, Selim M, Alsop D, Novak P, et al. Altered control of postural sway following cerebral infarction: a cross-sectional analysis. *Neurology* 2010;74(6):458-64.
127. Marigold DS, Eng JJ, Tokuno CD, Donnelly CA. Contribution of muscle strength and integration of afferent input to postural instability in persons with stroke. *Neurorehabilitation and neural repair* 2004;18(4):222-9.
128. Bronson-Lowe CR, Loucks TM, Ofori E, Sosnoff JJ. Aging effects on sensorimotor integration: a comparison of effector systems and feedback modalities. *Journal of motor behavior* 2013;45(3):217-30.
129. Zemke AC, Heagerty PJ, Lee C, Cramer SC. Motor cortex organization after stroke is related to side of stroke and level of recovery. *Stroke* 2003;34(5):e23-e6.
130. McChesney JW, Woollacott MH. The effect of age-related declines in proprioception and total knee replacement on postural control. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 2000;55(11):658-66.
131. Jamal K, Leplaidur S, Rousseau C, Chochina L, Moulinet-Raillon A, Bonan I. Disturbances of spatial reference frame and postural asymmetry after a chronic stroke. *Experimental brain research* 2018;236(8):2377-85.

EKLER

Ek 1

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU Edirne, Türkiye

ARAŞTIRMA BAŞVURUSU ONAYIBAŞVURU BİLGİLERİ	PROTOKOL KODU	TÜTF-BAEK 2018/117	
	PROTOKOL ADI	Görme Alanı Değişimlerinin Yürüme Analizi Üzerindeki Etkisi	
	SORUMLU ARAŞTIRICI ÜNVANI / ADI	Prof. Dr. Bülent Sabri CİĞALİ	
	ARAŞTIRMA MERKEZİ		
	DESTEKLEYİCİ		
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	Tek Merkez Ulusal	Çok Merkez Uluslararası
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 06/02		Tarih:02.04.2018
	Fakültemiz Anatomi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Bülent Sabri CİĞALİ'nin sorumluluğunda yapılması planlanan ve yukarıda başvuru bilgileri verilen Araş. Gör. Dr. Kaan NEDER'in tez çalışmasının araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, 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 mevcudun oy birliği ile karar verilmiştir.		

ETİK KURUL BİLGİLERİ

ÇALIŞMA ESASI Helsinki Bildirgesi, İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu, TÜTF-BAEK Yönergesi

ÜYELER

Ünvan/Ad/ Soyadı	Uzmanlık Dalı	Kurumu	Cinsiyeti	İlişki(*)	Katılım (**)	İmza
Prof. Dr. Ülfet VATANSEVER ÖZBEK Başkan	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	T.Ü.T.F Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları A.D	K	E H	E H	Mozzerelli
Doç. Dr. Rugül KÖSE ÇINAR Başkan Yardımcısı	Ruh Sağlığı ve Hastalıkları	T.Ü.T.F. Ruh Sağ. ve Has. A.D.	K	E H	E H	
Dr. Öğr.Üyesi Ruhan Deniz TOPUZ Üye	Tıbbi Farmakoloji.	T.Ü.T.F Tıbbi Farmakoloji A.D	K	E H	E H	
Dr. Öğr. Üyesi F. Nesrin TURAN Üye	Biyoistatistik	T.Ü.T.F. Biyoistatistik A.D.	K	E H	E H	
Doç. Dr. Hakan GÜRKAN Üye	Tıbbi Genetik	T.Ü.T.F. Tıbbi Genetik A.D.	E	E H	E H	gledengurkan
Prof. Dr. Hasan ÜMIT Üye	İç Hastalıkları	T.Ü.T.F. İç Hastalıkları A.D.	E	E H	E H	Mozzerelli
Dr. Öğr. Üyesi Oktay KAYA Üye	Fizyoloji	T.Ü.T.F. Fizyoloji A.D.	E	E H	E H	
Doç. Dr. Cafer Sadık ZORKUN Üye	Kardiyoloji	T.Ü.T.F. Kardiyoloji A.D.	E	E H	E H	Mozzerelli
Prof. Dr. Muzaffer ESKİÖCAK Üye	Halk Sağlığı	T.Ü.T.F. Halk Sağlığı A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Niyazi Cenk SAYIN Üye	Kadın Hastalıkları ve Doğum	T.Ü.T.F. Kadın Hastalıkları ve Doğum A.D.	E	E H	E H	Mozzerelli
Prof. Dr. Sevtap HEKİMOĞLU ŞAHİN Üye	Anestezi ve Reanimasyon	T.Ü.T.F. Anestezi ve Reanimasyon A.D.	K	E H	E H	
Prof. Dr. Atakan SEZER Üye	Genel Cerrahi	T.Ü.T.F. Genel Cerrahi A.D.	E	E H	E H	Mozzerelli
Avukat Gönül ÜSTÜN Üye		T.Ü. Rektörlüğü	K	E H	E H	Mozzerelli
Emekli Öğretmen Sinan SEÇKİN Üye		Serbest Üye	E	E H	E H	

*Araştırma ile ilişki

**Toplantıda Bulunma

Prof. Dr. Ahmet TEZEL

Dekan
Dekan Yrd.