T. C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MORFOLOJİ (ANATOMİ) ANABİLİM DALI
DOKTORA PROGRAMI

Tez Yöneticisi
Prof. Dr. Enis ULUÇAM

ÜÇ BOYUTLU HAREKET ANALİZ YÖNTEMİ KULLANILARAK UZUN DÖNEM ANKİLOZAN SPONDİLİT'Lİ HASTALARIN YÜRÜME ANALİZLERİNİN NORMAL BİREYLER İLE KARŞILAŞTIRILMASI

(Doktora Tezi)

Muhammed PARLAK

EDİRNE – 2017

T. C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MORFOLOJİ (ANATOMİ) ANABİLİM DALI
DOKTORA PROGRAMI

Tez Yöneticisi
Prof. Dr. Enis ULUÇAM

ÜÇ BOYUTLU HAREKET ANALİZ YÖNTEMİ KULLANILARAK UZUN DÖNEM ANKİLOZAN SPONDİLİT'Lİ HASTALARIN YÜRÜME ANALİZLERİNİN NORMAL BİREYLER İLE KARŞILAŞTIRILMASI

(Doktora Tezi)

Muhammed PARLAK

Destekleyen Kurum : Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (Proje no:2016/36)

Tez No:

EDİRNE – 2017

KABUL VE ONAY SAYFASI

TEŞEKKÜR

Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı'ndaki hocalarıma ve beraber çalıştığım mesai arkadaşlarıma, doktora süresince desteklerini esirgemeyen aileme, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı'na, TÜBAP'a katkılarından dolayı teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ VE AMAÇ 1

GENEL BİLGİLER 3

VÜCUT AĞIRLIĞININ TAŞINMASI 3

VÜCUT AĞIRLIĞINI TAŞIYAN OLUŞUMLARIN KISA ANATOMİSİ ve BİYOMEKANİĞİ 3

YÜRÜME 15

YÜRÜME ANALİZİ 20

ANKİLOZAN SPONDİLİT 22

GEREÇ VE YÖNTEMLER 29

BULGULAR 39

TARTIŞMA 48

SONUÇLAR 55

ÖZET 57

SUMMARY 59

KAYNAKLAR 61

ŞEKİLLER LİSTESİ 67

ÖZGEÇMİŞ 68

EKLER

SİMGE VE KISALTMALAR

AS **:** Ankilozan Spondilit

Art. **:** Articulatio

Artt. **:** Articulationes

HLA-B27 **:** Human Lökosit Antigene B27

M. **:** Musculus

Mm. **:** Musculi

MS **:** Multipl skleroz

OA : Osteoartrit

RA **:** Romatoid artrit

SOAİİ **:** Steroid olmayan anti inflamatuar ilaç

SpA **:** Spondil artropati

VAM **:** Vücut ağırlık merkezi

VKİ **:** Vücut kitle indeksi

YD : Yürüme döngüsü

YTK **:** Yer tepkime kuvveti

YTKV **:** Yer tepkime kuvveti vektörü

GİRİŞ VE AMAÇ

Üç boyutlu hareket analiz yöntemi kullanılarak yapılan yürüme analizi, normal yürümeye göre sapmaların nesnel olarak değerlendirilmesinde, birincil patolojiler ile telafi mekanizmalarının birbirinden ayırımında ve uygun tedavinin seçilmesinde önemli bir yere sahiptir.

Serebral palsi'li olgular, spina bifida, medulla spinalis yaralanmaları, hemipleji, bacak amputasyonları, musküler distrofiler, parkinson hastalığı, alzheimer, inflamatuar ve dejeneratif eklem hastalıkları [romatoit artrit (RA), ankilozan spondilit (AS) vb.], kafa travması sekelleri, multipl skleroz (MS), artroplasti (eklem protezleri), spor yaralanmaları gibi klinik durumlarda yürüme analizi kullanılabilir.

Çalışmamız inflamatuar ve dejeneratif eklem hastalıkları grubundan, normal bireylere göre farklı yürüme özelliğine sahip AS'li hastalar ile yapıldı. AS, kronik seyirli, yangısal (inflamatuar) bir romatolojik hastalıktır. Kişinin omurgasını baştan *sacrum'*a kadar tutarak, hareket kısıtlılığı meydana getirir. AS, omurga eklemleri tutulumundan başka periferik eklemlerde de tutuluma neden olabilmektedir. Periferik olarak en çok alt ekstremite eklemlerinde bu etkileri görülmektedir. (1)

Ankilozan spondilit'li hastalar üzerinde yürüme ile ilgili yapılan kısıtlı çalışmalarda, normal bireylere göre yürüyüşlerinde farklılıklar olduğu görülmüştür (2,3). AS'li hastalarda azalan şok absorbsiyon sebebi ile omurgaya etki eden güçlere karşı kişiler daha temkinli bir yürüyüş geliştirmektedirler. Geçmiş çalışmalarda daha çok eklem hareket açıklıkları üzerinde meydana gelen değişiklikler incelenmiş, yürüme paternleri (zamansal, uzaysal) üzerinde yeterince çalışılmamıştır. AS'li bireylerin tedavi süreçlerinin takibi için yürüme analizinin

kullanılabileceği belirtilmiştir (2). Son yıllarda, teknolojinin gelişimi ile beraber hareket analizleri üç boyutlu bilgisayarlı sistemler kullanılarak değerlendirilebilmektedir (4,5).

Yapmayı planladığımız çalışmamızda, AS'li bireyler ile normal bireylerin yürüme fonksiyonlarının uzaysal ve zamansal değişkenleri, yer tepkime kuvvetleri (YTK) ve basınç merkezi kelebek diyagramı verilerini karşılaştırmayı ve elde edeceğimiz sonuçlar ile bu hastaların yürüme özellikleri ile ilgili nesnel ölçütler ortaya koymayı amaçladık.

GENEL BİLGİLER

VÜCUT AĞIRLIĞININ TAŞINMASI

Baş, gövde ve kollar erişkin bir insanda tüm vücut ağırlığının %70'idir ve her iki alt ekstremite tarafından taşınır. Baş ve gövdenin dik durması, ağırlık merkezinin pelvis üzerinde olması için paravertebral, karın ve boyun kasları işlevsel durumdadır (6,7).

VÜCUT AĞIRLIĞINI TAŞIYAN OLUŞUMLARIN KISA ANATOMİSİ ve BİYOMEKANİĞİ

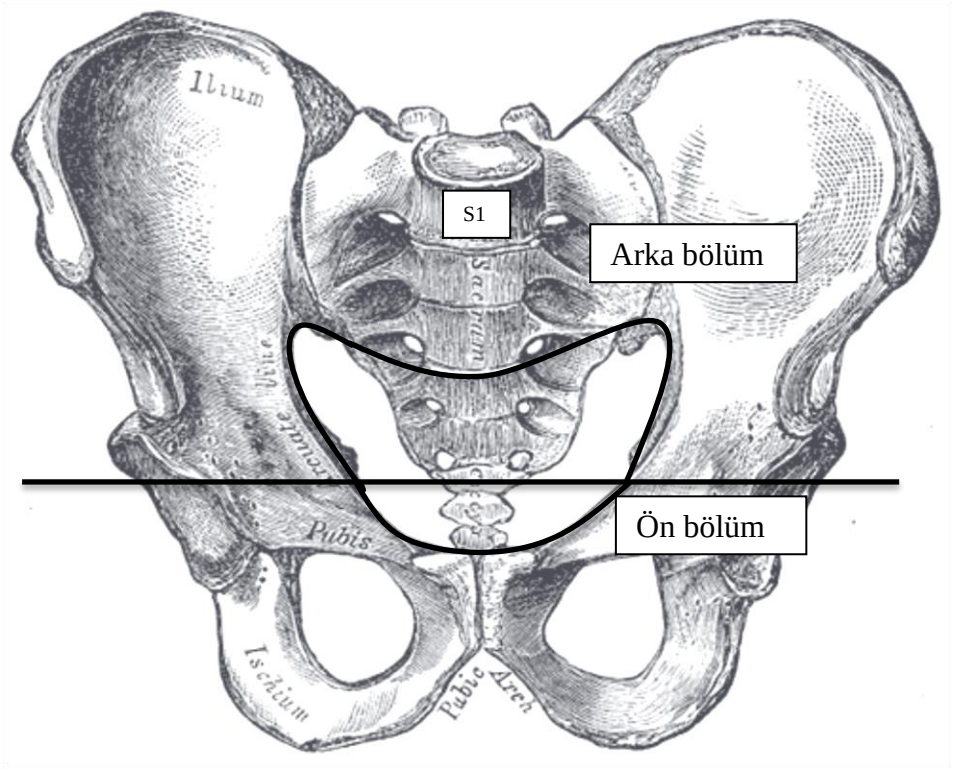
Pelvis

Pelvis, gövde ile alt ekstremite arasında, ön ve yan duvarlarda iki *os coxae*, omurganın devamı olan ve arka duvarı oluşturan *os sacrum* ve *os coccyges'*ten oluşan bir yapıdır. *Os sacrum*'un, taban kısmındaki ilk üç kemik vücut ağırlığını taşıdığından gelişmiş bir yapıya sahiptir (6,8,9). *Os coxae*'lar, önde birleşerek s*ymsphysis pubica'yı* oluştururlar (6,8-10).

Os coxae ile *os sacrum* arasındaki *articulatio (art.) sacroiliaca,* aksiyal eklemler içerisindeki en büyük yüzey ölçüsüne sahip eklemdir. *Os coccygis, symphysis* grubu bir eklem olan *art. sacrococcygea* vasıtası ile *os sacrum*'un alt ucuna tutunur (6,8-11).

Pelvis, üzerindeki ağırlığı alt ekstremitelerin taşımasına uygun hale getirirek aktarır. *Acetabulum*'lardan geçen frontal düzlem pelvis'i ön ve arka olmak üzere iki bölüme ayırır. Bu düzlemin arkasında kalan bölüm, ağırlığı taşıyan esas bölümdür. Bu bölüm, orta kısmında *os sacrum*'un üst üç segmenti, yan kısımlarında *art. sacroiliaca*'dan *acetabulum*'a uzanan, *os ilium*'un sütun şeklindeki bölümü tarafından oluşturulan kavis şeklinde bir yapıdır. Düzlemin önündeki kavis şeklindeki diğer bölüm, *os pubis*'ler tarafından oluşturulur. Arkada yer alan

kavsin yan bölümleri *os pubis*'in üst kolları aracılığıyla birleşir. Böylece arka kavsin ön uçlarının birbirinden uzaklaşması engellenir ve buraya iletilen ağırlığın bir bölümünü taşır. Ayrıca birbirlerine yaklaşmamaları için *os femoris*'ten gelen kuvvetin etkisinde *acetabulum*'a destek sağlar (Şekil 1). *Discus interpubicus* maruz kalınan kuvveti absorbe eder (6,8,11-13).



Şekil 1. Pelvis'in ön-arka bölümleri (6).

Articulatio sacroiliaca, medialden gelen doğrudan kuvvete lumbal omurgaya göre 6 kat, burulmaya yarısı kadar, aksiyal basınç yüküne de 1/20'si kadar dayanır (11).

Articulatio Coxae (Articulatio Coxofemoralis)

Os coxae, acetabulum ile *caput ossis femoris* arasındaki *spheroid* tip bir eklemdir. Eklemin merkezi, *ligamentum (lig.) inguinale*'nin orta 1/3'ünün 1,2 cm kadar aşağısındadır. Eklem kapsülü güçlü ve sağlam yapıdadır. Ayakta duruşta, en yüksek gerilime maruz kaldığından, eklem kapsülünün anterosuperior'u daha kalındır (6,8,9,14-16). Erişkinlerde *collum femoris* ile *corpus femoris* arasındaki açı 120º-130º, çocuklarda 160º kadardır, bu fark, yaşın ilerlemesi ile birlikte binen yükün artmasından kaynaklanır. Yürüme sırasında, salınım

dönemindeki ekstremitenin pelvis'e temas etmemesini bu açı sağlar ve *collum femoris* uzunluğu ile femur hareketlerinde önemli etkilere sahiptir (6,8,9).

Femur'un, *art. coxofemoralis*'deki 13º lik ekstansiyonu, yürüme sırasında pelvik rotasyon ve lumbal bölgedeki kavsin artmasıyla bir miktar daha artar, buna bağlı olarak yürüme sırasında arkada kalan ekstremitede ekstansiyon sonunda zorunlu iç rotasyon söz konusudur. Bu rotasyon *collum femoris* ile *corpus femoris* arasındaki açıya bağlı olarak kişiler arasında farklılık gösterir. Kadınlarda açının daha az olması rotasyonu arttırarak yürüme esnasında aralarındaki mesafe az olan dizlerin birbirlerine çarpmasını engeller (6,8,9,16).

Deneysel çalışmalarda, yürümenin kalça eklemine vücut ağırlığının 2 ila 5 katı kadar bir yük olarak etki ettiği gösterilmiştir. En fazla yüke eklemin üst ve ön bölümleri maruz kalır. Kalça ekleminin yürümenin ilk değme evresinde 5,5 megapascal'a kadar ulaşabilen bir basınca maruz kaldığı ve kadınlardan daha çok olduğu ortaya konmuştur. Yürümede, kalça eklemine en fazla yük, basma döneminin başında ve sonunda biner (12,13,16-20).

Articulatio Genus

Vücudun en geniş hareket açıklığına sahip komplike bir eklemdir. *Art. genus* bağlarının bütünlüğü, çevresindeki kasların tonusu uygun fonksiyon görmesini ve stabilitesini sağlar. Kemikler, menisküs, eklem kapsülü ve bağlar *art. genus*'ta statik stabilite sağlarken, kas ve tendonlar dinamik stabiliteyi sağlarlar (6,8,9,21-23).

Articulatio genus'ta eklem yüzleri arasında az olan uyum menisküsler ile tamamlanır. Menisküslerin, kollajen lif yapısının basınca direnç gösteren elastik bir yapıda olması, yük taşımaya, şok emilimine, eklem stabilizasyonuna ve diz rotasyonuna katkı sağlar (6,8,9,16,21-24).

Dizdeki başka bir eklem de *patella* ile *femur*'un eklem yüzeyleri arasındadır. *Patella, musculus (m.) quadriceps femoris*'in tendonu içerisindedir ve *art. genus*'u önden gelen dış etkilere karşı korur. *Patella* aynı kuvveti elde etmek için *m. quadriceps femoris*'in %15-30 fazla kuvvet üretmesini önler. *M. quadriceps femoris*'in tendonunu, eklemin destek noktasından uzaklaştırarak kasın kaldıraç kolunun uzamasını sağlar. Böylece kasın ekstansör kuvvetinde artış sağladığı gibi, ayrıca dizin hareketini yavaşlatarak frenleme yapar (6,8,9,21-24).

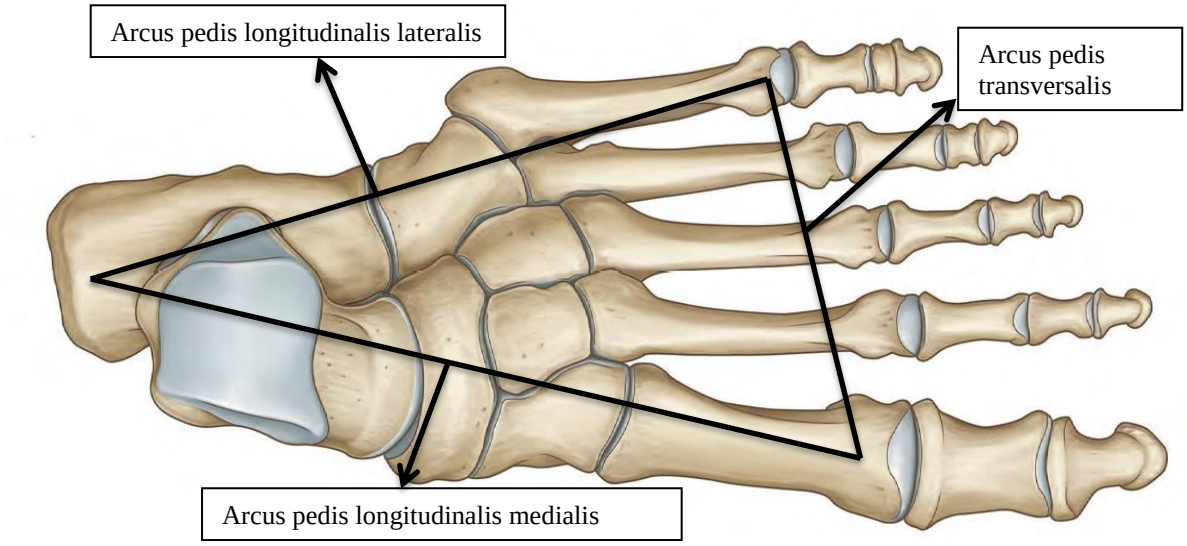
Tibia ve *fibula*'nın proksimal uçları arasındaki *art. tibiofibularis* ve çevre bağların kemiklere sıkı bir şekilde bağlı olması, *art. genus*'un öne arkaya kayma hareketini sınırlar (6,8,9).

Her iki *art. genus* ayakta dik duran bir kişide tüm vücut ağırlığının yaklaşık %86'sını taşır. Normal yürüme esnasında dize vücut ağırlığının 2 ila 5 katı yük etki eder. Bu değer yürüme sırasında bulunulan yürüme evresine göre değişkenlik gösterir. Ekleme etki eden yükün ortalama %70'i *art. genus*'un medial kısmına biner. Basma dönemindeki YTK ve salınımdaki ekstremitenin kendi ağırlığı bu yükleri oluştururlar. Dizdeki *varus* ve *valgus* momentleri YTK'lerinin lateral ve medial bileşenlerinden oluşurlar. Eklem yüzeyi yük dağılımı ve eklem bağlarına binen yükler bu momentleri karşılarlar (6,19,22,23).

Ayak Bileği ve Ayak

Ayakla bağlantılı en büyük ve en hareketli eklem *art. talocruralis*'tir. *Art. coxofemoralis* ve *art. genus* ile karşılaştırıldığında daha küçüktür ve daha büyük miktarda yük taşır. Taşıdığı yükün, fazla olmasından dolayı hareketlilikten ziyade sağlam olması önem arz eder. *Art. talocruralis*'te dorsifleksiyon ve plantar fleksiyon hareketleri gerçekleşir (6,8,9,16). *Ayakta bulunan eklemler art. subtalaris (art. talocalcanea), art. talocalcaneonavicularis, art. calcaneocuboidea, art. cuneonavicularis, art. cuboideonavicularis, art. cuneocuboidea ve articulationes (artt) intercuneiformes, artt. tarsometatarsales, artt.intermetatarsales, artt. metatarsophalangea ve artt. interphalangeae pedis'*dir. *Art. talocalcaneonavicularis*'ten geçen eksende ayak ön bölümünde eversiyon ve inversiyon hareketleri yapabilir (6,8,9,16).

Ayak iskeleti, mekanik olarak ağır işlev görmeye göre düzenlenmiştir. Distale doğru kemik sayısında artış ve temas yüzeyinde büyüme görülür. Böylece ayak üzerindeki yük daha fazla yüzeye yayılır. Eklem ve bağların, elastiki yapıda olması, ağırlık etkisine göre ayağın, durum ve şeklinde değişiklik yaparak çeşitli zemin yüzeylerine uyumunu sağlar. Ayak kemikleri, ayağa binen yükün etkisinin azaltılmasını, dağılımını sağlayan ve ayak kubbesini oluşturan, iki longitudinal, bir tane transvers kemer oluştururlar (Şekil 2) (8,9,25-27).



Şekil 2. Ayak kemerleri (6).

Yürüme sırasında ayak kubbesinin bütünlüğü asıl olarak aktif elemanlar olan kaslar tarafından korunur (*m. tibialis anterior, m. tibialis posterior, m. peroneus longus ve kısmen m. flexor hallucis longus*). Vücut ağırlık merkezi (VAM) ayak bileğinin önünde iken, ağırlığın ayaktaki dağılımı ayağın lateral kenarı ve *caput metatarsales* üzerindedir. Bunun yanında *m. gastrocnemius, m. soleus ve m. plantaris*'in görev yükünde artış vardır. Topuğun zeminden ayrılması ile *artt. metatarsophalangeae* ekstansiyon yapar. *Aponeurosis plantaris*'te gerilme ve *arcus pedis longitudinalis*'lerde yükselme olur. *M. flexor digitorum longus* ve *m. flexor halluces longus, phalanx distales*'lere güçlü bir fleksiyon yaptırırlar. Bununla birlikte, *musculi* (*mm.) lumbricales* ve *mm. interossei*, *artt. interphalangea* ve *artt. metatarsophalangeae*'yı ekstansiyona getirerek *caput metatarsale'leri* kaldırır ve ayağın kaldıraç gibi kullanılmasıyla vücudun ileriye doğru hareketi sağlanır (6,9,26-29).

***Musculi Membri Inferioris* (Alt Ekstremite Kasları)**

Vücudun yer değiştirmesinde etkili olan alt ekstremite kasları, kalça kemeri, uyluk, bacak ve ayak kaslarından meydana gelir (6,8,9,30-33).

Kalça kemeri kasları: *Os coxae, os femoris proximal*'ine ve *os sacrum*'a tutunan kaslar tarafından oluşturulur. *M. iliopsoas* ve *m. psoas minor* ön grup kasları, geri kalan kalça kasları arka grup kasları oluştururlar (6,8,9,30-33).

1. Musculus iliopsoas: Musculus psoas major ve *m. iliacus* kaslarının birleşmesinden oluşur. Uyluğa esas olarak fleksiyon yaptıran güçlü bir kastır. *M psoas major, 12. thoracal, 1-5 lumbal vertebrae*'lardan ve bunların aralarındaki intervertebral disklerden başlar. *Fossa iliaca*'dan başlayan *m. iliacus* ile birleşerek *trochanter minor*'da sonlanır. *Nervi lumbales 2* ve *3*'ün ön dalları ve *n. femoralis* tarafından innerve edilir (6,8,9,30-33).

2. Musculus gluteus maximus: Arka grup kalça kemeri kaslarından en büyük ve en dışta olanıdır, *os ilium*'un *facies lateralis'i, os sacrum, lig. sacrotuberale*'den başlar, *trochanter major* üzerinden, *tractus iliotibialis* ve *tuberositas glutea*'ya tutunarak sonlanır. Uyluğa esas olarak merdiven çıkma ve oturur pozisyondan kalkış pozisyonuna geçme gibi hareketlerde etkili olan ekstansiyon hareketini yaptırır. *N. gluteus inferior* tarafından innerve edilir (6,8,9,30-33).

*3. Musculus gluteus medius et minimus: Ala osis ilii'*nin *facies lateralis'*inden başlarlar*, trochanter major'*a tutunarak sonlanırlar. Uyluğa abduksiyon ve iç rotasyon hareketlerini yaptırırlar. *M.gluteus medius* uyluğun esas abduktor kasıdır. Bu iki kas yürüme esnasında yerden kalkan ayak tarafındaki pelvisin düşme eğilimini önlerler. *N. gluteus superior* tarafından innerve edilirler (6,8,9,30-33).

4. Musculus tensor fasciae latae: Spina iliaca anterior superior ve *crista iliaca'*dan başlayıp, *tractus iliotibialis* üzerinden *condylus lateralis tibiae*'ya tutunarak sonlanır. Uyluğa fleksiyon, abduksiyon ve iç rotasyon, bacağa ekstansiyon hareketlerini yaptırır. *N. gluteus superior bu kası* innerve eder (6,8,9,30-33).

5. Musculus piriformis: Facies pelvina ossis saacri'den başlayan kas *foramen ischiadicum majus*'tan geçerek *torachanter major*'da sonlanır. Uyluğa abduksiyon ve dış rotasyon hareketlerini yaptırır. *N. mm. piriformis* tarafından innerve edilir (6,8,9,30-33).

6. Musculi gemelli: Musculus gemellus superior ve inferior olmak üzere iki kastır. *M. gemellus superior, spina ischiadica'*dan*, m. gemellus inferior, tuber ischiadicum'*dan başlayarak *trochanter major*'a tutunarak sonlanırlar. Uyluğa dış rotasyon hareketini yaptrır. *M. gemellus superior* ve *inferior*'u sırasıyla *n. mm. obturatorii interni* ve *n. mm. quadrati femoris* sinirleri inerve ederler (6,8,9,30-33).

*7. Musculus obturatorius internus : Membrana obturatoria'*nın iç yüzü *ve foramen obturatum'dan* başlayan kas *trocahanter major* ve *fossa trochanterica'*da sonlanır. Uyluğa dış rotasyon yaptırır, siniri aynı isimli *n.mm. obturatorii interni'*dir (6,8,9,30-33).

*8. Musculus quadratus femoris: Tuber ischiadicum'*dan başlayan, *crista intertrochanterica* ve *tuberculum quadrtum'*da biten bu kas uyluğun en güçlü dış rotator'udur. *N. mm. quadrati femoris* innerve eder (6,8,9,30-33).

Uyluk kasları: Konumlarına göre uyluk kasları ön, arka ve içyan olmak üzere üç grupta incelenebilir (6,8,9).

Ön grup uyluk kasları: Bu grup kaslar *n. femoralis* tarafından innerve edilirler. (6,8,9).

1. Musculus sartorius : *Spina iliaca anterior superior*'dan başlar, *''pes anserinus''* oluşumuna katılarak *tuberositas tibiae* seviyesinde *tibiae'nın facies medialis*'inin proksimal'ine yapışır. Uyluğa fleksiyon, abduksiyon ve lateral rotasyon, bacağa ise fleksiyon yaptırır (6,8,9,30-33).

2. Musculus quadriceps femoris: Uyluk ön bölgesini dolduran farklı isimlere sahip dört başlı bir kastır. Esas işlevi olan bacağa ekstansiyon yaptırmanın yanında, *spina iliaca anterior superior*'dan başlayan parçası olan *m. rectus femoris* uyluğa fleksiyon da yaptırır. *M. vastus lateralis* en büyük bölüme sahip olan kastır ve *troachanter major* ile *linea aspera*'dan başlar. *M. vastus intermedius, facies anterior femoris*'ten, *m. vastus medialis, linea aspera* ve *crista supracondylaris*'ten başlar. *M. quadriceps femoris, patella* üzerinden ve *lig. patella* aracılığıyla *tuberositas tibiae*'ya yapışarak sonlanır (6,8,9,30-33).

İçyan grubu uyluk kasları: Üç katman halinde yerleşmiş kaslardan oluşur. Yüzeyel olarak yerleşenler *m. pectineus, m. adductor longus, m. gracilis,* ara katmandakiler *m.obturatorius externus, m.adductor brevis,* derinde ise *m.adductor magnus'*tur (6,8,9).

*1. Musculus pectineus: Pecten ossis pubis'*ten başlayan kas *femur*'da *linea pectinea'*ya tutunur. *Uyluğa fleksiyon ve adduksiyon hareketlerini yaptırır. N. femoralis ve n. obturatrius tarafından innerve edilir* (30,31).

2. Musculus adductor longus: Corpus ossis pubis'ten başlayan kas *linea asperanın* orta kısmına yapışır. Uyluğa adduksiyon, iç rotasyon ve fleksiyon hareketi yaptırır. *N. obturatorius* tarafından uyarılır (30,31,33).

3. Musculus gracilis: Ramus inferior ossis pubis ve *corpus ossis pubis'*ten başlar, *pes anserinus'*un oluşumuna katılarak sonlanır. Uyluğa adduksiyon, bacağa iç rotasyon ve az miktarda fleksiyon yaptırır. İnnervasyonunu *n.obturatorius* sağlar (30,31,33).

4. Musculus obturatorius externus: Membrana obturatoria'nın facies lateralis'i ve *foramen obturatum'*un kenarlarından başlayan kas *trochanter major* ve *fossa trochanterica*'da sonlanır. Uyluğa lateral rotasyon hareketini yaptırır. *N.obturatorius* tarafından innerve edilir (30,31,33).

5. Musculus adductor brevis: Corpus ossis pubis ve *ramus inferior ossis pubis*'ten başlar, *linea aspera*'nın proximalinde sonlanır .Uyluğa adduksiyon yaptırır ve uyluk fleksiyonuna yardımcı olur. *N.obturatorius* tarafından uyarılır (30,31,33).

6. Musculus adductor magnus: Ramus ischiopubicus ve *tuber ischiadicum*'dan başlar, *linea aspera*'nın distalinde ve *tuberculum adductorium*'da sonlanır. Uyluğa adduksiyon ve ekstansiyon yaptırır. *N.obturatorius* ve *n. tibialis* tarafından inerve edilir (30,31,33).

Arka grup uyluk kasları: Bu grupta bulunan kaslar aynı zamanda *hamstring* grubu kaslar olarak adlandırılırlar. *M. biceps femoris'*in *caput breve'*si haricinde, *n.tibialis* tarafından innerve edilirler (30,31,33).

1. *Musculus biceps femoris:* İki başa sahip bir kastır, *caput longum, tuber ischiadicum*'dan, *caput breve, linea aspera*'dan başlarlar, ortak bir tendonla *caput fibulae*'da sonlanır. *Caput longum* uyluğa ekstansiyon, *caput breve* bacağa fleksiyon ve lateral rotasyon hareketlerini yaptırırlar. *Caput breve, n. fibularis* tarafından innerve edilir (6,8,9,30-32).

2. *M. semitendinosus: Tuber ischiadicum*'dan başlayan kas *pes anserinus* oluşumuna katılarak *tibiae*'nın *facies medialis*'inin proksimalinde sonlanır. Uyluğa ekstansiyon, bacağa fleksiyon ve iç rotasyon hareketlerini yaptırır (27,32).

3. *Musculus semimembranosus:* Bu kas *tuber ischiadicum*'dan başlar, *condylus medialis tibiae*'da sonlanır. Uyluğa ekstansiyon, bacağa fleksiyon ve iç rotasyon hareketlerini yaptırır (27,32).

Bacak Kasları (*mm. cruris*): Bacakta bulunan kaslar ön, dışyan, arka olmak üzere üç bölüme ayrılmıştır. Bu ayırım *fascia cruris* oluşumları olan *septum intermusculare cruris anterius* ve *posterius*'lar ile olur (6,8,9,30-32).

Ön bölüm kasları: Bu bölümde bulunan 4 kas *n. peroneus profundus* tarafından uyarılırlar, ayağa dorsifleksiyon ve inversiyon hareketlerini yaptırırlar (6,8,9,30-32).

1. *Musculus tibialis anterior: Tibia*'nın facies lateralis'inin 2/3 üst ucundan başlayan kas ayak kemiklerinden *os cuneiforme mediale* ve *basis ossis metatarsalis I'*e tutunarak sonlanır. Ayağın dorsifleksiyon ve inversiyon hereketlerini yaptırır (6,8,9,30-33).

2. *Musculus extensor hallucis longus: Fibula*'nın ön yüz üst bölümünden başlar, ayak baş parmağının *phalanx distalis*'inin *basis*'ine yapışarak sonlanır. Baş parmağa ekstansiyon ve ayağa da dorsifleksiyon hareketlerini yaptırır (6,8,9,30-33).

3. *Musculus extensor digitorum longus: Fibula, membrana interossea, septumintermusculare* ve *tibia*'nın *condylus lateralis*'inden başlar, *phalanx media, distalis II* ve *IV*'e yapışarak sonlanır. Ayağa dorsifleksiyon ve ayak başparmağı dışındaki parmaklara ekstansiyon hareketlerini yaptırır (6,8,9,30-33).

4. *Musculus fibularis tertius: Fibula'nın facies lateralis*'inden ve *membrana interossea*'dan başlayan kas *basis ossis metatarsalis V*'te sonlanır, ayakta dorsifleksiyon hareketini yaptırır (6,8,9,30-33).

Dışyan bölüm kasları: Bu bölüm, *n. peroneus superficialis* tarafından uyarılan 2 kastan oluşur (6,8,9,30-33).

1. Musculus fibularis longus: Caput fibulae ve *fibula'*nın *facies lateralis'inin* 2/3 üstünden başlar, ayak tabanından oblik olarak geçen tendonu *os cuneiforme mediale* ve *basis*

metatarsalis I'e yapışarak sonlanır. Ayakta plantar fleksiyon ve eversiyon hareketlerini yaptırır (6,8,9,30-33).

2. Musculus fibularis brevis: Facies lateralis fibularis ve septum intermusculare cruris'ten başlayan kas *tuberosistas ossis metatarsi I*'e yapışarak sonlanır. Plantar fleksiyon ve eversiyon hareketlerini yaptırır (6,8,9,30-33).

Arka bölüm kasları: Bacağın en büyük bölümüdür. Burdaki kaslar *n.tibialis* tarafından uyarılır (6,31).

1. Musculus triceps surae: Bacak arkasındaki kitleyi oluşturan üç kastan oluşur. Bacak ve ayağa fleksiyon yaptırır.

Musculus gastrocnemius: Bacak arka yüzeyinde bulunan iki başlı kastır. *Caput mediale, femur*'un *condylus medialis*'inden, *caput laterale, condylus lateralis*'ten başlar ve *m.soleus* ile birleşip *tendo calcaneus*'u oluşturarak *tuber calcaneus*'a tutunarak sonlanır (6,31).

Musculus soleus: Caput fibulae, facies fibularis posterior'un 1/3 üstüne, *margo medialis tibiae, linea musculi solei* ve *arcus tendineus musculi solei*'den başlayarak, *m.gastrocnemius*'un sonuç tendonu ile birleşerek *tuber calcanei*'de sonlanır (6,31).

2. Musculus plantaris: Kas kitlesi kısa ve dar olan bu kasın uzun bir tendonu vardır. Kas kitlesi, *m.gastrocnemius*'un *caput laterale*'sinin derininden, *linea supracondylaris lateralis* ve *capsula articularis genus*'tan başlar , çapraz bir seyir gösterek *tendo calcanei* ve *tuber calcanei*'de sonlanır. Ayak ve bacağın fleksiyonu'na yardım eder (6,31).

3. Musculus popliteus: Tibiae'nın facies posterior'unda *linea mm. solei*'nin üzerindeki üçgen bölümünden başlar, superolaterale doğru çıkan kas, sonuç tendonu ile *meniscus lateralis* ve fibröz kapsül arasından geçerek *condylus lateralis*'te bulunan *sulcus popliteus*'ta sonlanır. Diz ekleminde var olan kilit mekanizmasını açar (6,31).

4. Musculus flexor hallucis longus: Fibula'nın *facies posterior*'u ve *membrana interossea cruris*'ten başlar, inferomedial'den *retinaculum musculorum flexorum*'un

derininden geçerek ayak baş parmağı *phalanx distalis*'inde sonlanır. Ayağa plantar fleksiyon ve inversiyon hareketlerini yaptırır (6,31).

5. *Musculus tibialis posterior*: Bacak arka grup kaslarının, en derininde yer alan bu kas, medialde, *tibiae*'nın *facies posterior*'unun 2/3 üst kısmından ve *membrana interossea cruris*'ten, lateralde *fibula*'nın *facies posterior'*unun 2/3 üst kısmından başlar, tuberositas ossis navicularis'te sonlanır. Ayağa plantar fleksiyon ve inversiyon hareketlerini yaptırır.

6. Musculus flexor digiorum longus: Tibiae'nın facies posterior'undan başlayan kas, *II-V.* parmakların *distal phalanx'*larında sonlanır. Ayak ve parmaklarına plantar fleksiyon yaptırır (6,31).

Ayak kasları**:** Ayak sırtı ve ayak tabanı olarak iki bölümde incelenir (6,30,31).

Ayak sırtı kasları

1. Musculus extensor hallucis brevis: Calcaneus'un üst yüzünden başlar, başparmağın proksimal phalanx'ında sonlanır, baş parmağa ekstansiyon yaptırır. *N. fibularis profundus* innerve eder (6,30,31).

2. Musculus extensor digitorum brevis: Calcaneus üst yüzden başlayan kas, *phalanx proximalis II-IV*'te sonlanır, ve bu parmaklara ekstansiyon yaptırır. *N. fibularis profundus* tarafından uyarılır (6,30,31).

Ayak tabanı kasları

Ayağın plantar bölümündeki kaslar dört tabaka oluştururlar (6,30,31).

Birinci tabaka kasları

1. Musculus abductor hallucis: Tuber calcanei'den başlayan kas, *phalanx proximalis I*' de sonlanır. Baş parmağa abduksiyon yaptırır. Bu kas *n. plantaris medialis* tarafından uyarılır (6,30,31).

2. Musculus flexor digitorum brevis: Tuber calcanei'den başlar *phalanx media II-V*'te sonlanır. Parmaklara fleksiyon yaptırır. *N. plantaris medialis* bu kası uyarır (6,30,31).

3. Musculus abductor digiti minimi: Calcaneus ve *aponeurosis plantaris*'ten başlayan kas *phalanx proximalis V*'e tutunarak sonlanır. Bu parmağa abduksiyon yaptırır. İnnervasyonu *n. plantaris lateralis* tarafından sağlanır (6,30,31).

İkinci tabaka kasları

1. Musculus quadratus plantae: Calcaneus'tan başlar, *m.flexor digitorum longus*'un tendonunda sonlanır. Ayak parmaklarına fleksiyon yaptırır. *N. plantaris lateralis* tarafından uyarılır (6,30,31).

2. Musculi lumbricales: Musculus flexor digitorum longus'un tendonundan başlarlar, *phalanx proximalis*'lerin dorsal yüzlerindeki genişlemelere tutunarak sonlanırlar. İki innervasyona sahip olan bu kas, *n.plantaris medialis et lateralis* tarafından uyarılır. (6,30,31).

Üçüncü tabaka kasları

1. Musculus flexor hallucis brevis: Os cuboideum ve *os cuneiforme mediale*'den başlayıp, *phalanx proximalis I*'de sonlanır. *Art.metatarsophalengea*'da fleksiyon hareketini yaptırır. *N. plantaris medilis* bu kası uyarır (6,30,31).

2. Musculus adductor hallucis: Basis metatarsi II-IV ve *capsula articularis metatarsophalangealis III-V*'ten başlar, *basis phalanx proximalis* I' de sonlanır. Baş parmağa adduksi yon yaptırır. *N. plantaris lateralis* tarafından uyarılır (6,30,31).

3. Musculus flexor digiti minimi brevis: Lig. plantare longum'dan başlar, *basis metatarsi V*'te sonlanır. *Articulatio metatarsophalangealis V*'te fleksiyon hareketini yaptırır. Bu kasın innervasyonu *n. plantaris lateralis* tarafından uyarılır (6,30,31).

Dördüncü tabaka kasları

1. *Musculi interossei dorsales:* Metatarsal kemiklerin, birbirlerine bakan yüzeylerinden gelen kas lifleri, önde bulunan phalanx proximalis II-IV'e ve *lig.plantaria*'lara yapışarak sonlanır. Tutundukları parmaklara abduksiyon ve fleksiyon hareketlerini yaptırılar. *N.plantaris lateralis* tarafından innerve edilirler (6,30,31).

2. Musculi interossei plantares: Metatars III-V'in medialinden başlayıp, ilgili *phalanx proximalis'*lerde sonlanır, üç adet kastan oluşmuştur. Parmaklara adduksiyon, *metatarsophalangeal* eklemlere fleksiyon yaptırır. *N.plantaris lateralis* bu kasın uyarılmasını sağlar (6,30,31).

YÜRÜME

Normal Yürüme

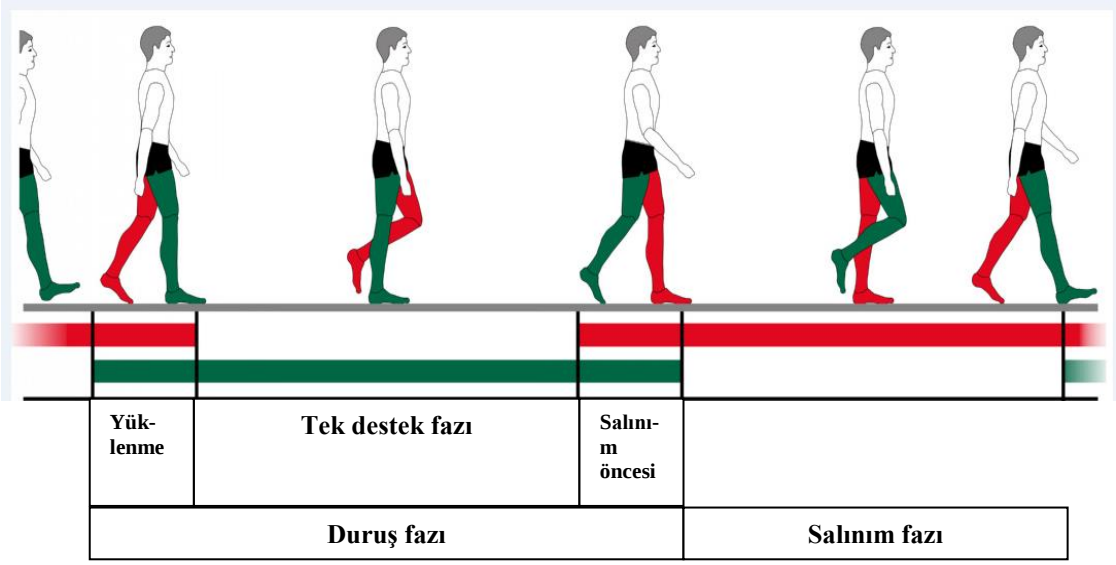
Yürüme, iki mesafe arasında gidebilmek amacıyla, alt ekstremiteler tarafından ardaşık hareketlerle vücudun ilerletilmesidir (7,32,34,35). Yürüme esnasında ayak topuğunun zemine temasından sonra aynı ayak topuğunun tekrar yere temasına kadar geçen süreye yürüme döngüsü (YD) denir. Normal yürüyüş hızında ortalama bir döngü 1,03±0,1 saniyedir. Normal yürüme hızı kişinin günlük hayatta yürüdüğü hızdır ve erişkin bir insanda yaklaşık 80 m/dk'dır (7,32,34-37).

Yürüme döngüsü basma ve salınım aşamalarından oluşur. Ayağın yerde olduğu süre basma, havada olduğu süre salınım dönemidir. YD'nin yaklaşık olarak %60'ı basma, %40'ı salınım döneminden oluşur. İki ayağın yerde bulunduğu duruma çift destek dönemi denir. Tek ayağın yerde olması tek basma dönemine karşılık gelir. Basma dönemindeki ilgili ekstremite ağırlığı taşıyarak ve eklemler aracılığıyla öne iletir. Bu esnada salınım dönemindeki ekstremite ilerler ve basmaya hazırlanır (7,32,34-39).

Yürümenin evreleri

Yürümenin evreleri yüzdelik oranla tanımlandığında, ilk temas aynı ayak için yüzdenin 0 ve 100 dilimlerinde meydana gelir (Şekil 3). Basma döneminin başlangıcı olan topuğun zemine ilk teması %0 olarak kabul edildiğinde, döngünün ilk %2'lik bölümüne ilk değme dönemi denir. Yüklenme, ayağın tamamen zemine bastığı dönemdir ve YD'nin %10'unun tamamlandığı evredir. YD'nin %10 ile %30'u arasında kalan evre basma ortası evresidir. Döngünün %45'inde kalça ve dizin fleksiyon yapmasıyla salınıma geçecek alt ekstremite hız kazanır. Basma sonu evresi topuğun yerden kalktığı ve YD'nin %50'sinin bittiği dönemdir. Salınım öncesi evresi YD'nin %50 ile %60 dilimleri arasında ayak parmaklarının zeminden tamamen kalktığı dönemdir. Bundan sonraki dönem salınım dönemidir. Döngünün %60 ile %70'lik dilimler arası kadar erken salınım, %70 ile %85'lik dilimler arası salınım ortası evreleri gerçekleşir. Döngünün %85 ile %100'lük dilimleri arası ise salınım sonu evresidir. Salınım ortası evresinde ayağın dorsifleksiyonu topuğun

parmaklardan önce yere basmasını sağlar. Yüzdelik dilim hesabı ile, diğer alt ekstremitede salınım öncesi evre %10'luk, ilk değme evresi %50'lik dilime denk gelir. İki ayağın zemine temas ettigi iki "çift destek dönemi" olduğunu gösterir. İlk çift destek dönemi ilk temasın ardından, ikincisi ise salınım öncesi evresinin başlamasından hemen önce olur. Bu dönemler vücut ağırlığının bir ayaktan diğerine aktarıldığı dönemlerdir. VAM çift destek döneminde en düşüktür. Çift destek dönemi yaklaşık %10'luk dilime sahiptir (7,32,34-40).



Şekil 3. Yürümenin evreleri

İlk değme evresi

Ayak topuğunun zemine teması ile başlar ve basmanın başlangıcıdır. Topuğun zemine değmesi kalçanın 35º fleksiyon, diz tam ekstansiyon, ayak bileğinin nötral ve ayağın supinasyon pozisyonunda olur. Topuk zemine temas ettiğinde ayak gövdenin ilerisinde, VAM en alçak noktada ve en yüksek hızdadır. Kalça stabilitesi için *m. gluteus maximus* ve hamstring grubu kasların fonksiyonu vardır. Hamstring grubu kasların kasılmasıyla diz üzerindeki ekstansör moment [yer tepkime kuvvet vektörü (YTKV) tarafından oluşturulan] dengelenir. Ayak bileğinin nötral pozisyonu dorsifleksör kaslar tarafından sağlanır (7,32,34-40).

Yüklenme evresi

İlk çift destek dönemini içerir. Sağ ayak (ya da sol) yerden kaldırılırken vücut ağırlığı yüklenme evresindeki sol (ya da sağ) ayağa aktarılır. Gövde yavaşça ilerlerken kalça

ekstansiyona geçer. Gövdenin ileriye hareketi, *m. gluteus maximus* ve hamstring grubu kalça ekstansör kaslarının kontrolündedir. Gövde kontrollü olarak ilerlerken kalçanın ekstansiyonunu bu kaslar sağlar. Dizin 20º'ye kadar fleksiyonu, *m. quadriceps femoris*'in kasılmasıyla olur. Ayak bileğinin 10º plantar fleksiyonu *m.tibialis anterior* ve az da olsa *m. extensor hallucis longus* ve *m. extensor digitorum longus*'un kontrolü altındadır. Bu kasların kasılması ile şok emilimi, ayağın tamamıyla zemine teması ve vücut ağırlığının taşınması gerçekleşir. Bu evrede VAM'da yükseliş gözlenir. Topuktaki dönme mekanizması *tibia*'nın ayak üzerindeki ilerlemesini, böylelikle *m.quadriceps femoris'in* gerilerek, *femur'*un *tibia* üzerinde ilerlemesini sağlar. Ayrıca, ayak tamamen zemine temas ettiğinde topukta dönme biter ve ayak bileğinde başlar. Bu sayede tüm alt ekstremite kontrollü olarak ilerletilmiş olur. Yüklenme evresi bitiminde YTKV en yüksek değerdedir (7,32,34-40).

Basma ortası evresi

Tek basma evresinin başlangıcını oluşturur. Bu dönemde salınımdaki alt ekstremite, yerde sabit olan basılı alt ekstremitenin yanından geçerek gövdeyi ilerletir. Bu evrede VAM öne doğru en düşük hızdadır. Frontal düzlemde VAM yüksekliği, pelvisin basan ayak tarafına kaymasıyla, femur başına (en üst ve en dış yan noktaya) kadar ulaşır. Bu sayede vücut ağırlığının basan ayağa yüklenmesi dengeli bir şekilde olur. Bu evrenin başında kalçanın önünde olan YTKV'nin geriye doğru gitmesi kademeli olarak fleksiyon momentini ve kalça ekstansör kaslarına olan ihtiyacı azaltır. Basma ortası evresinde bulunan alt ekstremitenin YTKV'nin değeri, salınım dönemindeki ekstremitenin oluşturduğu yukarı momentle azalır. Basma dönemindeki ekstremite kalçasının sabitlenmesi bu yukarı moment ile desteklenir. Basma ortası evresi başlangıcında YTKV diz arkasındadır ama evre sonunda pasif stabilite sağlayarak dizin önüne geçer. YTKV, basma dönemindeki ilgili ekstremite tarafınfaki diz ekleminin medialinde varus etkisi oluşturarak geçer. Dizin kapsüler yapıları bu varus etkisini giderir (7,32,34-40).

Tibiae'nın ilerlemesini sağlayan topukta dönme mekanizması, basma ortası evresi başında *m.gastrocnemius* yardımıyla *m. soleus*'un kontrolündedir. Evrenin bitimine doğru basan ayak ilerledikçe YTKV'nin ayak bileği önüne geçmesiyle dorsifleksiyon momenti oluşur. Dorsifleksiyon m. gastrocnemius'un yardımıyla m. soleus'un kontrolündedir. Vücut ağırlığı basan ayağa aktarılırken, basan ayaktaki plantar fleksör kasların rolü önemlidir. Ayakta hafif pronasyon durumu söz konusudur. Kalçanın sabitlenmesi ve aşırı pelvik düşmenin önlenmesi için *m. gluteus medius* kasılır (7,32,34-40).

Basma sonu evresi

Tek basma dönemi bitimidir. Bu evrede, vücudun ilerlemesi ile YTKV ayak bileğinin daha da önüne taşınır ve ayak bileğinde dorsifleksiyon momentinin artışına neden olur. Dorsifleksiyon değerinin ayak bileğinde en yüksek olduğu evredir. Bununla birlikte topuğun yerden kalktığı bu evrede plantar fleksor kaslar en aktiftir. Topuğun yerden kalkması ön ayaktaki dönme mekanizması ve plantar fleksör kasların kasılmasıyla olur. *Tibia*e'nın öne fazla gitmesinin önlenmesi ve vücut ağırlığının ayak üzerinde ilerlerken topuğun *caput metatarsale*'ler üzerinde kalkması *m. soleus* ve *m. gastrocnemius* tarafından sağlanır. Ekstansiyondaki diz evrenin bitimine doğru fleksiyondadır. Dizin eklem stabilitesi ve ilerlemesi herhangi bir kas aktivitesinden bağımsız gerçekleşir. Kalça ekstansiyonu ile birlikte 5º'lik pelvik rotasyon ilerlemenin düzgün olmasını ve adım uzunluğunda artış sağlar. Salınıma geçilecek olması ve YTKV'nin kalçanın gerisinde olması kalçaya pasif stabilite sağlar. Bu vektör karşılığında *m. tensor fascia lata* aktiftir. Evrenin sonunda YTKV'nin büyüklügü yüklenme evresindekine benzer olarak vücut ağırlığından daha büyük değere ikinci kez ulaşır. Bu evrede VAM yüksekliğinde ve yana kaymasında azalma vardır ve destek alanı merkezi önündedir. Ayak supinasyon durumundadır (7,32,34-40).

Salınım öncesi evresi

Bu evre karşı ekstremitenin zemine teması ile başlar ve ayak parmaklarının zeminden ayrılmasıyla biter. Bu evrede ilgili ekstremiteyi salınıma hazırlamak amacıyla vücut ağırlığı ekstremite üzerinden kalkar. Bu evrede basma dönemi sonlanırken salınım dönemini başlar, böylelikle ikinci çift destek dönemi oluşmuş olur. Ayak zeminden ayrılmadan önce YTKV dizin arkasında yer alır, ayak parmakları zeminden ayrılınca YTKV azalarak yok olur. Ayak bileği basma sonu dönemindeki dorsifleksiyon pozisyonundan hızlı bir sekilde 20º'lik plantar fleksiyon pozisyonunu alır. Bu evrede ekstremite üzerinde yüklenme olmadığından, ayak bileği plantar fleksiyonu en yüksek açısal değerde olmasına rağmen, plantar fleksör kasların aktivitesi azdır. Evre sonlarında YTKV azalıp kaybolmasına bağlı olarak plantar fleksör kaslarda hareket yoktur. *Metatarsophalangeal* eklemlerin 60º ekstansiyonu ile evre başları da var olan dorsifleksiyon momentinde hızlı bir azalma söz konusudur. Parmaklardaki bu hiperekstansiyon dizde 30º'lik pasif bir fleksiyon oluşturur. Salınım döneminde ayağın zemine temas etmeden aktarılması için, dizin arkasından geçen YTKV'nin etkisiyle diz hızlı bir şekilde, gereken değerin yarısından daha fazla olan 35º'lik bir açıda fleksiyon yapar. Kalçanın nötral pozisyona gelmesi, *m. rectus femoris, m. sartorius, m. adductor longus*'un ve

YTKV'ninde etkisiyle olur. *M.adductor longus* ayrıca diğer ekstremiteye vücut ağırlığının aktarılması oluşan pasif abdüksiyonun da azalmasında rol oynar (7,32,34-42).

Erken salınım evresi

Ayağın zeminden kaldırılmasıyla başlar, diğer ayağın hizasına geldiğinde sonlanır. Bundaki amaç havadaki ekstremiteyi hızlıca ve zemine temas ettirmeden ilerletmektir. Ayağın zemine temas etmeden ilerletilmesi kalça, diz fleksiyonu ve ayak bileği dorsifleksiyonu ile olur. Ayak ve ayak bileğinin yukarı kalkması, ilk olarak pretibial kaslar ve *m. extensor hallucis longus*'un kasılmasıyla 20º'lik plantar fleksiyon ile gerçekleşir. Evre sonunda, ayağın zemine takılmaması için plantar fleksiyon 5º ile 10º arasına kadar açılanmada düşüş gösterir. Bundan başka ayağın yere takılmaması ve ekstremitenin ilerletilmesi için başlangıçta 30º olan diz fleksiyonu *m. biceps femoris*'in kısa başı, *m. sartorius* ve *m.gracilis*'in etkisiyle 60º'ye çıkar. *M. iliacus*'un kasılması ile birlikte *m. gracilis* ve *m. sartorius*'un da etkileriyle kalça 20º fleksiyon yapar. Erken salınımda ayak hafif pronasyon durumundadır (7,32,34-42).

Salınım ortası evresi

Salınımdaki ekstremite basma dönemindeki ekstremitenin yanına gelir ve önüne geçer. Böylelikle ayak zemine temas etmeden ilerletilir. Ayak parmakları yaklaşık 2,5 cm kadar bir yükseklikte ilerletilir. Bu mesafe yürüme esnasında zemine takılma açısından güvensiz bir yükseklik gibi görünür, ancak yer çekimine karşı vücut ağırlığının taşınması işini azalttığından, enerji tassarufu sağlar. Pretibial kaslardaki aktivitenin devamı ayağın zemine takılmaması için gereklidir. Ayak bileğinin dorsifleksiyonundaki artış nötral pozisyonuna gelmesinde rol oynar. Moment'in oluşturduğu pasif diz fleksiyonu ile açı 30º'ye geriler. Bu bir sonraki adım uzunluğu için gereken diz ekstansiyonununa yardımcı olur. *Tibiae*'da göreceli olarak dik pozisyona sahiptir. Bu pozisyon salınım ortası evresinin sonunu gösterir. Kalça fleksör kasları az bir aktiviteyle 30º'lik fleksiyonu sürdürürler. Evre başında, *m. gracilis, m. sartorius ve m. iliacus* aktivitesi biter. Bu evrenin ortasında hamstring grubu kaslar uyluk ilerleme hızını azaltmak için kasılırlar. Bu evrede pelvik rotasyon açısı 0º'dir (7,25,32,34-42).

Salınım sonu evresi

Salınan ekstremite basma dönemindeki ekstremitenin önüne geçtiğinde başlar, ayağın zemine ilk temasına kadar sürer. Ayağın zemine basmaya hazırlandığı evredir. Ayak bileğinde dorsifleksiyon, dizde ekstansiyon, kalçada fleksiyon, salınan ekstremitede pelviste öne

rotasyon ve aynı taraf kalçanın dış rotasyonu en uzun adım uzunluğunun oluşmasını sağlar. Ayak bileğinin nötral pozisyonda olması, ayağı topukta dönme mekanizması için hazır duruma getirir. *M. gluteus maximus* ve hamstring grubu kasların uyluk frenlemesi ve 30º olan kalça fleksiyonunun daha da artmasını önlemeleri oldukça önemlidir (7,32,34-43).

YÜRÜME ANALİZİ

Tanım

Yürümenin sayısal değerlerle değerlendirilmesi ve yorumlanmasıdır. Yürüme ile ilgili patolojilerin sayısal verilerle yorumlanması, önceki ve sonraki yürüme analizlerinin karşılaştırılması, yapılan tedavinin etkinligini doğru bir biçimde ortaya koyabilmek için yürüme analizi yöntemleri gereklidir. Kişinin yürüyüşü inspeksiyon ile, kameraya kaydederek, uygun noktalara bağlanan verici ve yansıtıcılarla hareket verilerini toplayarak, kuvvet platformu ya da YTK'yı ölçebilen özel patikler, ayakkabılar giydirilerek ayak basınçları ölçülerek, dinamik elektromiyografi ve enerji ölçümleri yapılarak değerlendirilir. Bu yöntemlerle yapılan tüm ölçümler özel olarak geliştirilmiş yazılımlar aracılığıyla sayısal verilere dönüştürülür, klinik ile birlikte değerlendirilerek yorumlanır ve raporlanır (7,25,32,34,40).

Yürüme Analizinin Önemi ve Kullanım Amaçları

Yürüme esnasında milisaniyeler içinde oluşan tüm hareketlerin çıplak gözle değerlendirilmesi mümkün degildir. İnsan gözü saniyede en çok 16 kare görüntü yakalayabilir. Fakat yürüme esnasındaki olaylar 1/16 sn'den daha kısa bir sürede gerçeklesmektedir. İkinci olarak, farklı eklemlerde birçok hareket meydana gelmesine rağmen göz ile sadece bir noktadaki hareketi iyi bir şekilde takip edebiliriz. Yürüme, eklem hareketleri ile birlikte gözle değerlendirilemeyen, kuvvet, moment ve kas aktivitelerini de içerir (7,25,32,34,40,44).

Yürümeyi doğru bir şekilde değerlendirebilmek, doğru tanı koymak, başarılı bir tedavi planlamak ve takibini yapabilmek için yürümenin tüm bileşenlerini eksiksiz kaydedecek, sayısal veriye dönüştürecek, kıyaslamaya ve tekrar incelemeye olanak sağlayacak sistemler gereklidir (1,2,36,42). Yürüme analizinin başlıca kullanım amaçları; tedavi planı belirlemek, tedavinin etkilerini değerlendirmek, kalıcı veri elde etmek, bilimsel araştırma yapmak, tedavi yöntemleri geliştirmek, farklı tedavileri kıyaslamak, ortez ve protezlerin etkinligini araştırmak, yeni protez tasarımları geliştirmek ve eğitimdir (7,25,32,34,40,44).

Yürüme Analizinde Kullanılan Bazı Terimler

Hareket: Bir cismin yer değiştirmesi hareket olarak tanımlanır. Bir cisme doğrusal bir kuvvet uygulandığında doğrusal hareket oluşur. SI birimi metre (m)'dir (7,32).

Dairesel (açısal) hareket: Dönen cisimlerin yaptıkları harekettir. Eklem hareketleri rotasyonel olabildiği için yürüme incelenirken dairesel hareket değerlendirilir. SI birimi derece(º)'dir (7,32).

Moment: Kuvvetin döndürme etkisidir. Dairesel hareket oluşturur. Kuvvet ile kaldıraç kolunun uzunluğunun çarpımı ile elde edilir. Bir eklemin dengede tutulabilmesi için saat yönü ile ters yönündeki kuvvetlerin eşit olması gerekir. Birimi, Newtonmetre (Nm)'dir (7,32,34).

Vücut ağırlık merkezi: Anatomik pozisyonda, VAM'ın, *art. lumbosacralis*'in önünde olduğu varsayılır. Vücudun en küçük hareketleri ile yeri değişebilir (7,32,34).

Destek alanı merkezi: Ayaklardaki yere basan alanlarının orta noktası destek alanı merkezi olarak tanımlanır, yürüme ile yer değiştirir. Ağırlık kuvveti vektörü'nün destek alanı merkezi'nden geçmesiyle denge sağlanır (7,32).

Yer tepkime kuvveti: Ayaktaki bir insanın zeminde oluşturduğu, ağırlık kuvvet vektörüne karşılık, zemin, aynı büyüklükte ve yönü ters bir kuvvet vektörü ile karşılık verir. Bu YTKV'dir. YTKV vücut ağırlığı ve hareketin oluşmasında rol oynayan kas kuvvetlerinin bileşkesine karşı oluşur ve yürüme esnasında, yönünde ve büyüklüğünde sürekli değişim söz konusudur (7,45).

Kinematik: Hareketi oluşturan kuvvetleri hesaba katmadan yön, hız ve açıların incelenmesidir (7,32).

Kinetik: Hareketin oluşmasını sağlayan, momentlerin ve güçlerin incelenmesidir (7,32).

Yürümede Hız ve Mesafe Ölçümleri

Adım uzunluğu: Yürüme esnasında iki ayaktaki aynı noktalar arasındaki ileriye doğru oluşan mesafedir (7,32,35,46).

Çift adım uzunluğu: Aynı ayakta ard arda iki topuk vuruşu arasında oluşan mesafedir (7,32,35).

Adım genişliği (açıklığı): İki ayaktaki dikey eksenler arasındaki uzaklıktır. Bu eksen *calcaneus*'un ortasından veya *art. talocruralis*'in ortasından geçer (7,32,35,46).

Ayak açısı: Gidilen yön çizgisi ile ayağın ortasından geçen çizgi arasındaki açıdır (7,32,35,46).

Tempo (kadans): Bir dakikalık zaman içerisinde atılan adım sayısıdır (7,32,35,46).

Yürüme hızı: Çift adım uzunluğunun ikiye bölünüp, kadans ile çarpılmasıyla bulunur. Birimi m/s, cm/s ya da m/dakika (dk)'dır. Bazı durumlarda sağ ve sol adım uzunluklarının eşit olmama ihtimalinden dolayı ikiye bölünerek hesplanır (7,32,35,46).

ANKİLOZAN SPONDİLİT

Tanım

Ankilozan spondilit, çoğunlukla *columna vertebralis*'te görülen, etyolojisi net olarak bilinmeyen, kronik, sistemik, HLA-B27 geni ile ilişkili spondiloartropati (SpA) grubu hastalıkların büyük bölümünü oluşturan romatizmal bir hastalıktır. AS'de çoğunlukla *art. sacroiliaca* ve *art. zygapophysialis* (faset) tutulumu karakteristiktir. *Art. humeri* ve *art. coxofemoralis* tutulumları dikkat çeker, bunlardan geriye kalan eklemlerin tutulumu daha nadirdir (1,47).

Hastalıkla ilgili ilk olarak 1930'larda radyografide sakroileit Scott, Krebs ve Forestier, sindesmofitlerin varlığı Robert ve Forestier tarafından gösterilmiştir (48). 1931 de ilk olgu serisi Buckley tarafından oluşturulmuştur. 1960 ve 1970'li yıllarda yapılan çalışmaların artmasıyla beraber AS ile Reiter, psoriatik artrit ve enteropatik artrit arasındaki ilişki gösterilmeye başlanmıştır (47). Moll, Haslock, Macrae ve Wright "seronegatif SpA"

kavramını tanımlanmıştır (47). Hastalıkla ilgili genetik çalışmaların artması, AS'li bireylerde doku grubu HLA-B27 %90'ın üzerinde pozitif olduğunu göstermiştir (1,49).

Sıklık

AS prevalansı beyaz ırkta %0,5-1, siyah ırkta ise oldukça nadir görülür. Amerikalı beyazlarda insidansı 6,6/100.000'dir. Türkiye'deki yapılan çalışmalarda AS ve SpA prevalansı %0,49-%1,05 oranlarında bildirilmiştir (47).

Hastalığın başlangıcı daha yoğun olarak adolesan dönem ile 35 yaş arasında görülür. 16 yaş öncesi ve 45 yaş sonrası başlaması çok nadirdir ve 45 yaş sonrası tanı daha çok kadın hastalardır (47). HLA-B27 pozitifliği ile AS arasında korelasyon vardır, etnik ve coğrafi özelliklere göre geniş bir değişkenlik göstermektedir (1,47).

Etyopatogenez

AS nedeni net olarak bilinmeyen bir hastalık olmasına karşın HLA-B27 antijeni ile olan bağlantısı, kalıtım ve çevresel etkenlere karşı gelişen immun yanıt etyopatogenezde yaygın olarak kabul edilir. AS'ye neden olabilecek bir mikroorganizma net olarak gösterilememiştir (47,50).

AS'li hastaların çoğunluğunda olan bağırsak inflamasyonu ve sulfasalazinden fayda görmeleri enterik bir patojeni düşündürmektedir; bakteri olmayan ortamda HLA-B27 geni nakledilen sıçanlarda oluşması beklenen aksiyel ve periferal artrit ile bağırsak inflamasyonun meydana gelmesi bu düşünceyi desteklemektedir (51). Bunun tersine bakterilerin AS'deki kesin rolü için yapılan *art. sacroiliaca* biyopsilerinde bakteri tespit edilememiştir (52).

Ankilozan spondilit patogenezinde tümör nekroz edici faktör-alfa'nın (TNF-α) önemi vardır. Anti TNF- α ajanlarına AS de güçlü yanıt vardır. AS de inflamasyon yoğunluğu yüksek olan sakroiliak eklemlerde yüksek düzeyde TNF-α bulunmuştur (47,50).

Ankilozan spondilit'te ligament, tendon, eklem kapsülü ve fasya gibi yapıların kemiğe tutunma yerlerinde inflamasyon söz konusudur. Entezit adı verilen bu inflamatuvar değişiklik, fibrozis, erozyon, lokal inflamasyon ve yeni kemik oluşumu gibi nedenlerle oluşur (47).

Ankilozan spondilit'te kemik iliği tutulumu diğer bir bulgudur. Omurga ve sakroiliak bölgede kemik iliği ödemi, odaksal ya da yaygın olarak görülebilir. Kemik iliği ödemi AS de ilk evrelerde görülebilen ve erken tanıda önemi olan bir durumdur (47).

Klinik Özellikler

İnflamatuar bel ağrısı AS'de genellikle ilk ve en çok görülen semptomdur. Hastaların 3/4'ünde ilk belirti bel ağrısı ve tutukluktur. Ağrı temelde en az 3 ay öncesine dayanır, yavaş ilerler, istirahat sonrası ve sabah tutukluğu ile devam eder. Egzersizle ve hareket etmeyle azalabilen, steroid olmayan anti inflamatuar ilaçlar (SOAİİ)'a cevap verebilen künt bir bel ağrısıdır. Ağrı başlangıçta tek taraflı derin gluteal bölgede yer değiştirebilir ve birkaç ay sonrasında iki tarafta da hissedilmeye başlar. Ağrı, yoğun inflamasyon, spondiloartrit yada diskitten kaynaklanır (53). SpA grubu hastalıkların karakteristik bulgusu olan entezit AS'de %25-40 oranındadır (47).

Klinikte yaygın veya lokalize tutulumlar gözlenebilir. Periferik artrit, hastaların yarısında gelişebilir ve bununda yarısında kronikleşebilir. Periferik artrit bazı hastalarda ilk klinik bulgu olarak ortaya çıkabilir ve alt ekstremite de diz başta olmak üzere oligoartrit olarak seyreder. Artrit erken dönemde kötü prognoz göstergesidir (54).

Hastalığın erken evrelerinde %25-35'inde kalça ve omuzda artrit tespit edilebilir, servikal vertebraların tutulumuyla oluşan boyun ağrısı ve tutukluğu, genellikle geç görülür (47).

Ankilozan spondilit'te eklem dışı tutulum yüksektir. En yaygın olan akut anterior uveit %25-30 hastada gözlenir ve başlangıç bulgusu olabilir. Ani başlangıçlı göz ağrısı, fotofobi, lakrimasyon, hiperemi ve görmede bulanıklık ile kendini gösterir. HLA-B27 pozitif hastalarda üveit sıklığı artmıştır (47).

Ankilozan spondilit'te kardiyak iletim bozuklukları, aort dilatasyonu, aort kapak yetmezliği, asendan aortit, miyokardiyal disfonksiyon ve perikardit görülebilir. Yaş ve hastalık süresi ile aort yetmezliği ve iletim bozukluğu görülme sıklığı artar (47,55).

Ankilozan spondilit hastalarında göğüs duvarı rijiditesi gelişebilir ve buna bağlı olarak inspiryumda göğüs ekspansiyonunda sorun olur, vital kapasite ve total akciğer kapasitesi azalabilir (55).

Gastrointestinal tutulum AS hastalarında terminal ileum ve proksimal kolonda %60 oranında asemptomatik, subklinik mukozal inflamatuar lezyonlar ile kendini gösterebilir (56).

Renal tutuluma AS'de pek sık rastlanmaz, ancak uzun süreli analjezik kullanımına bağlı ilaç nefrotoksisitesi interstisyel nefrite veya akut böbrek yetmezliğine neden olabilir (51).

Hastalığın nörolojik tutulumu çoğunlukla omurga ile ilişkili kırıklar, instabilite, inflamasyon, posterior ligament ossifikasyonu, disk lezyonları, spinal stenoz kaynaklı spinal

basıya bağlı komplikasyonlar ile kendini gösterir. Omurganın rijid ve osteoporotik olmasına bağlı minor travmalar sonucu özellikle servikal vertebra kırıkları görülebilir (51).

Laboratuvar İncelemeler

Ankilozan spondilit tanısını kesin olarak koyduran bir laboratuvar bulgusu olduğu söylenemez. C reaktif protein ve eritrosit sedimentasyon hızı düzeyleri hastalık aktivitesi durumunda %50-70 oranında artmıştır. HLA-B27, beyaz ırk AS hastalarının %90- 95'inde pozitif olarak tespit edilmiştir. Hastalığın inflamasyon yoğunluğu ile ilişkili hafif normokrom normositer anemi, trombosit sayısında hafif artış görülebilir (47).

Görüntüleme

Konvansiyonel radyografiler erken dönemde patolojileri saptamada fayda sağlamadığından duyarlılığı fazla olan yöntemlere (manyetik rezonans görüntüleme gibi) ihtiyaç vardır (57).

Muayene

Ayrıntılı fizik muayene, eklem dışı tutulumlarla birlikte, kan basıncı, nabız ölçümü ve akut anterior üveit riski açısından göz muayenesi yapılmalıdır (47,58). Hastalığın başlangıç dönemlerinde klinik açıdan hastalık bulguları fazla olmayabilir. Sakroilyak, omurga, göğüs, kalça ve omuz eklemlerinin muayenesi, entezit olan vücut bölgelerinin tespiti erken tanı ve klinik açıdan değerlidir. Entezit bulguları gözden kaçırılabilir. *Art. sacroiliaca*, *processus spinosus vertebrae*, *crista iliaca*, göğüs ön duvarı, *calcaneus* (plantar fasiit ve/veya aşil tendiniti), *tuberositas ischii, trochanter major, tuberositas tibia* gibi kemik oluşumlarında ağrı ve hassasiyet gelişebilir. Periferik eklem tutulumu ortalama %25 AS'lide görülür. Periferik eklem tutulumu ve sayısı hastalık aktivitesini ve fiziksel fonksiyonu yansıtır (47,51,55).

Hastalık süresinin artmasıyla birlikte tüm düzlemlerde *columna vertebralis* mobilitesinde azalma ve göğüs ekspansiyonunda kısıtlılık görülür. *Columna vertebralis* ankiloz paterni farklı oran ve ciddiyette ortaya çıkabilmekle birlikte 10 yıldan sonra belirginleşmeye başlar. *Columna vertebralis*'te osteoporoz sık karşılaşılan bir durumdur ve minor travmalar sonucu kırık oluşma ihtimali vardır (53).

Articulatio sacroiliaca'lardaki ağrı Gaenslen ve Mennel gibi en çok uygulanan manevralarla test edilir (48). Modifiye Schober, lateral spinal fleksiyon, oksiput duvar ve tragus duvar mesafesi, servikal rotasyon, intermalleolar mesafe, göğüs ekspansiyonu

değerlendirmesi gibi metotlar *columna vertebralis* hareketliliğini değerlendirmede kullanılırlar (47).

Tanı Kriterleri

Ankilozan spondilit tanısı öykü ve fizik muayene ve radyolojik bulgular yardımıyla konur. Klinik bulgular, hastanın bulguları, aile hikayesi, eklem veya eklem dışı bulgular ve sakroileitin radyolojide tespiti önemlidir (47,48).

AS'de bel ağrısı, kırk yaş öncesi, sinsi başlangıçlı olması, üç aydan daha uzun sürmesi, 30 dk'yi aşan sabah tutukluğu olması, şikayetlerin hareket ve egzersizle azalması gibi özellikleriyle diğer bel ağrılarından ayrılmalıdır. Hastalığın tanısı, Roma (1961) ve New York (1966) kriterleri ile standardize edilmeye çalışılmıştır, ancak sensitivite ve spesifite açısından yetersiz olduklarından 1984 yılında modifiye New York kriterleri geliştirilmiştir. Buna göre temel kriterlere uyan üç klinik bulgu ve bir radyolojik veri ile AS tanısı konmaktadır. Radyolojik kriterin semptomların başlamasından 5-7 yıl gibi bir sürede ortaya çıkması hastalığın tanısında gecikmeye sebep olmaktadır (47,48).

Radyolojik bulgu olmaksızın, entezit, asimetrik artrit, bel ağrısı üveit gibi klinik bulgular, SOAİİ tedavisine olan iyi yanıt, hastalığın ailede görülmesi, HLA-B27 pozitifliği, CRP artışı gibi verilerle de AS ihtimali değerlendirilebilir. AS tanısında inflamatuar bel ağrısı ile birlikte bir veya iki klinik SpA bulgusu olması erken hastalık ihtimalini %14'ten, %50-60'a; MR'de sakroileit veya HLA-B27 pozitifliği ile bu olasılık %80-90'a kadar yükselir (59).

Tedavi

Fizik tedavi

Uluslararası çalışma grupları, Assessment in AS ve The European League Against Rheumatism AS hastalarında egzersizin şikayetleri belirgin olarak azalttığını bildirmesinin yanında ideal egzersiz yaklaşımı net değildir. Hidroterapi, balneoterapi, yüzme, pilates gibi uygulamaların AS de olumlu yönde etki ettiği gösterilmiştir (47). Postural eğitim, spinal ekstansiyon ve derin nefes alıp verme teknikleri, uygun sertlikte bir yatakta yüksek olmayan bir yastıkla yatmak tavsiye edilir (60).

Biyolojik olmayan ilaç tedavileri

Steroid olmayan anti inflamatuar ilaçlar AS'li hastalarda %70-80 oranında etkinliğe sahiptirler, bu aynı zamanda inflamatuvar olmayan kronik bel ağrılı hastalarda %15 civarı oranla karşılaştırıldığında ayırt edici bir özellik olarak kullanılır (47). SOAİİ'ler ile karşılaştırıldığında, kortikosteroid ve hastalik modifiye edici anti romatizmal ilaç tedavileri etkisizdir. Periferik eklem tutulumlu SpA'larda sulfasalazin kullanılabilir. Sulfasalazinin, *columna vertebralis*'teki tutukluğu ve periferik artriti azalttığı ancak entezit, omurga mobilitesi, fiziksel aktivite üzerine etkisiz olduğu gösterilmiştir (47).

Biyolojik ilaç tedavileri

Yaklaşık on yıldır kullanılan, eklem hasarına yol açan inflamasyonu baskılamada ve ağrıyı azaltmada etkili olduğu gösterilen TNF blokeri ilaçlar etkili bir tedavi seçeneğidir. Hastalığın başlangıç dönemlerinde uygulandığında ilaçsız remisyon sağlanabilmektedir (47).

Girişimsel yöntemler

AS'de sakroiliak eklem ağrısının tedavisinde eklem içi ve dışı enjeksiyonlar yapılabilmektedir. Ağrı tedavisinde radyofrekans nörotomi başka bir seçenektir (47).

Cerrahi

AS'de komplikasyon durumunda spinal ve kalça cerrahisine başvurulur. Üç AS hastasının birinde kalça eklemlerinde dejenerasyon, bunlarında %90'ında bilateral kalça ankilozu meydana gelir. Bu gibi hastalarda total kalça replasmanı ameliyatları uygulanır (47).

Prognoz

Spondilartropati'ler değişen düzeylerde inflamasyon dönemleri ile karakterizedir. Uygun tedavi, engellilik durumunun oluşmasını tamamen ya da yüksek oranda önler. Omurgada tutulum olmasına rağmen günlük aktiviteleri yapmak mümkündür. AS hastalarında engellilik gelişimi, spinal füzyon, torasik kifoz, periferik eklemleri, kalça ve omuzları etkileyen erozif hastalık gibi nedenlerle olur. Hastalığın ciddi olduğu durumlar için üveit bir göstergedir. Kötü prognoz göstergeleri periferik eklem tutulumu, genç yaş, yüksek ESH ve SOAİİ'lere kötü yanıt gibi durumlardır. Uzun süreli hastalık ve yoğun inflamasyon ve belirgin kardiyovaskuler bulguları olan hastalarda mortalite artmıştır (61).

PsA obezite, diyabet, hiperlipidemi ve hipertansiyon ile sıklıkla bağlantılıdır. Bununla birlikte ateroskleroz, artmış kardiyovaskuler morbidite ve mortalite bağlantılı olduğu tespit

edilmiştir. Erken tanı ve yoğun anti inflamatuvar tedavi ile birlikte kardiyovasküler risk faktörleri de göz önünde bulundurulmalıdır (47,61).

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışma, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon polikliniğine başvuran AS tanısı konulup takip edilen 50 hasta ve 40 sağlıklı gönüllü ile yapıldı. Ölçümler yapılmadan önce tez çalışmamız için Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 2015/162 numaralı etik onay alındı. Çalışmamız proje halinde, Trakya Üniversitesi Bilimsel Arşatırma ve Proje Birimi'ne (TÜBAP) sunuldu ve TÜBAP-2016/36 proje numarası ile kabul edildi. Gönüllülerin anamnezinde ve muayenesinde, daha önce geçirilmiş major nörolojik defisit**,** demans**,** diyabet**,** alt ekstremite majör cerrahi girişim (geçirilmiş kalça, diz, ayak patolojilerinden kaynaklı, büyük cerrahi girişimler vb.)**,** ileri düzey alt ekstremite deformitesi**,** konjenital deformite**,** kooperasyon güçlüğü yaratacak sorunları olanlar araştırmaya dâhil edilmedi. Sağlıklı gönüllü denekler için üniversite personeli ve öğrencilerine duyuru yapıldı ve deneye katılmak isteyenler çalışmaya dahil edildi. Deneklerin ölçümleri Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı Hareket Analizi Laboratuvarı'nda yapıldı. Ölçümler yapılmadan önce deneklere çalışmanın amacı ve uygulama şekli anlatıldı. Bilgilendirilmiş gönüllü olur formu imzalayanlar ölçüme kabul edildi. Deneklere bir deneme uygulaması yapıldıktan sonra ölçümlere geçildi. Tüm ölçümler aynı araştırıcı tarafından ve günün aynı zaman dilimi içinde (10: 00- 12: 00) yapıldı. Deneklerin yürüme paternleri, kuvvet platformu Zebris©, FDM System Type FDM 3,5 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, VAM kelebek diagramına ait alt parametreler; yürüme hattı uzunluğu, tek destek çizgisi, ön-arka pozisyon, ön arka

değişkenlik, lateral simetri, lateral değişkenlik, parametrelerinden, YTK'ya ait alt parametreler; F1max, f2max, T1max, T2max parametrelerinden oluşturuldu. Deneklerin temel demografik verileri de kayıt altına alındı. Vücut ağırlığının ölçümü 0,1 kg duyarlılığındaki taşınabilen dijital tartı ile gerçekleştirildi. Boy uzunluğu "Harpenden antropometre" aleti kullanılarak ölçüldü (62).

Gereçler

Kuvvet Platformu ve WinFDM Bilgisayar Programı

Kuvvet platformu ve WinFDM bilgisyar programı birbirleri ile bağlantılı, ayakta dik duran bir insanın denge ve yürüme analizini kuvvet yayılımlarını tespit ederek ölçebilen bir sistemdir. Teşhis ve tedavi takibinde kullanılabilinen bu sistemin sağlık açısından herhangi bir zararı bulunmamaktadır. Yürüme analizinin basit ve hızlı olarak değerlendirilmesini sağlayan bir cihaz sistemidir. Analiz verileri, kuvvet platformu üzerinde yürüme esnasında üç boyutlu özelliğe sahip sensörler sayesinde elde edilir. Bu sistemi oluşturan birkaç bileşen vardır.

1. Kuvvet dağılımı ölçüm (Force distribution measuring: FDM) platformu: 316 x 60,5 x 2,5 cm boyutlu 2x16,5 kg ağırlıklı zeminde yer alan platformdur (Şekil 2). Platform 2x(149 x 54.2 cm) alanda 2x11264 adet sensore sahiptir**.** Ölçüm frekansı 30 Hz (300 Hz'e kadar yükseltilebilir) dir (Şekil 4).

2. WinFDM: Cihazı üreten firmanın geliştirdiği bilgisayar programının adıdır.

3. Bilgisayar ünitesi: Cihazın bağlandığı ve verilerin alınıp kaydedildiği parçadır.

4. USB kablo: Bilgisayar ünitesi ile bağlantıyı sağlayan parçadır

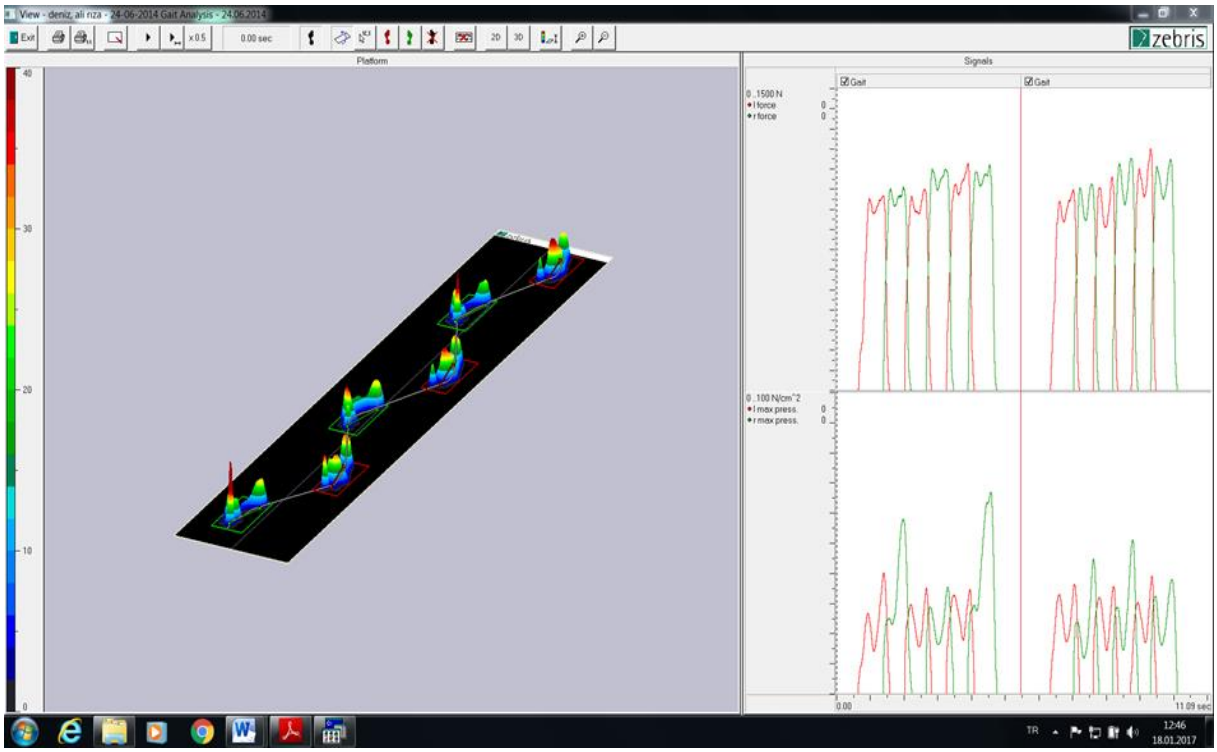
5. Elektrik güç kablosu: Cihazın çalışması için gerekli olan elektrik enerjisini iletir (Şekil 5).

Yürüme Analizi Ölçüm Yöntemi

Platform üzerinde kendi doğal hızları ile yürümeleri istenen denekler, gözleri açık, ayakta dik pozisyonda, baş tam karşıya bakacak şekilde, kuvvet platformunun önünde durduruldular (Şekil 6). Bu esnada cihazın kalibrasyon işlemi yapıldıktan sonra yürüme komutu verildi, platform üzerinde yürüyen deneklerin verileri bilgisayar programı vasıtası ile kaydedildi (Şekil 7). Bu esnada bilgisayar programında ölçümler yapılarak veriler kaydedildi, veri kaydı her denek için üç kez tekrarlandı, ölçümlerin ortalamaları alındı. Gerek yürüme ölçümleri gerekse antropometrik ölçümler raporlanarak değerlendirmeye alındı.



Şekil 4. FDM platform



Şekil 5. Win FDM bilgisayar ölçüm programı



Şekil 6. Yürüme Analizi



Şekil 7. Yürüme analizi

Yürüme Analizi Parametrelerimiz

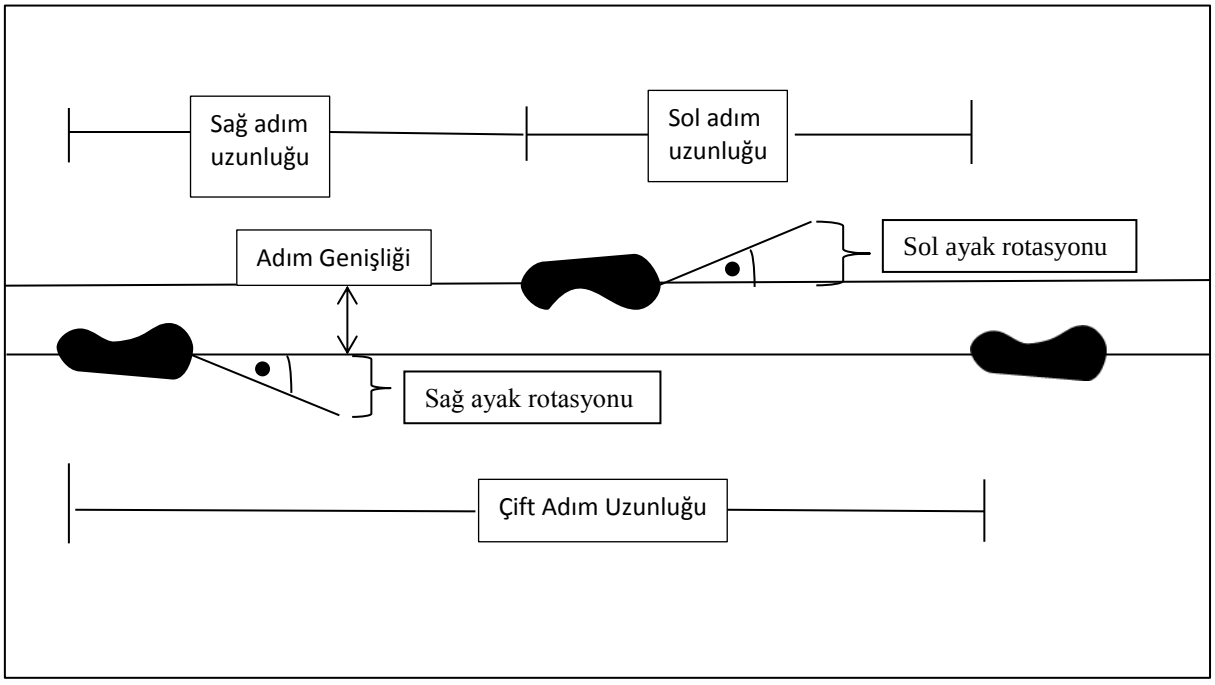
Çalışmamızda, yürüme analizi sonrasında elde ettiğimiz verilerin ne anlama geldiğini bilmek, yürüme analizini doğru yorumlama açısından önemlidir. Bu verilere ait yürüme parametreleri, uzay (mekan), zaman, zaman-faz, uzay-zaman başlıkları altında inceledik.

Mekansal parametreler

Ayak rotasyonu (°): Yürüme esnasında, yürüme yönü ile ayağın uzun ekseni arasında olan açılanmadır (Şekil 8) (32,35,46).

Adım genişliği (cm): Bir ayağın topuk merkezi ile, karşı ayağın topuk merkezinin ilerleme çizgisine olan iki taraflı mesafe uzunluğunun toplamıdır (Şekil 8) (32,35,46).

Adım uzunluğu (cm): Bir ayağın topuğundan karşı ayağın topuğuna kadar olan orta hattaki mesafedir. Aynı ayağın arka arkaya iki topuğu arasındaki mesafe çift adım uzunluğu olarak adlandırılır. İki adım (örn., sağ adım ve ardından sol adım), bir yürüyüş döngüsünü içerir (Şekil 8) (32,35,46).



Şekil 8. Mekansal Parametreler

Zamansal parametreler

Yürüme döngüsünün ve alt parametrelerinin ne kadar sürede gerçekleştiğini ifade eden parametrelerdir. Zamansal parametrelerinden, kadans dışındakilerin birimi saniyedir (Şekil 9) (32,35,46).

Sağ-sol adım süresi (s): Bir ayağın yere ilk temasından, karşı ayağın yere ilk temasına kadar geçen süredir (32,35,46).

Çift adım süresi (s): Aynı ayağın ard arda yere ilk temasları arasında geçen süreye çift adım süresi denir (32,35,46) .

Zaman-faz parametreleri

Yürüme fazlarının başlangıcından bitişine kadar olan zaman dilimleri temporofazik parametreler adı altında incelenir ve yürüme döngü süresine olan oran cinsinden ifade edilir**.** Zamansal parametrelerden farkı oran ifade etmesidir. Bu parametreler adım zamanına göre normalize edilmiştir (Şekil 9) (32,35,46).

Sağ-sol basma (%YD): Duruş fazı, ayağın topuk teması ile başlayan ve aynı ayağın ayak parmağının zemine teması ile biten her bir yürüyüş turunun ağırlık taşıyan kısmıdır; Duruş süresi, ayağın topuk ilk teması ile aynı ayağın parmaklarının son teması arasında geçen süreyi belirtir (32,35,46).

Sağ-sol yüklenme (%YD): Duruş fazının, ilk çift destek döneminin başlangıcına denk gelen kısımdır (32,35,46).

Sağ-sol salınım öncesi (%YD): Salınım evresi ayak parmaklarının zeminden ayrılması ile başlar ve aynı ayağın topuğunun yere ilk temasına kadar süren evredir. Salınım süresi, bu evre boyunca geçen süredir (32,35,46).

Sağ-sol salınım fazı (%YD): Ayağın zemine temas etmediği süre (32,35,46) .

Sağ-sol tek destek (%YD): Tek destek, yalnızca bir ayak yere temas ettiğinde oluşur; tek destek süresi, karşı ayak tabanının son temasından aynı ayağın bir sonraki ayak parmaklarının zemine ilk teması arasındaki geçen zamandır (32,35,46)

Toplam çift destek (%YD): Çift destek, her iki ayak aynı anda zeminle temas halindeyken oluşur; Çift destek zamanı, yürüyüş periyodunda iki destek döneminde geçen sürenin toplamıdır (32,35,46).

Uzay-zaman parametreleri

Mekan ve zamana ait ortak parametreleri içerir (Şekil 9).

Yürüyüş hızı (cm / s): Yürüme mesafesinin, yürüme süresine bölünmesiyle hesaplanan değerdir (32,35,46).

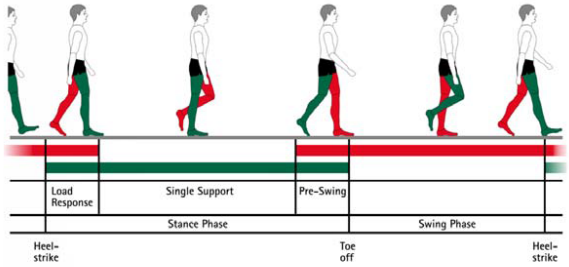
Kadans (adım / dakika): Verilen bir sürede atılan adımların sayısıdır, dakikadaki adım sayısı olarakta tanımlanır (32,35,46).

Project: Muhammed Tez
Patient: Muhammed Parlak
Record: 08-09-2014 Gait Analysis

Zebris Gait Report

zebris

Date of meas.: 08.09.2014 13:45



Parameters

Foot rotation, deg	Left	8.2+/-1.6	
	Right	14.1+/-2.0	
Step width, cm		12+/-3	
Step length, cm	Left	40+/-5	
	Right	42+/-5	
Step time, sec	Left	0.49+/-0.01	
	Right	0.52+/-0.04	
Stance phase, %	Left	65.5+/-1.8	
	Right	64.7+/-2.0	
Load response, %	Left	16.3+/-2.5	
	Right	14.1+/-0.9	
Single support, %	Left	34.9+/-2.0	
	Right	34.8+/-2.6	
Pre-swing, %	Left	14.1+/-1.4	
	Right	15.7+/-2.8	
Swing phase, %	Left	34.5+/-1.8	
	Right	35.3+/-2.0	
Total double support, %		29.9+/-2.8	
Stride length, cm		82+/-7	
Stride time, sec		1.02+/-0.05	
Cadence, strides/min		59+/-3	
Velocity, km/h		2.89+/-0.25	
Variability of velocity, %		9	

Normative data: 4.5 km/h

Şekil 9. Yürüme parametreleri

Kelebek Diyagramı (Siklogram) Parametreleri

Kelebek diyagramı, VAM'ın, yürüme esnasındaki yörüngesini gösteren, yürüme analiz cihazının özel yazılımı tarafında üretilen, grafik desenidir. Diyagram, yürüme hattı uzunluğu, tek destek çizgisi, ön-arka pozisyon, ön arka değişkenlik, lateral simetri, lateral değişkenlik, parametrelerinden oluşur (32,35,46,63,64). Şekil 10'da kelebek diyagramı parametreleri yer almaktadır.

Yürüme hattı uzunluğu: Vücudun sadece bir tarafının zemine teması ayrı olarak dikkate alındığında, basınç merkezini tanımlayan hat uzunluğunun ortalamasıdır. Bu parametre, vücudun bir yüzü için kaydedilen tüm adımlar için maksimum tepe basıncı'nın seyrini içerir. Diğer tüm parametreler, siklogram ekranından kaynaklanır. Ekranda her iki ayak birbirine bitişik duruyormuş gibi gösterilir (64).

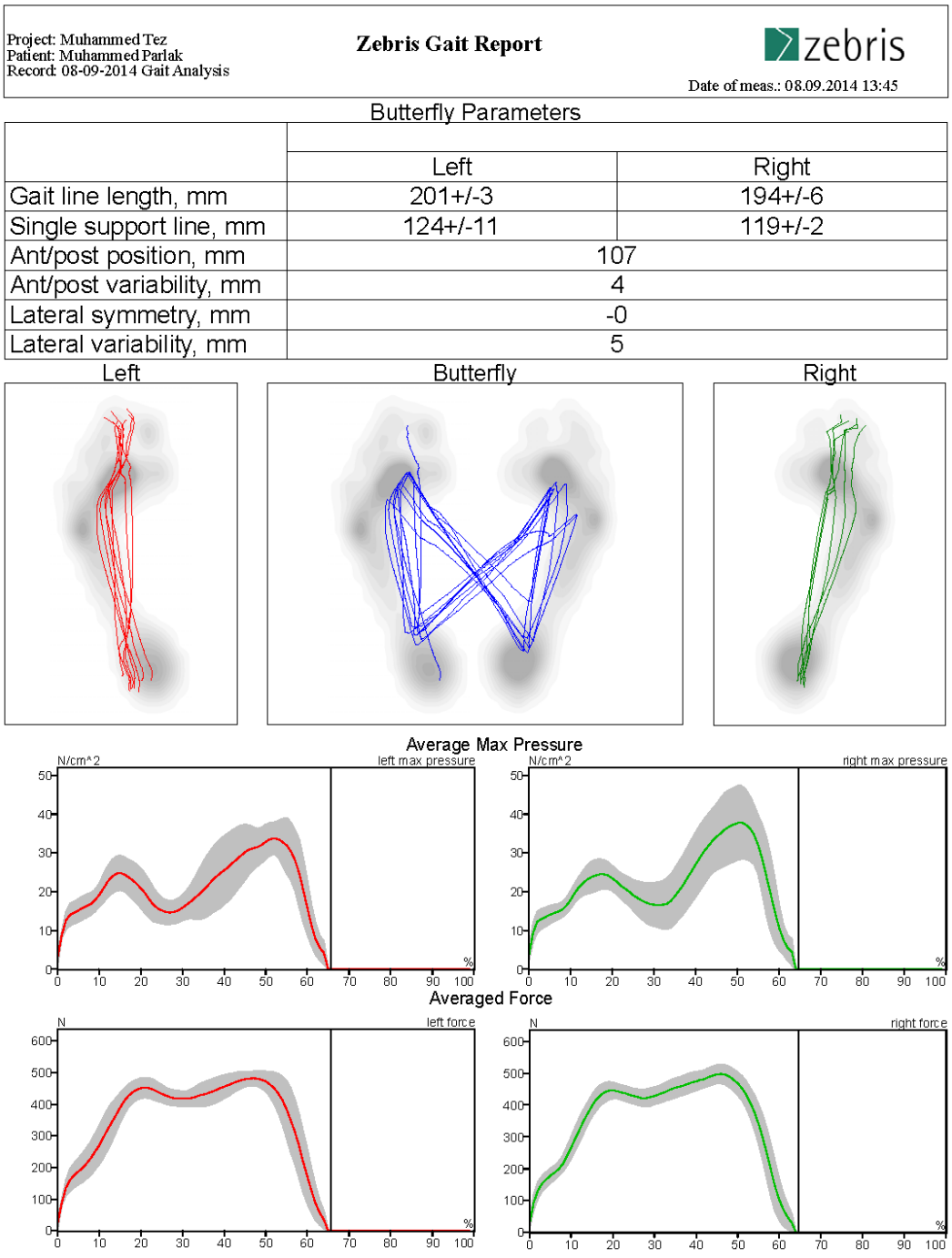
Tek destek çizgisi: Tüm zemin temasları dikkate alındığında basıncın gidişini tanımlayan hatların ortalama uzunluğuna eşdeğerdir (64).

Ön-arka pozisyon: Bu parametre, tüm adımlar dikkate alındığında, siklogram ekranında basınç merkezi'nin kesişme noktasının ileri / geriye kaymasını tanımlar (64).

Ön-arka değişkenlik: Burada, ön / arka pozisyonda standart sapma tanımlanmakta ve tüm adımlar dikkate alındığında ortaya çıkmaktadır (64).

Lateral simetri: Tüm adımlar göz önünde bulundurduğunda bu parametre, basınç merkezi rotasının kesişme noktasının, siklogram ekranının orta noktasına doğru sola / sağa kaymasını tanımlar. Negatif bir değer, sol tarafa kayma ve pozitif bir değer sağ tarafa kayma anlamına gelir (64).

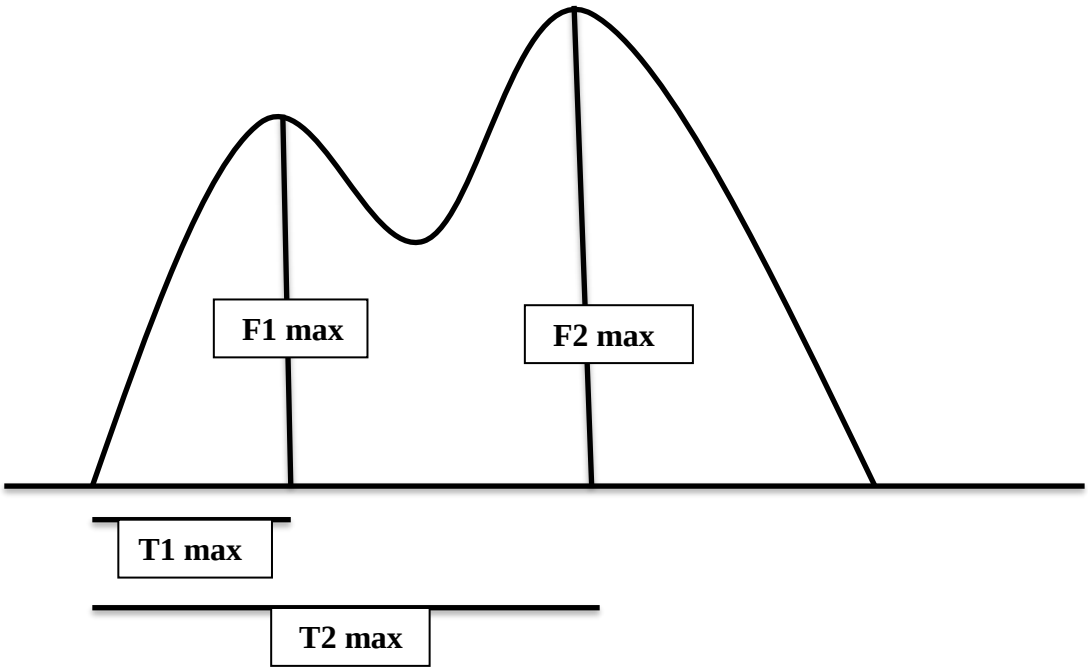
Lateral değişkenlik: Lateral simetride standart sapmayı göstermektedir (64).



Şekil 10. Basınç merkezi kelebek diagramı parametreleri

Yer Tepkime Kuvveti Parametreleri

Yürüme esnasında vücut ağırlığına karşı zeminin verdiği tepki YTKV olarak ifade edilir. YTKV diyagramında sagittal düzlemde çift tepe paterni gözlenir. Birinci tepe, basma fazı ortasında yere aktarılan kuvveti (F1 max), ikinci tepe ise salınım öncesinde yerin itme kuvvetini (F2 max) gösterir. T1max, ilgili ayağın yere temasından F1max oluşana kadar geçen süreyi, T2 max ise yine ilgili ayağın yere temasından F2 max oluşana kadar geçen süreyi ifade eder (35,65). Şekil 11'de bu parametreler belirtilmiştir.



Şekil 11. Yer tepkime kuvveti parametreleri

İstatiksel Analiz

İstatistiksel analizler için, Trakya Üniversitesi Biyoistatistik Anabilim Dalı'ndaki SPSS 20 programı kullanıldı. Sonuçlar ortalama ± standart deviasyon (SD) olarak ifade edildi. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu için "Tek Örneklem Kolmogorov Smirnov testi" kullanıldı. Veriler normal dağılıma uygunluk göstermediği için gruplar arası karşılaştırmalarda "Mann Whitney-U" testi kullanıldı. $P<0.05$ değeri istatistiksel anlamlılık sınır değeri olarak kabul edildi.

BULGULAR

Çalışmamız 50 AS'li hasta ve 40 sağlıklı birey ile yapıldı. AS ve kontrol grubuna ait ortalama antropometrik veriler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Ankilozan spondilit ve kontrol grubuna ait antropometrik verilerin ortalaması

Antropometrik veriler	AS (n:50) ort ± std	Kontrol (n:40) ort ± std	P
Yaş (yıl)	39,60 ± 9,66	38,78 ± 11,19	0,849
Boy (m)	1,70 ± 0,09	1,69 ± 0,08	0,489
Kilo (kg)	74,26 ± 14,19	73,43 ± 12,02	0,951
VKİ (kilo/boy^2)	25,31 ± 4,12	25,68 ± 3,10	0,548

VKİ: Vücut Kitle İndeksi, AS: Ankilozan spondilit

Hastaların Tedavi Durumları ve Hastalıkla İlgili Özellikleri

Çalışmamıza katılan AS hastalarının, hastalıkları ile ilgili bazı özellikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Ankilozan spondilit'li hastaların hastalık ile ilgili bazı özellikleri

	Değerler
Hastalıkla ilgili şikayetlerin başlama yaşı (yıl)	**28,32**
Hastalığın tanısı konduktan sonra geçen süre (yıl)	**7,86**
Tanı gecikme süresi (yıl)	**3,42**
Anti-TNF alfa tedavisi alanlar (kişi)	**21**
SOAİİ tedavisi alanlar (kişi)	**21**
Salozoprin+SOAİİ tedavisi alanlar (kişi)	**1**
Tedavi almayanlar (kişi)	7

SOAİİ: Steroid olmayan anti inflamatuar ilaç

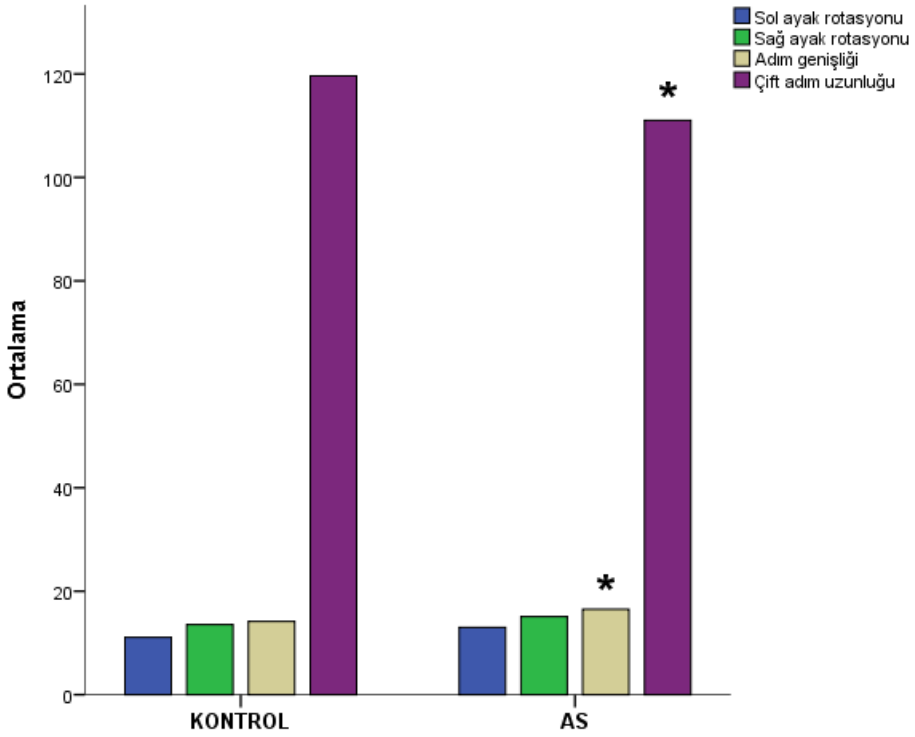
Yürüme Analizi Sonrası Yürüme Parametreleri Bulguları

Yürüme analizi sonrası, AS grubunda, kontrol grubuna göre adım genişliği, sol-sağ adım uzunlukları, çift adım uzunluğu, sağ yüklenme, sol destek ve yürüme hızı parametreleri için anlamlı farklar elde edildi ($p<0.05$), geri kalan yürüme parametrelerinde gruplar arasında anlamlı farklar çıkmadı. Bu parametrelere ait veriler Tablo 3'te verilmiştir. Uzay (mekan) parametrelerinin kıyaslama grafiği Şekil 12'de, zaman parametrelerinin kıyaslama grafiği Şekil 13'te, zaman-faz parametrelerinin kıyaslama grafiği Şekil 14'te, uzay-zaman parametrelerinin kıyaslama grafiği Şekil 15'te verilmiştir.

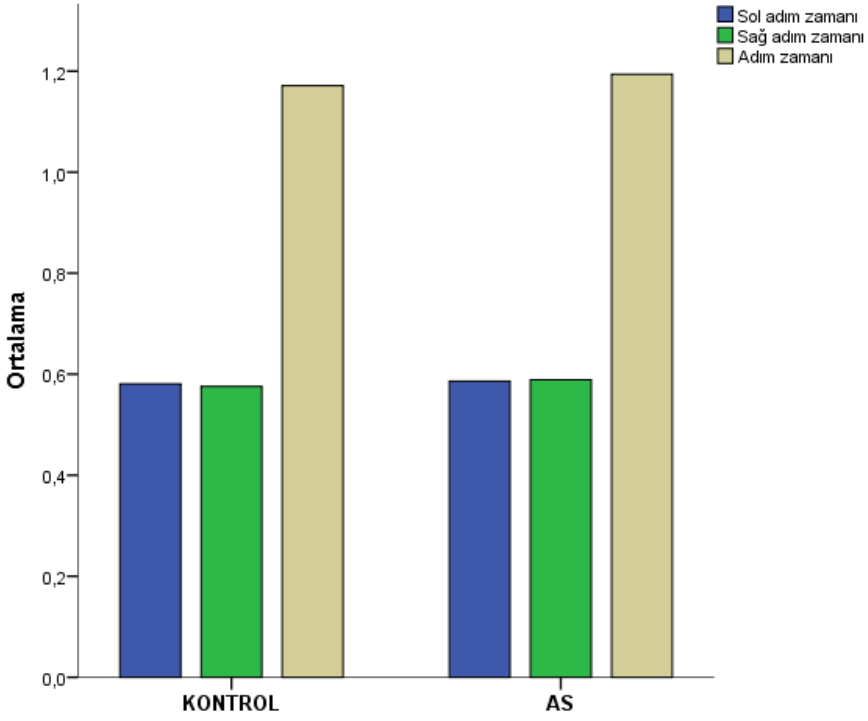
Tablo 3. Ankilozan spondilit'li ve sağlıklı bireylerin yürüme parametreleri

Yürüme Parametreleri	AS (n:50) ort ± std	Kontrol (n:40) ort ± std	P
Sol ayak rotasyonu (derece)	13,02 ± 5,80	11,07 ± 5,98	0,252
Sağ ayak rotasyonu (derece)	15,09 ± 5,60	13,54 ± 5,60	0,389
Adım genişliği (cm)	**16,50 ± 4,61**	**14,15 ± 3,59**	**0,017**
Sol adım uzunluğu (cm)	**55,64 ± 7,87**	**60,07 ± 5,79**	**0,008**
Sağ adım uzunluğu (cm)	**55,56 ± 7,39**	**60,15 ± 5,96**	**0,020**
Çift adım uzunluğu (cm)	**111,02 ± 14,96**	**118,70 ± 22,51**	**0,007**
Sol adım zamanı, (saniye)	0,59 ± 0,07	0,58 ± 0,05	0,717
Sağ adım zamanı (saniye)	0,59 ± 0,06	0,57 ± 0,05	0,345
Çift Adım zamanı (saniye)	1,19 ± 0,13	1,18 ± 0,11	0,487
Sol basma Fazı (%)	64,90 ± 3,13	64,16 ± 2,04	0,300
Sağ basma Fazı (%)	65,19 ± 2,33	64,13 ± 3,59	0,066
Sağ yüklenme (%)	**14,62 ± 2,29**	**13,77 ± 2,15**	**0,035**
Sol yüklenme (%)	14,64 ± 2,66	14,14 ± 2,11	0,410
Sol tek destek (%)	**35,70 ± 2,40**	**37,87 ± 10,14**	**0,043**
Sağ tek destek (%)	35,89 ± 2,78	36,62 ± 1,86	0,257
Sol salınım öncesi (%)	14,41 ± 2,38	13,71 ± 1,88	0,149
Sağ salınım öncesi (%)	14,26 ± 2,23	13,65 ± 1,95	0,099
Sol salınım fazı (%)	35,09 ± 3,11	35,85 ± 2,06	0,295
Sağ salınım fazı (%)	34,81 ± 2,33	35,92 ± 3,63	0,061
Toplam çift destek (%)	28,99 ± 4,31	27,31 ± 4,54	0,055
Kadans, (adım/dakika)	51,08 ± 5,37	51,95 ± 5,29	0,577
Hız (km/saat)	**3,40 ± 0,65**	**3,71 ± 0,49**	**0,034**

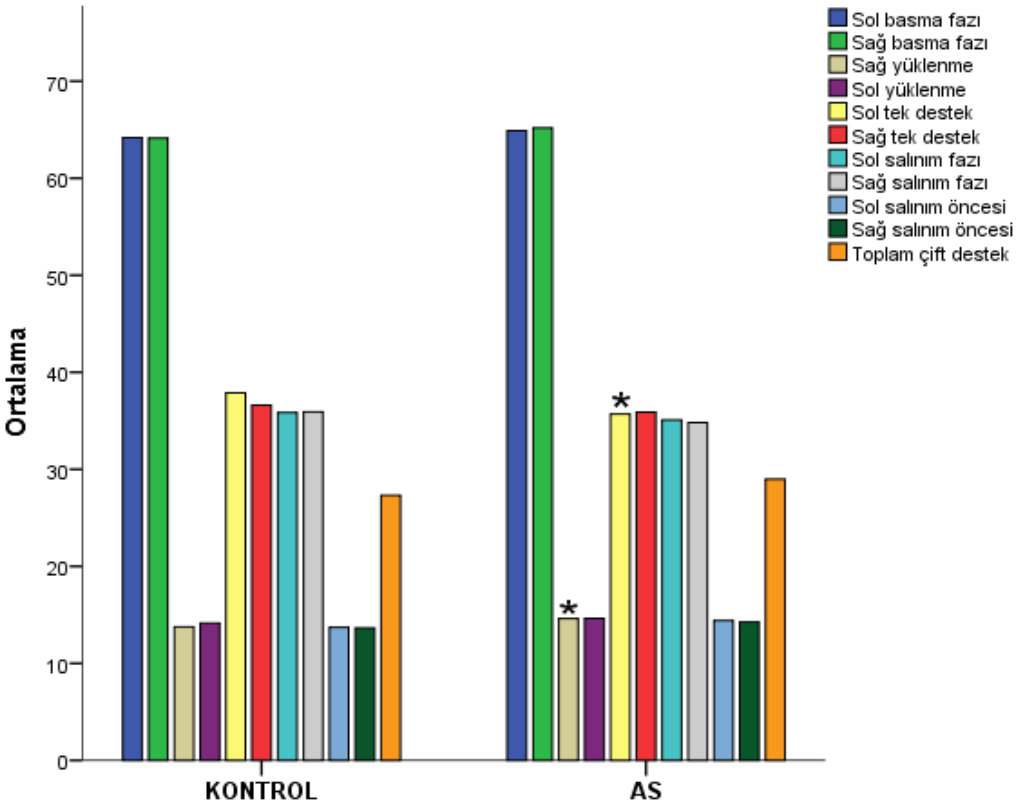
AS: Ankilozan spondilit



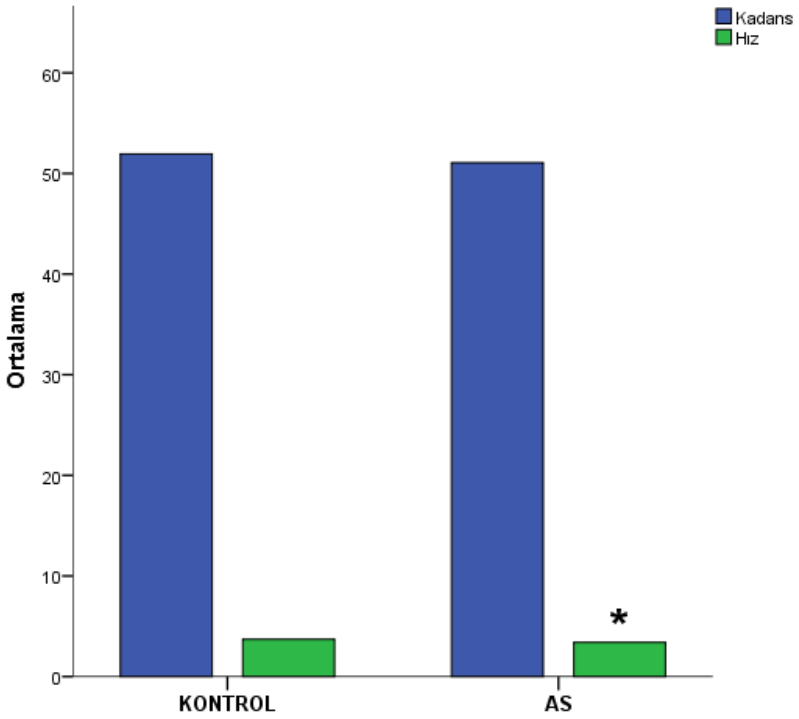
Şekil 12. Mekansal parametreler, *p<0.05



Şekil 13. Zamansal parametreler



Şekil 14. Zaman-faz parametreleri, *p<0.05



Şekil 15. Uzay-zaman parametreleri, *p<0.05

Yürüme Analizi Sonrası Elde Edilen Basınç Merkezi'ne Ait Kelebek Diagramı Bulguları

Basınç merkezinin, yürüme esnasında çizdiği hatlara karşılık gelen kelebek diagramı verilerine ait ortalama değerler her iki grup için anlamlı bir fark göstermedi.

AS grubuna ait sol yürüme çizgisine ait ortlama değerler 228,12 ± 16,96 aralığında, kontrol grubuna ait sol yürüme çizgisi ortalama değerleri ise 226,58 ± 15,54 aralığında bulundu.

Sağ yürüme çizgisi uzunluğu ortalama verileri AS grubunda 226,52 ± 17,43 değer aralığında, kontrol grubunda ise 224,15 ± 18,54 değerleri arasında bulundu.

Ön-arka pozisyona ait ortalama veriler AS grubu için 126,6 ± 17,43 aralığında, kontrol grubunda ise 128,45 ± 12,38 aralığında bulundu.

Sol tek destek çizgisi ortalama verileri AS grubu için 130,60 ± 15,44 sayı aralığında, kontrol grubu için ise 132,60 ± 16,650 değerleri arasında çıktı.

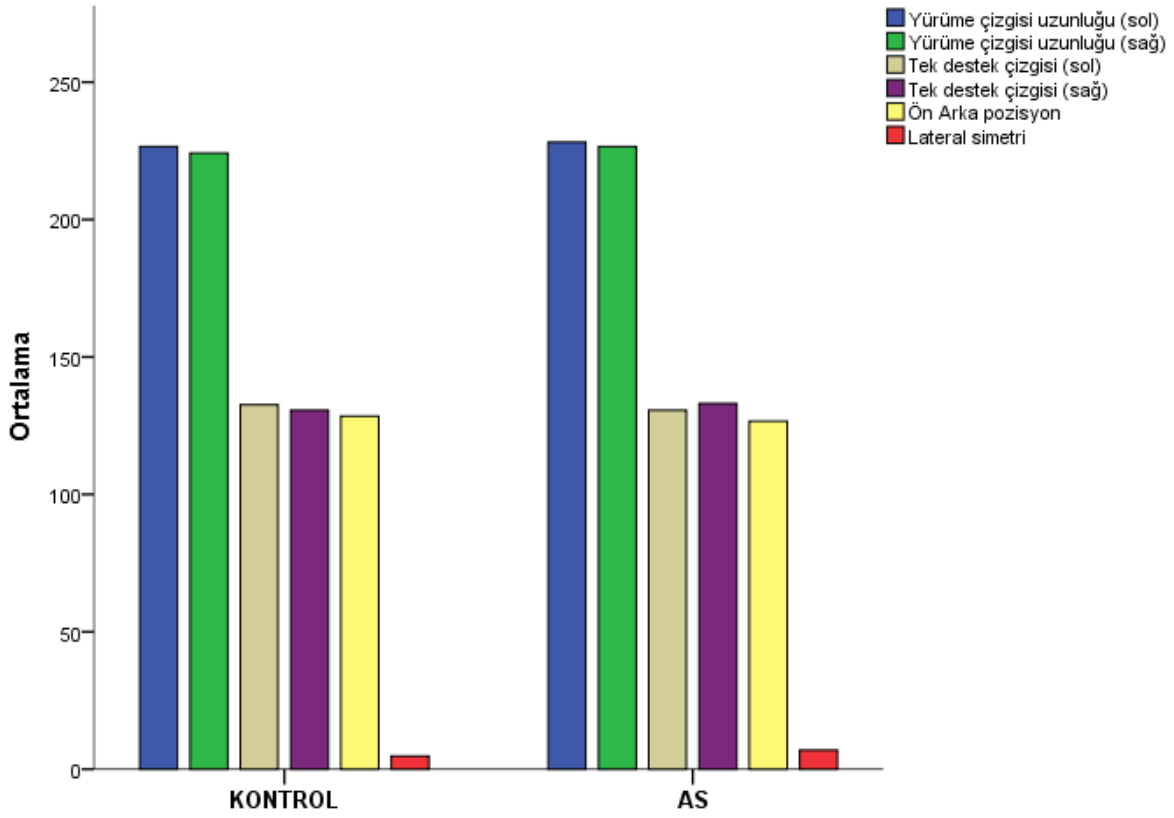
Sağ tek destek çizigisi ortalama verileri AS grubunda 133,04 ± 17,06 değerleri arasında, kontrol grubu için 130,60 ± 14,78 sayı aralığında bulundu.

Lateral simetri ortalama değerleri, AS grubunda 6,90 ± 5,84 aralığında, kontrol grubunda ise 4,80 ± 3,89 aralığında çıktı.

Basınç merkezine ait kelebek diagramı verileri Tablo 4'te verilmiştir. Yine aynı verilere ait kıyaslama grafiği Şekil 16'da yer almaktadır.

Tablo 4. Ankilozan spondilit'li ve sağlıklı bireylere ait kelebek diyagramı parametreleri

Kelebek Diyagramı Parametreleri	AS (n:50) ort ± std	Kontrol (n:40) ort ± std	P
Yürüme çizgisi uzunluğu, Sol (mm)	228,12 ± 16,96	226,58 ± 15,54	0,524
Yürüme çizgisi uzunluğu, Sağ (mm)	226,52 ± 17,43	224,15 ± 18,54	0,570
Ön-arka pozisyon (mm)	126,60 ± 10,38	128,45 ± 12,38	0,485
Tek destek çizgisi, Sol (mm)	130,60 ± 15,44	132,60 ± 16,650	0,460
Tek destek çizgisi, Sağ(mm)	133,04 ± 17,06	130,60 ± 14,78	0,567
Lateral simetri (mm)	6,90 ± 5,84	4,80 ± 3,89	0,081



Şekil 16. Vücut ağırlık merkezi, kelebek diagramı grafiği

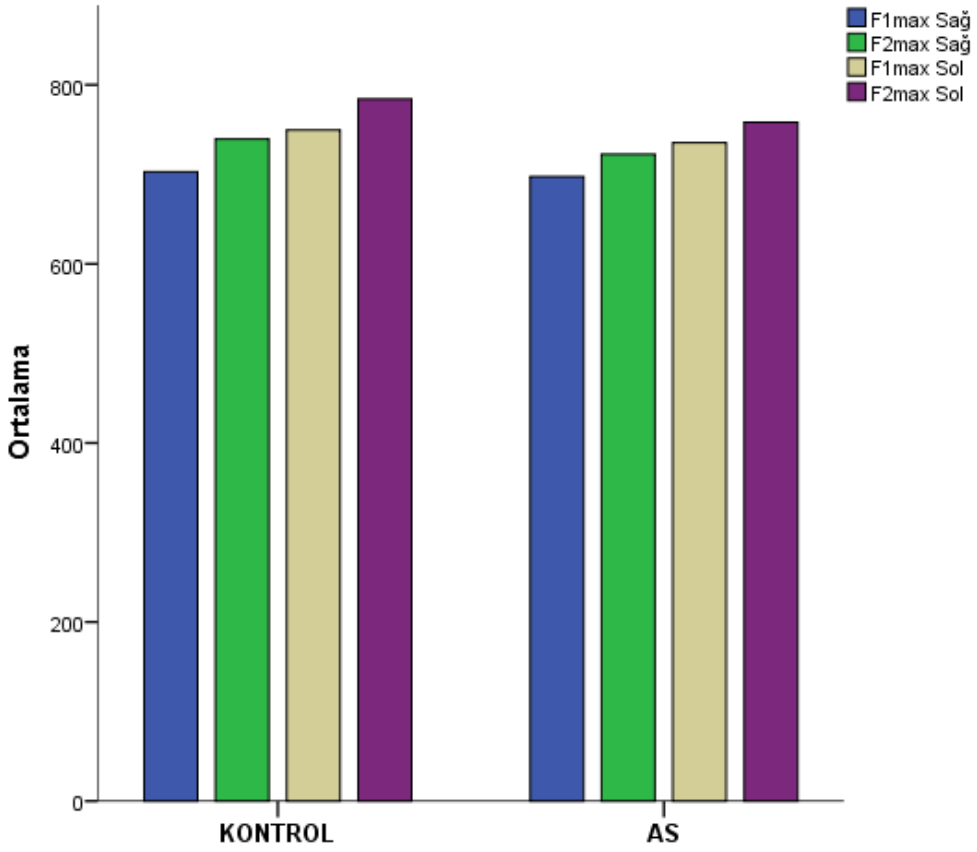
Yürüme Analizi Sonrası Elde Edilen Yer Tepkime Kuvvetlerine Ait Bulgular

Yürüme analizi yapılan AS'li hasta grubu ve kontrol grubun'da yer tepkime kuvvetleri değerleri karşılaştırıldığında kontrol grubunda, kuvvetler yüksek olmasına rağmen anlamlı değildi. Süre değerleri açısından kontrol grubu, AS grubuna göre daha düşük olmasına rağmen anlamlı bulunmadı. Yer tepkime kuvvetleri ve sürelerine ait sayısal değerler Tablo 5'te verilmiştir. Bu verilere ait kıyaslama grafikleri Şekil 17 ve 18'de yer almaktadır.

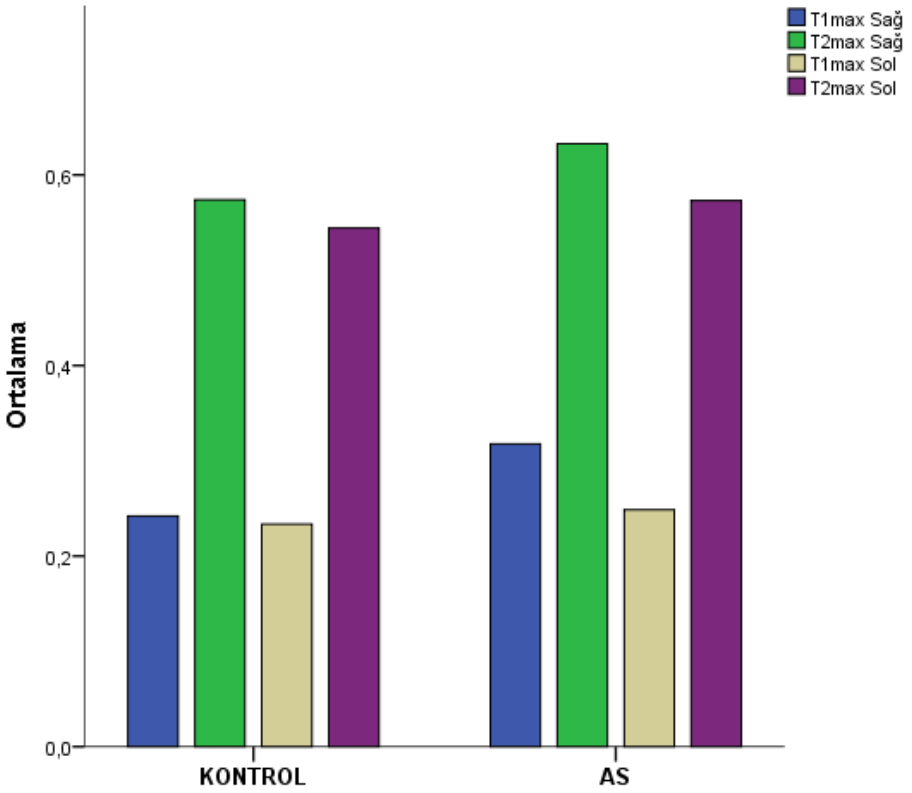
Tablo 5. Ankilozan spondilit'li ve sağlıklı bireylerin yer tepkime kuvvetleri'ne ait veriler

YTK Parametreleri	AS (n:50) ort ± std	Kontrol (n:40) ort ± std	P
F1 max Sağ (N)	697,40 ± 158,34	702,83 ± 126,90	0,670
T1 max Sağ (sn)	0,32 ± 0,39	0,24 ± 0,06	0,382
F2 max Sağ (N)	722,44 ± 163,65	739,25 ± 122,48	0,503
T2 max Sağ (sn)	0,63 ± 0,39	0,57 ± 0,06	0,736
F1 max Sol (N)	735,32 ± 162,83	749,47 ± 138,98	0,845
T1 max Sol (sn)	0,25 ± 0,09	0,23 ± 0,07	0,469
F2 max Sol (N)	758,26 ± 153,97	784,03 ± 134,13	0,414
T2 max Sol (sn)	0,57 ± 0,08	0,54 ± 0,10	0,245

YTK: Yer tepkime kuvveti, AS: Ankilozan spondilit



Şekil 17. Yer tepkime kuvveti, kuvvet parametreleri



Şekil 18. Yer tepkime kuvveti, zaman parametreleri

TARTIŞMA

Çalışmamızda, AS'li hastalarda yürüme analizlerinin normal bireylere göre yürüme parametreleri açısından hangi farklılıkların olduğunu, AS'lilerde standart bir yürüme özelliğinin olup olmadığını, belirlemeyi hedefledik.

Literatürde diabetes mellitus, MS, major depresyon, Alzheimer, parkinson, RA, AS gibi hastalıklarda, yaşlı bireylerde yürüme analizinin yorumlandığı çalışmalar mevcuttur. Çalışmamızda AS ve kontrol grubundan, üç boyutlu hareket analiz yöntemi ile elde edilen yürüme analizi verilerini, farklı yöntemler ve farklı hasta grupları kullanılarak, ortaya konulan çalışmalarla karşılaştırdık ve yorumladık. Literatürde, çalışmamızda kullanmış olduğumuz yürüme analizi cihazını kullanarak AS hasta grubunun yürüme paternlerini ortaya koyan bir çalışmaya rastlanmamıştır.

AS'de yürüme analizi ile ilgili yapılan ilk çalışmalardan biri olan L Zebouni ve ark. (2) yaptığı çalışmada, kalçasında klinik ve radyolojik tutulum bulguları olmayan yaş ortalamaları 46,5 yıl olan 12 hasta ile yaş ortalamaları 39,5 yıl olan 11 sağlıklı kontrol grubu dahil edilmiştir. Bu araştırmada kalça ve dize yerleştirilen elektrogonyometreler ile diz ve kalça açılarını ölçebilmenin yanında, ayağın yere temas süresini, çift adım uzunluğunu ve frekansını da kaydedebilen MIE Medical Research şirketinin yürüme analiz sistemi kullanılmıştır. Yürüme analizlerinin sonuçlarına göre, normal bireylerle kıyaslandığında, azalmış adım uzunluğunun, omurgadaki değişikliklerden kaynaklandığını ve bununda AS'deki temkinli yürüyüşü açıkladığını belirtmişlerdir. Omurgadaki tutulumun, titreşim iletkenliğinde artışla birlikte denge ve ağırlık dağılımında problemlere neden olabileceğini ve AS'li hastaların titreşimi daha fazla hissettiklerinden dolayı daha temkinli yürüyüş sergilediklerini öne sürmüşlerdir (2). Bizim çalışmamızda AS hastalarının kontrol grubuna

göre adım uzunluğunun azalması bu çalışma ile uyumlu bulunmuştur. Adım genişliğinin artışı, adım hızının azalması, bu çalışmadan farklı olan parametrelerimizdi. AS hastalarının yaş ortalamalarının, kullanılan yöntem ve gereçlerin ayrı olması bu farklılıkların nedeni olabileceğini düşündürmektedir. Çalışmamızda, bu araştırmadan farklı olarak, AS hastalarının YTK ve basınç merkezi kelebek diyagramı verileri de incelenmiştir, ancak istatiksel anlamda bir farklılık ortaya çıkmamıştır.

Öztürk ve ark. (66) AS'deki yürüyüş bozukluklarını bilgisayarlı yürüme analizi ile değerlendirdikleri araştırma yaş ortalamaları sırasıyla 39,09 ve 37,85 ($p>0.05$) olan 43 AS hastası, 20 sağlıklı gönüllü ile yapılmıştır. Bu çalışmada hastaların, kalça, diz ve ayaktaki standart anatomik buluş noktalarına 15 pasif yansıtıcı işaret topu konulmuştur. Daha sonra hastalar, 10 metrelik yürüme platformunda çıplak ayakla tercih ettikleri hızda yürütülerek, yürüme analizi verileri üçer defa olmak üzere kaydedilmiştir. Yürüme analizi verilerinin toplanmasında Vicon 370 sistemi, kinetik yürüme analizleri için iki adet Bertec kuvvet platformu kullanmışlardır. Her hasta için sagital ve koronal planlarda aynı zamanlı kamera kaydı yapmışlardır. Hastaların yürüme analizinde, adım uzunluğunun, kontrol grubuna göre daha kısa, çift destek süresinin ise daha uzun olduğu saptanmıştır. Bununla beraber bu çalışmada AS'li hastalarda vertikal yer reaksiyon kuvvetlerini birinci pik'te normal, ikinci pik'te ise hafif düşük olarak bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda adım uzunluğu ve vertikal yer reaksiyon kuvvetinin birinci pik verileri bu çalışma ile uyumlu olarak bulundu, ancak çift destek süresi ve ikinci pik değeri bu çalışmadan farklı olarak bizim çalışmamızda kontrol grubu ile anlamlı bir farka sahip değildi. Bu farkın nedeninin, çalışmada kullanılan bilgisayarlı yürüme analiz cihazlarının farklı olmasından, hastaların almış oldukları tedavilerin etkinliğinden ve kontrol grubunun sayısındaki farklılıklardan kaynaklanabileceğini düşündük. Yine aynı çalışmada, AS hastaları'nın yürüme paternlerinin farklılığının omurga ve kalçadaki ağrı ve tutukluktan kaynaklandığı öne sürülmüştür (66).

Ankilozan spondilit'lilerde üç boyutlu yürüme analizi verilerinin klinik değerlendirmelerde potansiyel ve nicel bir ölçüm olarak kullanılıp kullanılamayacağını ortaya koymayı hedefleyen bir araştırma yapılmıştır (67). Bu araştırmaya yaş ortalamaları 37,8 olan 15-65 yaş aralığında olan 31 AS hastası katılmıştır. Hastaların biyolojik ilaç tedavi öncesi ve sonrası yürüme analizleri yapılmıştır. Biyolojik ilaç tedavi öncesi yürüme analizleri yapılan hastalara 1, 2, 6, 14, 22, 30. haftalarda tedavi uygulanmıştır. Üç ay sonra C reaktif protein, eritrosit sedimentasyon hızı düzeyleri ve ASAS skorları normale dönen 16 AS hastasına yürüme analizi tekrar yaptırılmıştır. Elde edilen verilere göre bu hastalarda, tedavi öncesi çift adım uzunluğu, adım uzunluğu, adım hızı ve kadans değerleri tedaviden sonra anlamlı olarak

artmıştır (sırasıyla p = 0,04, p = 0,03, p = 0,02 ve p = 0,03). YD'de, tedavi sonrası salınım fazı daha uzun (p = 0,05) ve duruş fazı daha kısa olarak bulunmuştur (p = 0,04). Tek destek fazı tedavi sonrası anlamlı derecede uzun (p < 0,01) ve çift destek fazı kısalmış ancak istatistiksel olarak farklı çıkmamıştır (67). Bizim çalışmamızda bu çalışmanın tedavi sonrası verilerinin tersine kontrol grubuna göre sağ-sol adım uzunlukları, çift adım uzunluğu, sol destek ve yürüme hızı parametrelerini daha düşük olarak tespit ettik. İki çalışmanın parametrelerinin birbirine ters olarak sonuçlanmasını, bizim verilerimizin sağlıklı bireylerinki ile, bu çalışmanın da tedavi öncesi yürüme analizi verileri ile kıyaslanmasından, kullanılan metodun farklı olmasından kaynaklanabileceğini düşündük.

Ankilozan spondilit'li hastalarda yürüyüş değişikliklerini değerlendirmeyi amaçlayan başka bir çalışmada, 12 AS'li ve 12 sağlıklı kontrol grubunun yürüme analizi verileri karşılaştırılmıştır. AS'li hastaların yaş ortalamaları 49,42 yıl, VKİ değerleri 25,44, kontrol grubunu yaş ortalamaları 55,75 yıl, VKİ değerleri 23,73 olarak hesaplanmıştır (p<0,05). AS grubunda hastalıkla ilgili şikayetlerin başlama süresi 19,92 yıl, hastalığın tanısı konduktan sonra geçen süre 9,17 yıl olarak verilmiştir. AS grubu modifiye Newyork kriterlerine uyan, son 9 ay anti-TNF alfa tedavisi almış hastalardan oluşturulmuştur. Bu çalışmada yürüme analizi verilerine göre iki grup arasında uzaysal ve zamansal yürüme parametrelerinden yürüyüş hızı, adım zamanı, çift adım uzunluğu ve duruş süresi açısından istatiksel anlamda bir fark ortaya çıkmamıştır. Ancak yürüyüş hızı ve çift adım uzunluğu verileri daha düşük, adım zamanı ve duruş süresi daha uzun olarak bulunmuştur (p>0,05). Bizim çalışmamızda hız ve çift adım uzunluğu verileri bu çalışma ile uyumlu olarak anlamlı düşük çıkmıştır. Adım zamanı ve duruş süresi verileri yine bu çalışma ile uyumlu olarak uzun ancak anlamsız çıkmıştır. Bu sonuçların, bizim çalışmamızda belirttiğimiz gibi AS hastalarının daha temkinli bir yürüyüş sergilediklerini gösterebileceğini öne sürmüşlerdir (3).

Romatoid artritli hastaların yürüme özellikleri ile ilgili yapılan bir araştırmaya 1987'de revize edilen Amerikan Romatizma Koleji kriterlerine uygun olan, yaş ortalaması 55, son üç hafta içinde intraartiküler steroid tedavisi almamış, major eklem cerrahisi geçirmemiş, 50 RA hastası ve yaş ortalaması 51 olan 37 sağlıklı gönüllü katılmıştır. RA hastaları, kendi seçtikleri yürüme hızıyla 10 m uzunluğundaki yürüme yolu boyunca yalınayak yürütülmüştür. Sabah sertliği düşünülerek, yürüyüş analizleri öğleden sonra gerçekleştirilmiştir. Üç boyutlu yürüme analizi, 6 kameralı hareket sistemi (Vicon Motion System1, Oxford, İngiltere) ile birlikte kullanılmıştır. Bu çalışma sonucunda, yürüme hızı, çift adım uzunluğu, adım uzunluğu ve kadans, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında daha düşük değerlerde iken, çift destek süresi ise daha uzun olarak bulunmuştur. Bu çalışma, RA'lı hastaların kontrol gurubuna kıyasla alt

ekstremitede kinematik ve kinetik yürüme parametrelerinin azalmış olduğunu ve işlevsel engellerin bazı lokomotor parametrelerle zayıf şekilde ilişkili olduğunu belirtmiştir (68). Kronik ağrı, RA'daki hareket kısıtlılığının ve fonksiyon kaybının başlıca nedenlerinden biridir. Eklem ağrısını azaltmak için eklem yükünün azalması, alt ekstremitede eklem momentlerinde düşmeye, ileri itme kuvvetinin sınırlanmasına neden olacak bir strateji olarak düşünülmüştür. Çift destek süresinin uzun olmasını, ileri itme kuvvetinin sınırlanmasının bir sonucu olarak yorumlanabileceğini belirtmişlerdir (68). Bizim çalışmamızda AS hastalarında, RA'lı hastalar ile benzer şekilde çift destek yüzdesi kontrol grubundan daha uzun bulundu ancak bu fark istatiksel olarak anlamlı değildi. Yine bu çalışmada elde edilen yürüme hızı, çift adım uzunluğu, adım uzunluğu ve kadans verilerinin düşük değerlerde bulunmuş olması bizim verilerimiz ile uyumluydu, ancak kadans değeri bizim sonuçlarımızda anlamlı çıkmadı. AS hastalığında olabilen ağrı, eklem hareketlerinde kısıtlılık ve fonksiyon kaybı göz önünde bulundurulduğunda bu çalışmadaki sonuçların benzerliğinin açıklanabilineceğini düşündük.

Romatoid artrit'li hastalarda uzaysal-zamansal yürüyüş özelliklerinin, sağlıklı kontrol grubu ile karşılaştırıldığı başka bir çalışma daha yapılmıştır (69). Bu çalışmada, Amerikan Romatizma Koleji (ACR) kriterlerini uyan, 40-60 yaşları arasında, alt ekstremite ağrısı olmayan, yardım almadan 12 metre mesafe kadar yürüyebilen, ortalama yaşları sırası ile 51.1 ve 50.4 olan 17 RA'lı hasta, 20 kişiden oluşan sağlıklı kontrol grubuna yürüme analizi yaptırılmıştır. Yürüme parametreleri GAITRite geçit sistemi (CIR Systems Inc., Clifton, NJ, ABD) ile ölçülmüştür. Bu sistem ile yürüme değişkenlerinden hız, adım genişliği, adım uzunluğu, kadans, duruş fazı paramereleri ölçülmüştür. Bu çalışmadaki deneklerin kendi doğal hızlarıyla yapılan yürüme analizlerinden elde edilen verileri, çalışmamızla karşılaştırdık. RA hastalarında kontrol grubuna göre düşük hız ve adım uzunluğu, daha uzun duruş fazı tespit edilmiştir. Kadans ve adım genişliği verilerinde RA ve kontrol grubunda anlamlı bir fark çıkmamıştır, ancak kadans daha düşük, adım genişliği eşit olarak bulunmuştur. Çalışmamızda AS hastalarında hız, adım uzunluğu, kadans verileri bu çalışma ile benzer olarak kontrol grubuna göre düşük bulunmuştur. RA hastalarındaki bu sonuçları, AS hastalarındaki yürüme analizi verileri sonuçlarına neden olabileceğini düşündüğümüz eklem tutulumları, düşme riskine karşı temkinli yürüme paterni geliştirme gibi nedenlerle ilişkilendirmişlerdir (69).

Mills ve Barrett'in (70) yaptığı çalışmada yaş ortalamaları sırasıyla 68,9 ve 24,9 olan, bilinen kas iskelet ve nörolojik anormalliği, yürüme için yardımcı cihaza ihtiyacı olmayan, 8 yaşlı ile 10 genç gönüllüye yürüme analizi yaptırılmıştır. Her katılımcı kendi doğal hızında kuvvet platformu üzerinde yürütülmüştür. Yürüme analizlerinden elde edilen uzaysal-

zamansal parametrelerden salınım zamanı yaşlı grupta gençlere göre daha düşük olarak bulunmuştur ($p<0,05$). Geri kalan parametrelerden adım hızı, çift destek süresi daha kısa, çift adım uzunluğu, çift adım zamanı, salınım zamanı verileri daha yüksek, ancak istatiksel olarak anlamsız olarak çıkmıştır. Bu çalışmada salınım zamanının düşük olma nedenini yaşlılardaki yürüme hızındaki azalma ile ilişkilendirmişlerdir. Yaptığımız çalışmada da AS'li hastalarda kontrol grubuna göre yürüme hızı ve salınım fazı daha düşük olarak bulunmuştur, ancak salınım fazı düşüklüğü için anlamsız fark çıkmıştır. Elde edilen bu veriler iki çalışmanın yürüme hızı ve salınım fazı açısından uyuştuğunu göstermiştir. Her iki çalışmada adım hızı, salınım fazı parametrelerindeki düşüklüğün, AS'li hastalarda ve yaşlılarda kemik-eklem inflamasyonu, düşme riskine karşı temkinli yürüme özelliği gibi nedenlerden kayanaklanabileceğini düşündük (70,71).

Romatoid artrit ve geriartri, AS'de olduğu gibi kemik ve eklemlerde inflamatuar tutulumlarla karakterizedir (39,47,69). Bu yüzden şimdiye kadar AS, RA ve geriartri'de yürüme analizi ile ilgili çalışmalara yer verilmiştir. AS'li hastalarda YTK ve VAM ile ilgili literatür taramalarımızda herhangi bir çalışmaya rastlamadık. Literatürde çeşitli hastalıklar ile yürüme özellikleri, YTK ve VAM arasındaki ilişkiyi ortaya koyan çalışmalar mevcuttur, bunlara da kısaca değinilmiştir.

Ayak bileği osteoartrit'i (OA) olan 15 hastaya total ayak bileği protez ameliyatı öncesi ve sonrası 15 kişiden oluşan sağlıklı kontrol grubu ile birlikte yürüme analizi yaptırılmıştır. OA'lı hastaların yaş ortalaması 53,3 yıl, VKİ 29 kg/m2, kontrol grubunun ise 52,9 yıl VKİ 25,1 kg/m2 olarak hesaplanmıştır ($p>0,05$). Yürüme analizinde uzaysal zamansal parametrelerin yanında vertikal YTK'lara da bakılmıştır. Ameliyat öncesi OA'lıların etkilenen ayaktaki yürüme analizi ve vertikal YTK verilerinin sağlıklı kontrol grubu ile karşılaştırılmasında istatiksel anlamda bir fark elde edilememiştir. Her iki ekstremite için adım hızı ve kadans kontol grubuna göre daha düşük, adım uzunluğu ise daha yüksek olarak bulunmuştur. OA olan taraftaki YTK'leri kontrol grubuna göre daha düşük, OA olmayan taraftaki F1 max kontrol grubuna göre daha yüksek, F2 max ise daha düşük bulunmuştur, bu verilere ait T1 max ve T2 max değerleri hesaplanmaıştır. OA'lı ayak bileğindeki ağrı ve hareket kısıtlılığının, diğer tarafa etki etmesinin bu sonuçlara neden olabileceğini öne sürmüşlerdir (72). Bizim çalışmamızda da AS hastalarında F1 max ve F2 max değerleri kontrol grubundan daha düşük, T1 max ve T2 max değerleri ise daha yüksek bulunmuştur. AS hastalarında, en çok eklem tutulumunun omurga ve kalçada olması, tek taraflı ayak bileği OA'dan farklı sonuçların elde edilmesinin nedeni olabileceğini düşündük.

Major depresyonlu bireylerin yürüyüş özelliklerinin normal bireylerle karşılaştırıldığı bir çalışmada, depresyon hastalarında yürüme hızı, çift adım uzunluğu, çift destek süresi ve yürüme döngü süresinin azaldığı ve kadans ile yürüme hızı arasında anlamlı bir korelasyon olduğu görülmüştür. Çalışmada major depresyonu olan hastalarda azalan yürüyüş hızı, çift adım uzunluğunda azalma ve artmış yürüme döngü süresi ile ilişkilendirilmiştir (73).

Diyabetli hastaların, yürüme özelliklerinin değerlendirildiği bir araştırmada, düşme riski (hız, adım uzunluğu veya kadansta değişkenlik) veya ülserler (basınç) ile açıkça ilişkili belirli parametrelere göre diyabetik hastaların daha yavaş yürüyen ve daha fazla adım değişkenliğine sahip olduğu sonucuna varılmıştır (74).

Duchenne Musküler Distrofi'li steroid tedavisi alan, almayan ve sağlıklı kontrol gruplarına yapılan yürüme analizi verilerine göre, hız ve kadans değerlerinde kontrol grubu ile anlamlı bir fark çıkmamıştır, çift adım uzunluğu, sağlıklı kontrollere kıyasla Duchenne Musküler Distrofi'de anlamlı olarak daha düşük, adım genişliği değerleri kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (75).

Alzheimer hastalığı ve sağlıklı kontrol gruplarının karşılaştırıldığı bir çalışmada daha düşük bir kadans, daha uzun bir YD süresi ve daha kısa adım uzunluğu verileri elde edilmiştir. Yine aynı çalışma erken dönem Alzheimer hastalarının, sağlıklı yaşlı erişkin kontrol grubuna göre yürüme hızında önemli ölçüde yavaşlama, düşük kadans, kısa çift adım gibi parametrelerde farklılıklarının olduğunu bulmuşlardır (76).

Fibromiyalji'den etkilenme derecesinin yürüme parametrelerine nasıl etki ettiğinin araştırıldığı çalışmada, yürüme hızında, çift adım uzunluğunda, kadansta, tek destek oranında ve salınım fazı yüzdesinde azalma, çift destek oranında, duruş fazı yüzdesinde artış ($p<0.001$) tespit etmişlerdir. Yürüme parametrelerindeki, bu önemli farklılıkları, fiziksel aktivitenin yeterli olmaması, aşırı kilo, yorgunluk, ağrı gibi faktörlerle ilişkilendirmişlerdir (77).

Obez erişkinlerin üç boyutlu yürüme analizi, sağlıklı kontrol grubunun yürüme analizleri ile karşılaştırılmıştır. Obez bireylerde, yürüme hızı ve adım uzunluğu daha düşük, duruş fazı süresi ve çift destek süresi daha uzun bulunmuştur. Bu farkın nedenini, diz etrafındaki momenti ve birim zaman başına enerji tasarrufu için yürümedeki adaptasyon olarak açıklamışlardır (78).

Huntington hastalığı'nda, uzaysal zamansal yürüme parametreleri, sağlıklı kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Huntington hastalığı olanlarda yürüme hızı ve kadans daha düşük, çift adım süresi daha uzun olarak bulunmuştur. Araştırıcılar Huntington hastalığı'ndaki esas özelliklerden biri olan bradikinezinin bu verilerden sorumlu olabileceğini söylemişlerdir (79).

Cerrahi öncesi, servikal spondilotik myelopati hastalarının kontrol grubu ile kıyaslandığında çalışmada yürüme hızı ve adım uzunluğunda önemli derecede düşüklük, çift destek oranında ve adım genişliğinde artış tespit etmişlerdir. Cerrahiden 2 ay sonra ise, yürüme parametrelerinde normal değerlere yakın sonuçlar elde edilmiştir; hız, adım uzunluğu ve kadansta anlamlı derecede artış, adım genişliğinde azalma görülmüştür. Bu sonuçlara dayanarak fonksiyonel iyileşmenin gösterilmesi ve takibi açısından, yürüme analizinin objektif bir araç olduğunu bildirmişlerdir (80).

Kronik inflamatuar demiyelinizan polinöropatili hastalarda intravenöz immunglobulin tedavisini takiben hastaların yürüme parametrelerinden, yürüyüş hızı, kadans, adım uzunluğu, çift destek zamanı ve salınım fazında belirgin artış, duruş fazında azalma tespit edilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, yürüme parametrelerinden, özellikle hız, adım uzunluğu ve salınım fazının, tedavi cevabının değerlendirilmesinde önemli olduğu belirtilmiştir (81).

Multipl sklerozlu 341 hastadan oluşan bir çalışmada, yürüme analizi sonrasında, ataksili MS hastaları, normal ya da hafif anormal serebellar fonksiyona sahip MS hastaları ile karşılaştırıldığında kelebek diyagramı yürüyüş değişkenliği parametreleriyle ilişkili daha yüksek verilere sahip oldukları ve yaklaşık olarak iki kat daha fazla yürüme değişikliği gösterdikleri görülmüştür. Kelebek diyagramının, MS'deki önemli nörolojik fonksiyonları ön görme açısından kullanılabiceğini ileri sürmüşlerdir (63).

Çalışmamızda, AS hastalarının ve sağlıklı gönüllü bireylerin, üç boyutlu bilgisayarlı yürüme analizi cihazından elde edilen uzaysal zamansal yürüme parametrelerinin karşılaştırılmasında, adım genişliğinde artış, sağ adım uzunluğu, sol adım uzunluğu ve çift adım uzunluğu, sağ yüklenme fazı, sol tek destek fazı, yürüme hızı verilerinde ise azalma istatiksel olarak anlamlı bulundu. Adım genişliğinin artışı, adım uzunluklarının azalması literatür taramalarımızda, yürüme güvenliğini arttırmak için vücudun geliştirdiği bir mekanizma olarak karşımıza çıkmış olabileceğini göstermektedir. Bu da AS'lilerdeki temkinli yürüyüşü yansıtır. AS hastalarında ölçtüğümüz YTK ve VAM parametrelerinde kontrol grubuna göre istatiksel anlamda bir fark çıkmamıştır. AS hastalarının aldığı tedavilerin etkinliğinin bu sonuçlarda etkili olabileceğini düşündük. Elde ettiğimiz sonuçlar literatüre katkı sağlayacaktır.

SONUÇLAR

Tezimizin birincil hedefi, AS hastalarının uzaysal zamansal yürüme özelliklerini sağlıklı bireylerin yürüme özellikleri ile kıyaslayarak, bu hastaların tanı, tedavi ve takip aşamalarında fayda sağlayabilecek, spesifik bulgular elde etmektir. Bu bağlamda AS hastalarının, temkinli yürüme özelliğini yansıtan, yürüme analizi verileri elde edilmiştir. Elde ettiğimiz sonuçların, daha önce yapılan az sayıdaki çalışmalar ile beraber literatüre katkı sağlayacağını düşünmekteyiz.

Çalışmamızda uzaysal zamansal yürüme analizi parametrelerinden AS'li hastalarda sağlıklı kontrol grubuna göre adım genişliği artmıştır, sağ-sol adım uzukları, çift adım uzunluğu, sağ yüklenme fazı, sol tek destek fazı, yürüme hızı verileri azalmıştır. Literatürde AS hastaları ile yapılan yürüme analizi verilerini karşılaştırıdığımızda yürüme hızında ve adım uzunluklarında azalma çalışmamız sonuçları ile uyumlu çıkmıştır. Elde ettğimiz verilerle AS hastalarında düşme riskine karşı temkinli yürüme özelliği, literatürü desteklemektedir.

AS'li hastalarda ölçümünü yaptığımız YTK ve VAM değerleri açısından kontrol grubuna göre istatiksel olarak anlamlı bir fark çıkmamıştır. AS hastalarında YTK parametrelerinden F1 max ve F2 max değerleri kontrol grubundan daha düşük, T1 max ve T2 max değerleri ise daha yüksek bulunmuştur. AS'lilerde kontrol grubuna göre VAM'a ait kelebek diagramı parametrelerinden sağ-sol yürüme çizgisi değerleri daha yüksek, sol tek destek çizgisi değeri daha düşük, sağ tek destek çizigisi değerleri daha yüksek, ön-arka pozisyon değerleri daha düşük, lateral simetri değerleri daha yüksek olarak bulunmuştur. AS'li hastaların YTK'ları ve VAM'ları ile ilgili bir çalışmaya literatür taramalarımızda rastlanmamıştır.

Ankilozan spondilit'li hastalarda üç boyutlu hareket analiz yöntemi kullanarak uzaysal zamansal yürüme analizi parametrelerini ortaya koyduğumuz çalışmamız, literatürde bu cihazın kullanımıyla yapılan ilk çalışma olarak kabul edilebilir. Kullanımı kolay olan bu yöntem AS hastalarında normatif veri oluşturması açısından önemlidir. AS hastalarından elde ettiğimiz bu veriler literatüre katkı sağlayacaktır.

ÖZET

Çalışmamızın hedefi, ankilozan spondilit hastalarının uzaysal zamansal yürüme parametrelerinin, sağlıklı bireylere göre sapmalarını tespit etmek, bu doğrultuda standart bir ankilozan spondilit yürüme paterni elde etmektir. Yaş ortalamaları, sırasıyla 39,06 ve 39,04 olan, 50 ankilozan spondilit hastası ve 40 sağlıklı gönüllü ile yapılan çalışmamızda, yürüme analizleri, yer tepkime kuvveti ve basınç merkezi kelebek diyagramı verilerinin ölçümlerinde**,** iki adet Zebris FDM System Type FDM 1.5 kuvvet platformu kullanılmıştır. Analizler, yalınayak, gözler bir noktaya odaklanarak, iki kuvvet platformu üzerinden üç defa yürütülerek yapılmıştır. Ankilozan spondilit hastaları Trakya Tıp Fakültesi Fizik Tedavi Polikliniği tarafından takipli hastalardı. Bu hastalardan 21 kişi anti-TNF alfa tedavisi, 21 kişi steroid olmayan anti inflamatuar ilaç tedavisi, 1 kişi steroid olmayan anti inflamatuar ilaç ve salozoprin tedavisi almaktaydı. 7 kişi ise herhangi bir tedavi görmemekteydi.

Üç boyutlu bilgisayarlı yürüme analizleri sonrasında, ankilozan spondilit hastaları ile sağlıklı normal bireylerden oluşan kontrol grubu kıyaslandığında, elde edilen uzaysal zamansal yürüme parametrelerinden adım genişliğinde artma, sağ-sol adım uzunluğu, çift adım uzunluğu, sağ yüklenme fazı ve sol tek destek fazı parametrelerinde azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Geri kalan uzaysal zamansal parametrelerdeki farklılıklar istatiksel olarak anlamlı değildi. Ayrıca yer tepkime kuvveti'ne ait verilerde ve basınç merkezi kelebek diagramı verilerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark ortaya çıkmamıştır. Adım genişliğinin artışı, literatürde ankilozan spondilit'li hastalarda var olan temkinli yürüyüş eğilimi ile uyumlu çıktı. Bundan başka, ankilozan spondilit hastalarının

aldıkları ilaç tedavilerinin, ankilozan spondilit hastalarının kalça ve omurga tutulumlarının bu sonuçlarda etkili olduğunu düşünmekteyiz.

Anahtar kelimeler: Ankilozan spondilit, yürüme analizi, uzaysal zamansal, kuvvet platformu

COMPARISON OF GAIT ANALYZES OF PATEINTS WITH LONG-TERM ANKYLOSING SPONDYLITIS WITH NORMAL INDIVIDUALS USING A THREE-DIMENSIONAL MOTION ANALYSIS METHOD

SUMMARY

The aim of our study is to determine the spatial temporal gait parameters of ankylosing spondylitis patients according to their healthy individuals, to obtain a standard ankylosing spondylitis gait pattern in this direction. Two Zebris FDM System Type FDM 1.5 force platforms were used in the measurements of gait analysis, ground reaction force and center of pressure butterfly diagrams in our study with age mean of 39,06 and 39,04 respectively, with 50 ankylosing spondylitis patients and 40 healthy volunteers. The analyzes were made barefoot, with eyes focused on one point, and walked three times over two force platforms. Ankylosing spondylitis patients were trained by the Physical Therapy Policlinic of Trakya Medical Faculty. Among these patients, 21 patients received anti-TNF alpha treatment, 21 patients received non-steroid anti-inflammatory drug treatment, and 1 patient received non-steroid anti-inflammatory drugs and salazopyrin therapy. Seven patients did not receive any treatment.

After three-dimensional computerized walking analyzes, when the ankylosing spondylitis patients and control group consisting of healthy normal subjects were compared, increase in the step width, decrease in the right-left step length, double step length, right loading phase and left single support phase parameters of the obtained spatial temporal gait parameters were statistically significant ($p < 0.05$). The differences in the remaining spatial temporal parameters were not statistically significant. In addition, there was no statistically

significant difference between data of ground reaction force and center of pressure butterfly diagram parameters. The increase in the step width coincided with the leaning tendency in the literature for ankylosing spondylitis patients. Furthermore, we think that medication treatments of ankylosing spondylitis patients are effective in these outcomes of hip and spinal involvement of ankylosing spondylitis patients.

Key words: Ankylosing spondylitis, gait analysis, spatial temporal, force platform

KAYNAKLAR

1. Braun J, Sieper J. Ankylosing spondylitis. The Lancet 2007;369(9570):1379-90.

2. Zebouni L, Helliwell P, Howe A, Wright V. Gait analysis in ankylosing spondylitis. Ann Rheum Dis 1992;51(7):898-9.

3. Del Din S, Carraro E, Sawacha Z, Guiotto A, Bonaldo L, Masiero S, et al. Impaired gait in ankylosing spondylitis. Med Biol Eng Comput 2011;49(7):801-9.

4. Cigali BS, Uluçam E. 3D Motion Analysis of Hip, Knee and Ankle Joints of Children Aged Between 7-11 Years During Gait. BMJ 2011;2011(2).

5. Uluçam E, Cığalı BS. Measurement of normal lumbar spine range of motion in the college-aged Turkish population using a 3D ultrasound-based motion analysis system. BMJ 2009;2009(1).

6. Standring S. Gray's anatomy. 39 ed. İspanya: Elsevier Limited; 2005.

7. Özaras N, Yalçın S, Yavuzer G, Gök H. Yürüme analizi. İstanbul Avrupa Tıp Kitapçılık 20015-20.

8. Arıncı K EA. Anatomi 3ed. Ankara: Günes Kitabevi,; 2001.

9. Snell RS Klinik Anatomi. 6 ed. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 2004.

10. Cibulka M. Understanding sacroiliac joint movement as a guide to the management of a patient with unilateral low back pain. Manual Therapy 2002;7(4):215-21.

11. Cohen SP. Sacroiliac joint pain: a comprehensive review of anatomy, diagnosis, and treatment. Anesth Analg 2005;101(5):1440-53.

12. Phillips A, Pankaj P, Howie C, Usmani A, Simpson A. Finite element modelling of the pelvis: inclusion of muscular and ligamentous boundary conditions. Medphysweb 2007;29(7):739-48.

13. Majumder S, Roychowdhury A, Pal S. Variations of stress in pelvic bone during normal walking, considering all active muscles. TIB and AO 2004;17(2):48-53.

14. Daniel M, IgliC A, Kralj-IgliC V. The shape of acetabular cartilage optimizes hip contact stress distribution. J Anat 2005;207(1):85-91.

15. Wooley PH GM, Radin EL. . A Textbook of Rheumatology. 15 ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.

16. Akdere H. Diz ve Ayak Bileği Eklemlerinin Hareket Genişliklerinin Ölçümü. Fırat Tıp Dergisi 2011;16(1):011-4.

17. Bachtar F, Chen X, Hisada T. Finite element contact analysis of the hip joint. Bio Eng Comput 2006;44(8):643-51.

18. Vane A, Veronika K-İ, Aleš İ, Borut P. Hip biomechanics in orthopaedic clinical practice. Cell Mol Biol Lett 2002;7(2):312.

19. Andriacchi TP, Hurwitz DE. Gait biomechanics and the evolution of total joint replacement. Gait & Posture 1997;5(3):256-64.

20. Kaku N, Tsumura H, Taira H, Sawatari T, Torisu T. Biomechanical study of load transfer of the pubic ramus due to pelvic inclination after hip joint surgery using a three-dimensional finite element model. J Orthop Sci 2004;9(3):264-9.

21. Üstüner Y. Total Diz Artroplastisi Erken Dönem Sonuçları. Tıp Uzmanlık Tezi, Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul 2006.

22. Enercan M. Total Diz Artroplastisi Orta Dönem Sonuçlarımız. İstanbul: Dr Lütfi Kırdar Kartal Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Uzmanlık Tezi 2004.

23. Gürer G, Seçkin B. Diz Biyomekaniği. Romatizma 2001; Cilt: 16(Sayı 2).

24. Goldblatt JP, Richmond JC. Anatomy and biomechanics of the knee. Operative Techniques in Sports Medicine 2003;11(3):172-86.

25. Abboud R. (i) Relevant foot biomechanics. Current Orthopaedics 2002;16(3):165-79.

26. Aktaş N. Yetişkin Türk Kadın ve Erkeklerinde Ayak Yapısının Plantogramla İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, TC Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Morfoloji ABD, Edirne 1991.

27. M.Yıldırım. Yetişkin Türk Kadın ve Erkeklerinde Ayak (pes) Ölçüleri [Uzmanlık Tezi]. İstanbul1984.

28. Aquino A, Payne C. Function of the plantar fascia. The foot 1999;9(2):73-8.

29. Bartold SJ. The plantar fascia as a source of pain—biomechanics, presentation and treatment. Jbmt 2004;8(3):214-26.

30. Ozan H. Anatomi. 2. baskı. Ankara: Klinisyen Tıp Kitapevleri 2005192-4.

31. Yıldırım M. Resimli sistematik anatomi: Nobel Tıp Kitabevleri; 2013.

32. Bozer C. Genç erişkinlerde günlük aktivite sırasında yapılan bazı hareketlerin kinetik analizi Kinetic analysis of some movements performed during daily activities of young adults. 2007.

33. Gökmen FG. Sistematik anatomi. İzmir: Güven Kitabevi 20038-10.

34. Gage JR. Gait analysis in cerebral palsy: Mac Keith Press; 1991.

35. Whittle MW. Gait analysis: an introduction: Butterworth-Heinemann; 2014.

36. Gage JR. An Essential Tool in the Treatment of Cerebral Palsy. Clin Orthop Relat Res 1993;288126-34.

37. 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.

38. Ayyappa E. Normal Human Locomotion, Part 1: Basic Concepts and Terminology. JPO 1997;9(1):10-7.

39. Erdoğmuş B, Tüzün Ş. Yaşlılarda yürüme kinematiği. Turkish Journal of Geriatrics 2001;4(1):33-9.

40. Capaday C. The special nature of human walking and its neural control. Trends in Neurosciences 2002;25(7):370-6.

41. Begg R, Sparrow W, Lythgo N. Time-domain analysis of foot–ground reaction forces in negotiating obstacles. Gait & posture 1998;7(2):99-109.

42. Panjabi MM, White AA. Biomechanics in the musculoskeletal system: Churchill Livingstone; 2001.

43. DeLisa JA, Gans BM, Walsh NE. Physical medicine and rehabilitation: principles and practice: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.

44. Rosenbaum D, Becker HP. Plantar pressure distribution measurements. Technical background and clinical applications. Foot and Ankle Surgery 1997;3(1):1-14.

45. Farley CT, Ferris DP. 10 Biomechanics of Walking and Running: Center of Mass Movements to Muscle Action. Exercise and Sport Sciences Reviews 1998;26(1):253-86.

46. Õunpuu S. Terminology for clinical gait analysis. Rep Amer Acad Cerebral Palsy Developmental Medicine Gait Lab Committee 19941-20.

47. Beyazova M, Kutsal Y. Fiziksel tıp ve rehabilitasyon. Güneş Kitabevi 2016;32920.

48. Özgöçmen S. Romatoloji El Kitabı. Ankilozan spondilit ve Spondiloartropatiler Veri Medikal Yayıncılık 2008145-213.

49. Guillemin F, Briançon S, Pourel J, Gaucher A. Long-term disability and prolonged sick leaves as outcome measurements in ankylosing spondylitis: possible predictive factors. Arthritis & Rheumatism 1990;33(7):1001-6.

50. Bakland G, Nossent HC, Gran JT. Incidence and prevalence of ankylosing spondylitis in Northern Norway. Arthritis Care & Research 2005;53(6):850-5.

51. Arnett F. Ankylosing spondylitis. Arthritis and allied conditions A textbook of rheumatology, 13th edn Williams & Wilkins, Baltimore 19971197-208.

52. Hochberg MC SA, Smolen JS, Weinblatt ME,, MH W. Romatoloji. Ankara: Rotatıp; 2011.

53. Braun J, Kiltz U, Baraliakos X, van der Heijde D. Optimisation of rheumatology assessments—the actual situation in axial spondyloarthritis including ankylosing spondylitis. Clin Exp Rheumatol 2014;32(5 Suppl 85):S96-S104.

54. Gensler LS, Ward MM, Reveille JD, Learch TJ, Weisman MH, Davis JC. Clinical, radiographic and functional differences between juvenile-onset and adult–onset ankylosing spondylitis: results from the PSOAS cohort. Ann Rheum Dis 2008;67(2):233-7.

55. Çeliker R. Ankilozan Spondilit: Klinik özellikleri. Romatizma 2000;15(1):15-21.

56. Smale S, Natt RS, Orchard TR, Russell AS, Bjarnason I. Inflammatory bowel disease and spondylarthropathy. Arthritis & Rheumatism 2001;44(12):2728-36.

57. Rudwaleit M, Landewe R, Van der Heijde D, Listing J, Brandt J, Braun Jv, et al. The development of Assessment of SpondyloArthritis international Society classification criteria for axial spondyloarthritis (part I): classification of paper patients by expert opinion including uncertainty appraisal. Ann Rheum Dis 2009;68(6):770-6.

58. Van Tubergen A, Weber U. Diagnosis and classification in spondyloarthritis: identifying a chameleon. Nat Rev Rheumatol 2012;8(5):253-61.

59. Rudwaleit M, Van der Heijde D, Khan M, Braun J, Sieper J. How to diagnose axial spondyloarthritis early. Ann Rheum Dis 2004;63(5):535-43.

60. Dagfinrud H, Hagen KB, Kvien TK. Physiotherapy interventions for ankylosing spondylitis. The Cochrane Library 2008.

61. Bakland G, Gran JT, Nossent JC. Increased mortality in ankylosing spondylitis is related to disease activity. Ann Rheum Dis 2011;70(11):1921-5.

62. Yılmaz A. Artistik anatomi açısından genç Türk erkeklerinde bazı vücut proporsiyonları. 2006.

63. Kalron A, Frid L. The “butterfly diagram”: A gait marker for neurological and cerebellar impairment in people with multiple sclerosis. Jns 2015;358(1):92-100.

64. Zebris FDM software user manual. Isny im Allgäu Germany 2015.

65. Cigali B, Ulucam E, Yilmaz A, Cakiroglu M. Comparison of asymmetries in ground reaction force patterns between normal human gait and football players. BiolSport 2004;21(3):241-8.

66. Öztürk E, Ataman Ş, Yavuzer G. Ankilozan spondilit’te yürüyüş bozukluklarinin bilgisayarli yürüme analizi ile değerlendirilmesi.

67. Piao MX, Xue ML, Jiang MS, Hu MJ, Li MG. Three-dimensional gait analysis as a potential and quantifiable measurement in the clinical evaluation of ankylosing spondylitis. JMMB 2016;16(02):1650001.

68. Weiss RJ, Wretenberg P, Stark A, Palmblad K, Larsson P, Gröndal L, et al. Gait pattern in rheumatoid arthritis. Gait & posture 2008;28(2):229-34.

69. Eppeland S, Myklebust G, Hodt-Billington C, Moe-Nilssen R. Gait patterns in subjects with rheumatoid arthritis cannot be explained by reduced speed alone. Gait & posture 2009;29(3):499-503.

70. Mills PM, Barrett RS. Swing phase mechanics of healthy young and elderly men. Human Movement Science 2001;20(4):427-46.

71. Hausdorff JM, Rios DA, Edelberg HK. Gait variability and fall risk in community-living older adults: a 1-year prospective study. Arch Phys Med Rehabil 2001;82(8):1050-6.

72. Valderrabano V, Nigg BM, von Tscharner V, Stefanyshyn DJ, Goepfert B, Hintermann B. Gait analysis in ankle osteoarthritis and total ankle replacement. Clin Biomech 2007;22(8):894-904.

73. Lemke MR, Wendorff T, Mieth B, Buhl K, Linnemann M. Spatiotemporal gait patterns during over ground locomotion in major depression compared with healthy controls. Journal of Psychiatric Research 2000;34(4):277-83.

74. Allet L, Armand S, Golay A, Monnin D, De Bie R, De Bruin E. Gait characteristics of diabetic patients: a systematic review. Diabetes Metab Res Rev 2008;24(3):173-91.

75. D’Angelo MG, Berti M, Piccinini L, Romei M, Guglieri M, Bonato S, et al. Gait pattern in Duchenne muscular dystrophy. Gait & posture 2009;29(1):36-41.

76. Nadkarni NK, Mawji E, McIlroy WE, Black SE. Spatial and temporal gait parameters in Alzheimer's disease and aging. Gait & posture 2009;30(4):452-4.

77. Jiménez JMH, García-Molina VAA, Foulquie JMP, Fernández MD, Hermoso VMS. Spatial-temporal parameters of gait in women with fibromyalgia. Clinical Rheumatology 2009;28(5):595-8.

78. Lai PP, Leung AK, Li AN, Zhang M. Three-dimensional gait analysis of obese adults. Clinical Biomechanics 2008;23S2-S6.

79. Rao AK, Quinn L, Marder KS. Reliability of spatiotemporal gait outcome measures in Huntington's disease. Movement Disorders 2005;20(8):1033-7.

80. Kuhtz-Buschbeck J, Jöhnk K, Mäder S, Stolze H, Mehdorn M. Analysis of gait in cervical myelopathy. Gait & Posture 1999;9(3):184-9.

81. Vo ML, Chin RL, Miranda C, Latov N. Changes in spatiotemporal gait parameters following intravenous immunoglobulin treatment for chronic inflammatory demyelinating polyneuropathy. Muscle & Nerve 2017.

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 : Pelvis'in ön-arka bölümleri…….....4
Şekil 2 : Ayak kemerleri ……..7
Şekil 3 : Yürümenin evreleri……...16
Şekil 4 : FDM platform……...31
Şekil 5 : Win FDM bilgisayar ölçüm programı……...31
Şekil 6 : Yürüme Analizi…….32
Şekil 7 : Yürüme Analizi…….32
Şekil 8 : Mekansal parametreler……..33
Şekil 9 : Yürüme parametreleri……...35
Şekil 10: Basınç merkezi kelebek diagramı parametreleri……..37
Şekil 11: Yer tepkime kuvveti parametreleri……...38
Şekil 12: Mekansal parametreler……..42
Şekil 13: Zamansal parametreler……..42
Şekil 14: Zaman-faz parametreleri……...43
Şekil 15: Uzay-zaman parametreleri ……...43
Şekil 16: Vücut ağırlık merkezi, kelebek diagramı grafiği……..45
Şekil 17: Yer tepkime kuvveti, kuvvet parametreleri……..46
Şekil 18: Yer tepkime kuvveti, zaman parametreleri……..47

ÖZGEÇMİŞ

28.05.1980'de Mardin'in Midyat ilçesinde dünyaya geldim, İlk, orta ve lise öğrenimimi Hatay'ın İskenderun ilçesinde tamamladım. 2007 yılında İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden mezun oldum. 2007-2008 yılları arasında Muş ilinin Korkut ilçesinde ve 2009-2011 yılları arasında İstanbul Beyoğlu Belediye Başkanlığı Sağlık Müdürlüğü'nde hekim olarak görev yaptım. 2011 yılında ÖYP kapsamında Trakya Tıp Fakültesi'nde doktora eğitimime başladım. Evli ve 2 çocuk babasıyım.

EKLER

EK-1 Etik kurul onayı

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

ARAŞTIRMA BAŞVURUSU ONAYI BAŞVURU BİLGİLERİ	PROTOKOL KODU	TÜTF-BAEK 2015/162	
	PROTOKOL ADI	Üç Boyutlu Hareket Analiz Yöntemi Kullanılarak Uzun Dönem Ankilozan Spondilit'li Hastaların Yürüme Analizlerinin Normal Bireyler ile Karşılaştırılması	
	SORUMLU ARAŞTIRICI ÜNVANI / ADI	Doç. Dr. Enis ULUÇAM	
	ARAŞTIRMA MERKEZİ		
	DESTEKLEYİCİ		
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	Tek Merkez Ulusal	Çok Merkez Uluslararası

KARAR BİLGİLERİ	**Karar No: 14/12** **Tarih:29.07.2015**
	Fakültemiz Anatomi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Doç. Dr. Enis ULUÇAM'ın sorumluluğunda yapılması planlanan ve yukarıda başvuru bilgileri verilen Doktora Öğrencisi Muahmmed PARLAK'ın 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 ödetilmediği 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☐	
Yrd. Doç. Dr. Esin KARLIKAYA Başkan Yardımcısı	Tıp Tarihi ve Etik	T.Ü.T.F. Tıp Tarihi ve Etik A.D.	K	E☐ H☒	E☒ H☐	
Prof. Dr. Ç. Hakan KARADAĞ Üye	Tıbbi Farmakoloji	T.Ü.T.F Tıbbi Farmakoloji A.D	E	E☐ H☐	E☐ H☐	İzinli
Yrd. Doç. Dr. F. Nesrin TURAN Üye	Biyoistatistik	T.Ü.T.F. Biyoistatistik A.D.	K	E☐ H☐	E☐ H☐	Mazeretli
Yrd. Doç. Dr. Hilmi TOZKIR Üye	Tıbbi Genetik	T.Ü.T.F. Tıbbi Genetik A.D.	E	E☐ H☒	E☒ H☐	
Doç. Dr. Hasan ÜMİT Üye	İç Hastalıkları	T.Ü.T.F. İç Hastalıkları A.D.	E	E☐ H☒	E☒ H☐	
Doç. Dr. Selma Arzu VARDAR Üye	Fizyoloji	T.Ü.T.F. Fizyoloji A.D.	K	E☐ H☐	E☐ H☐	Mazeretli
Doç. Dr. Salim DÖNMEZ Üye	İç Hastalıkları	T.Ü.T.F. İç Hastalıkları A.D.	E	E☐ H☐	E☐ H☐	Mazeretli
Prof. Dr. Muzaffer ESKİOCAK Üye	Halk Sağlığı	T.Ü.T.F. Halk Sağlığı A.D.	E	E☐ H☐	E☐ H☐	Mazeretli
Prof. Dr. Koray ELTER Üye	Kadın Hastalıkları ve Doğum	T.Ü.T.F. Kadın Hastalıkları ve Doğum A.D.	E	E☐ H☒	E☒ H☐	
Yrd. Doç. Dr. Rugül KÖSE ÇINAR Üye	Ruh Sağlığı ve Hastalıkları	T.Ü.T.F. Ruh Sağ. ve Has. A.D.	K	E☐ H☒	E☒ H☐	
Doç. Dr. Sevtap HEKİMOĞLU ŞAHİN Üye	Anestezi ve Reanimasyon	T.Ü.T.F. Anestezi ve Reanimasyon A.D.	K	E☐ H☒	E☒ H☐	
Doç. Dr. Atakan SEZER Üye	Genel Cerrahi	T.Ü.T.F. Genel Cerrahi A.D.	E	E☐ H☐	E☐ H☐	
Prof. Dr. Berkan DEMİRAL Üye		T.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	E	E☐ H☒	E☒ H☐	
Avukat Baki KURNAZ Üye		T.Ü. Rektörlüğü	E	E☐ H☐	E☐ H☐	Mazeretli

*Araştırma ile ilişki
**Toplantıda Bulunma

Prof. Dr. Nurettin AYDOĞDU
Dekan a.
Dekan Yrd.

EK-1 Etik kurul onayı