

Dr. C. Burak ERDOĞMUŞ<sup>1</sup>  
Dr. Şansın TÜZÜN<sup>2</sup>

# YAŞLILARDA YÜRÜME KİNEMATİĞİ GAIT KINEMATICS IN ELDERLY

## ÖZET

Yaşlılarda yürüme bozuklukları düşme ve kazaların en önemli sebebidir. Bu bozukluklar ayrıca yaşam kalitesini ve psikososyal durumu negatif yönde etkiler. Yürüme bozukluğunun sıklığı yaşlanmayla birlikte artmaktadır. Yürümedeki değişimler ya doğal yaşlanma süreci ya da altta yatan bir patolojiye bağlı olarak oluşur. Yürüme kinematiğinin bozulmasındaki temel sebep kas kuvvetinin azalması, kas atrofisi, eklemlerdeki dejeneratif bozukluklar, nöromusküler koordinasyon problemleri, görme yetisindeki kayıplar ve postüral değişiklikler gibi çeşitli faktörlerdir. Yaşlılardaki yürüyüş ayrıca sinerji disfonksiyonu ve santral sinir sistemindeki bozukluklardan da etkilenmektedir. Yürüme hızındaki yavaşlama 62 yaşında başlamaktadır. Yaşlılarda düşmeler çok önemli sağlık problemlerine yol açmaktadır. Bunun en önemli nedeni yürüyüş ve dengenin bozulmasıdır. Spesifik rehabilitasyon yöntemlerinin yürüme bozukluklarını düzeltmede pozitif etkisi vardır. Rehabilitasyon ile hastanın dayanıklılığı, dengesi, kemik mineralizasyonu, kardiyopulmoner performansı ve alt ekstremitelerinin kas kuvveti artar. Bu derlemenin amacı yaşlanmayla beraber yürüme kinematiğinde oluşan değişiklikleri irdelemektir.

**Anahtar Sözcükler:** Yaşlılık, Yürüme, Kinematik, Yürüme Analizi.

## ABSTRACT

Gait disorders in the elderly are the major cause of falls and accidents. Those disorders are also a factor that negatively affect the quality of life and psychosocial situation. The prevalence of gait disorders increases with aging. Gait changes may occur as a part of the natural process of aging or may be associated with underlying pathology. The basic reasons of the gait kinematic disorders are recession of muscle strength, muscle atrophy, degenerative joint disorders, neuromuscular coordination problems, visual impairments and postural disturbances. The gait in elderly can be also effected from synergy dysfunction and central nervous system problems. Sixty-two years coincided with an accelerated decline in speed of walking. The special rehabilitation methods has a positive effect in correcting gait disorders. Lower extremity muscle strength, endurance, balance, bone mineralization and cardiopulmoner performance of the patient increase at the end of this special rehabilitation. The aim of this review is to discuss the changes of gait kinematic with aging.

**Key Words:** Elderly, Gait, Kinematic, Gait Analysis.

Gelis: 15.12.2000

Kabul: 02.02.2001

<sup>1</sup>Viyana Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı

<sup>2</sup>İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı-İSTANBUL

İletişim: Dr. Şansın TÜZÜN, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı-İSTANBUL

Tel: (0212) 588 4800

Fax: (0212) 632 0050

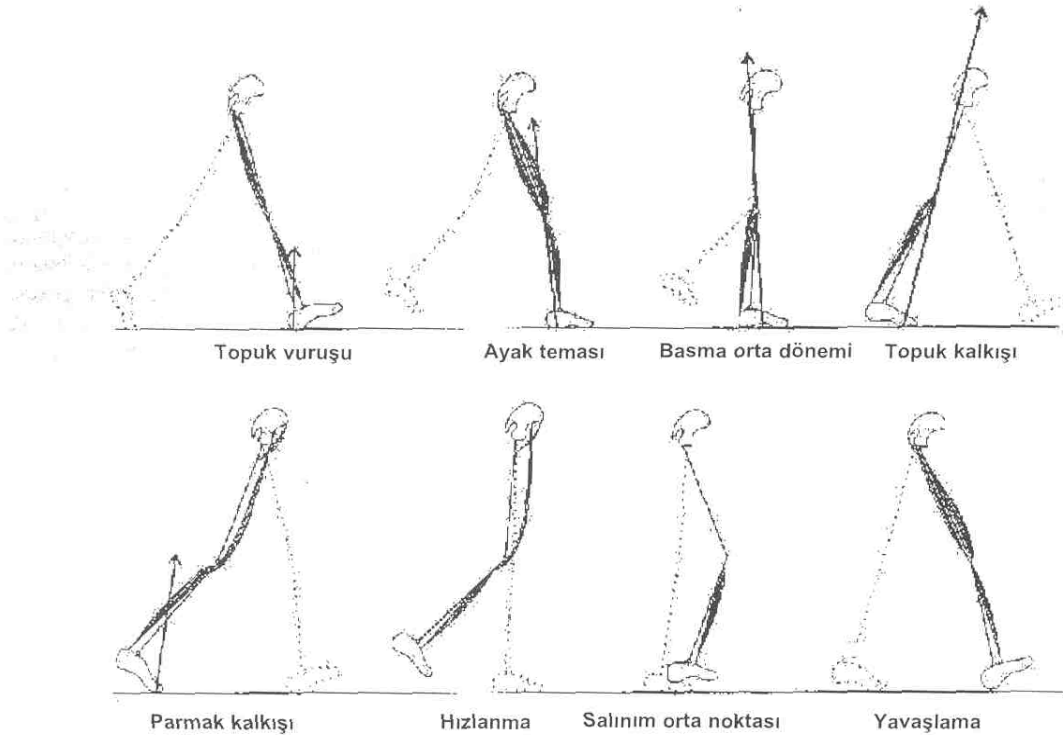
e-mail: sansint@yahoo.com

## GİRİŞ

Yürüme bozuklukları yaşlı insanlarda düşme ve kazaların en önemli sebebi olmasının yanı sıra yaşam kalitesini ve psikososyal durumunu bozan bir etkidir. 65 yaş üzeri kişilerde yürüme bozukluğunun görülme sıklığı %15 iken, 75 yaş üzerinde %25'e kadar çıkmaktadır (1). Bu bozukluğun nedeni spesifik bir hastalık olabileceği gibi genelde yaşlılarda çeşitli faktörlerin bir araya gelmesiyle ortaya çıkmaktadır. Kas kuvvetinin azalması, kas atrofisi, eklemlerdeki dejeneratif değişiklikler, nöromusküler koordinasyonun bozulması, görme yetisindeki kayıplar ve postüral değişiklikler gibi faktörlerin tümü yürüme yetisini etkilemektedir (8,14). Yaşlılarda yürüyüş ayrıca sinerji disfonksiyonu ve santral sinir sistemindeki bozukluklardan da etkilenmektedir. Hayatın 4. dekadından sonra sportif aktivitelerdeki performansta düşme olur. 70 yaş grubundaki koşma dünya rekorları normal rekorların ortalama %66'sı kadardır (8,25). Yürümede yaşa bağlı değişiklikler genellikle 62 yaşın üzerinde ortaya çıkmaktadır. Bu yaşa kadar her dekatta yürüme hızı ve adım uzunluğu erkeklerde %16.1, kadınlarda %12.4 oranında değişirken bu yaştan sonra değişim dekat başına %1 ile %2 arasında olmaktadır (12,21).

Yürüme, her iki bacakta resiprokal tekrarlanan hareketlerin bileşimidir. Bu hareketler her iki bacakta normal şart-

larda beraberce düzenli bir şekilde gerçekleşir. Yürüme sırasında topuğun yere değmesinden sonra aynı topuğun tekrar yere değmesine kadar geçen süreye total yürüme siklusu denir. Bu süre ortalama  $1.03 \pm 0.1$  saniyedir. Yürüme siklusunun basma ve salınım olarak iki fazı vardır. Total yürüme siklusunun %60'ını basma dönemi, %40'ını ise salınım dönemi oluşturur. Basma fazının başlangıcı topuğun yere değdiği zamandır. Bu %0 olarak kabul edilir. Siklusun %2'lik ilk kısmında topuk vuruşu yapılır. Ayak tam yere bastığında periyodun %10'luk kısmı tamamlanır; buna tam ayak teması denir. Ağırlık merkezinin vücudun arkasından öne doğru kaydığı ve periyodun %30'una uyan kısma basma orta dönemi adı verilir. Siklusun %45'ine gelindiğinde salınım geçecek bacağı hızlandırmak amacıyla kalça ve diz fleksiyon yapar. Topuğun yerden kalktığı ve yürüme siklusunun %50'sinin bittiği kısma topuk kalkışı denir. Yürüme siklusunun %60'ına gelindiğinde ayak parmakları yerden tam olarak kalkar, bu noktaya da parmak kalkışı denir. Buradan sonra salınım fazı başlar. Salınımın üç bölümü vardır. Hızlanma, salınım dönemi orta noktası ve yavaşlama. Bunlar sırasıyla yürüme siklusunun %70, %85 ve %100'ne uyar (Şekil 1). Salınım fazının ortasında ayak dorsifleksiyon yapar. Bunun nedeni topuğun parmaklardan önce yere basmasını sağlamaktır (15,18,22).



Şekil-1: Yürümenin fazları ve bu fazların bölümleri (Kerrigan CD, Schufele M, Wen M. Gait Analysis. Rehabilitation Medicine. DeLisa JA (Ed) Lippincott Company Philadelphia,1999; 167-188).

Yürüme analizindeki temel kavramlar şunlardır:

**Çift adım uzunluğu:** Aynı topuğun ard arda iki kez yere değdiği noktalar arası uzaklıktır.

**Adım uzunluğu:** Bir topuğun yere değdiği nokta ile diğer topuğun yere değdiği nokta arasındaki uzaklıktır.

**Kadans (Tempo):** Bir dakikalık zaman içindeki adım sayısıdır.

**Adım açıklığı:** İki ayağın dikey eksenleri arasındaki uzaklıktır.

**Çift destek periyodu:** Her iki ayağın aynı anda yere değdiği zamandır.

Normal yürüme siklusunda vücut hareketi ile ilgili değişik mekanizmalar da bulunmaktadır (10,16):

**Pelvis rotasyonu:** Ayak basma fazında iken kalçada meydana gelen rotasyon hareketi ile vücudun ağırlık merkezinin sadece öne-arkaya değil aynı zamanda yukarı-aşağı hareket etmesi de sağlanır.

**Diz fleksiyon ve ekstansiyonu:** Ayağın basma fazındaki durumuna göre diz ekstansiyon ve fleksiyona gelerek ağırlık merkezinin yukarıya doğru olan hareketini önler.

**Ayak bileği dorsifleksiyon ve plantar fleksiyonu:** Ayak bileği hareketi dizin çizdiği yörüngeyi düzleştirerek diz fleksiyonunun daha etkili olmasını sağlar.

**Vertikal salınım:** Yürüyüş sırasında tek bacak üzerinde durulduğu anda vücudun salınım yapan bacak tarafına düşmemesi için ağırlık merkezinin basan bacak tarafına kayması gerekmektedir. Pelvisin vertikal hareketi bunu sağlayan en önemli etkidir.

Yaşlılarda yürüme kinematığı gençlere göre daha farklıdır. Yaşlı kişilerde normal fizyolojik değerlere göre adım uzunluğu daha kısa, yürüme hızı, yürüme sırasındaki diz ekstansiyon ve fleksiyon açısı, ayak plantar fleksiyonu, yere basma açısı, vertikal salınım ve başın lateral hareketi daha az, adım açıklığı daha fazla ve çift destek fazı daha uzundur (7,19). Yürümede yaşlanma ile ilgili ortaya çıkan değişiklikler Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo-1: Yaşla yürüme kinematığını oluşturan parametrelerdeki değişiklikler

Yürüme hızı	↓	Salınım süresi	↓
Yürüyüş temposu	↓	Çift destek fazı	↑
Adım açıklığı	↑	Yere basma açısı	↓
Adım uzunluğu	↓	Ayak plantar fleksiyonu	↓
Kalça fleksiyonu	↑	Vertikal salınım	↓
Diz ekstansiyonu	↓	Başın lateral hareketi	↓
Diz fleksiyonu	↓		

↓ Azalma ↑ Artma → Değişmemiş

Motor gücün azalması ile yaşlıların adımlarını sürükleyerek kısa ve yalpalayıcı şekilde yürümesini Fransız klinisyenleri Petren yürüyüşü olarak isimlendirmişlerdir (17). Bu nedenle yaşlılarda yapılan yürüme analizleri spesifik klinik muayene, yürüme hızı ölçümü, denge ve fonksiyonel yürüme kinematığını içermelidir.

Yürüme analizi yapılırken çeşitli yöntemlerden yararlanılır(10,16,18,22):

**1. Vizüel analiz:** İlk kullanılan ve en basit yürüme analiz yöntemidir. Yürüyüşün hiçbir alet kullanılmadan sadece göz ile incelenmesi esasına dayanır. Hemen hemen hiç bir hesaplama yapılmaması ve kayıt imkanının olmaması, gözün yürümenin bütün inceliklerini fark edememesi, gözlemin tamamen yapının deneyim ve bilgisine dayanması bu yöntemin dezavantajlarıdır (18,22).

**2. Video analizi:** Yürüyüşün video teybe kayıt edilerek daha sonra izlenmesi esasına dayanır. Teknolojisi yüksek video cihazları yardımıyla yürüyüşün incelikleri incelenir. Yaşlı kişilerin yürüme analizlerinin yapılabilmesi açısından uygun bir yöntemdir. Görüntü üzerindeki sabit noktalar kullanılarak adım uzunluğu, yürüyüş hızı ve adım sayısı hesaplanabilir. Vertikal salınım ve eklem açıları gibi üç boyutlu verilere ihtiyaç olan parametrelerin hesaplanması bu yöntemle yapılamaz (16,22).

**3. Ayak basınçlarının ölçümü:** Bazen yürüme analizlerinde ayak tabanındaki gerçek kuvvet dağılımının bilinmesi gerekmektedir. Bunun için çeşitli ölçüm yöntemlerinden yararlanılır. En basit yöntem cam bir plaka üzerine basım yapılmasıdır. Sayısal değerler elde edilemese de ayak tabanındaki renk değişimlerinden basınç dağılımı hakkında bilgi elde edilir (10). Diğer bir yöntem ise pedobarografi (lastik yüzeyli basınç plakası) yöntemidir. Normal yürüme sırasında bu plakanın üzerine basılmakta ve veriler alttan kamera ile ölçülerek, bilgisayara aktarılmakta ve basıncın büyüklüğüne göre bilgisayar ekranında çeşitli renkler meydana gelmektedir (Şekil 2). Bu renklere göre ayakta basınç dağılımı tespit edilmektedir. Bu yöntem ayak basınçlarını ölçmede en iyi yöntem olmasına rağmen, özellikle yaşlı hastalar, plakaya basacakları sırada normal yürüme paternlerini değiştirmekte ve bu da yanıltıcı sonuçlara yol açmaktadır (16, 22).

**4. Eklem açılarının Ölçümü:** Çeşitli ölçüm şekilleri vardır. Elektrogoniometre bunlardan biridir. Yürüme sırasında eklem açılarının doğrudan ölçümünde kullanılmaktadır. Temel olarak elektrogoniometrenin iki ucu eklem iki ekstremitesine bağlanmakta, değişen elektriksel direnç bir devre yardımı ile ölçülmekte ve açısal değişimler hesaplanmaktadır. Ölçüm için anatomik eksenler bulunmalı ve referans noktası tam olarak saptanmalıdır. Özellikle yaşa bağlı deformiteleri olanlarda (valgus ve varus gibi) anatomik eksenler tam olarak saptanamayacağı için referans noktası bulunamaz. Bu da ölçümü imkansız kılar (15,10).



Şekil-2: Pedobarografi ölçümü sonucu bilgisayara aktarılan ayak basıncı örneği (Viyana Tıp Fakültesi, Yürüme analiz laboratuarı).

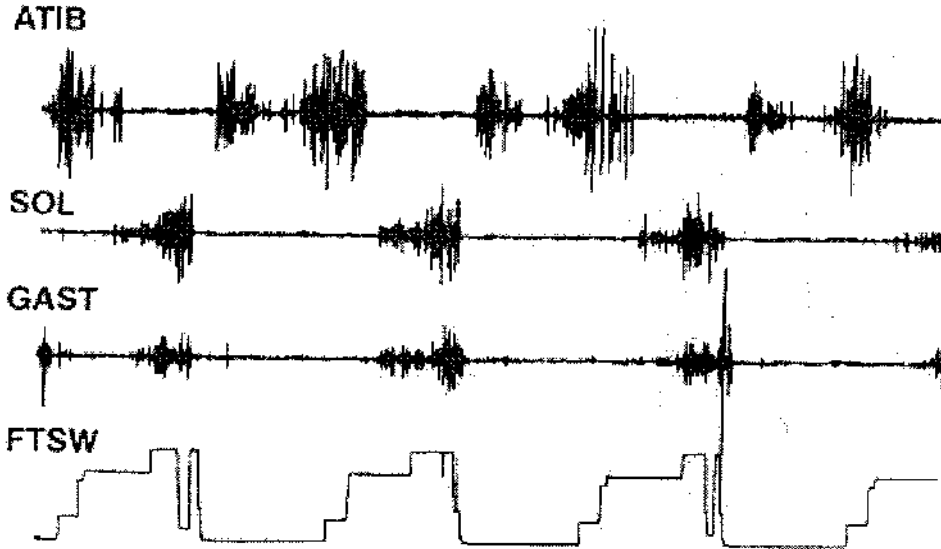
**5. Yüzeysel elektromiyografi:** Hareket sırasında kasların aktivitelerinin tek tek ölçülmesi elektromiyografiyle (EMG) mümkün olmaktadır. Yürüme analizi sırasında kaslara yapıştırılan yüzeysel elektrodlarla ölçüm yapılmaktadır (10). Toplanan kasılma verileri ya bir kablo ya da bir anten yardımıyla toplayıcı bilgisayardan ekrana yansıtılmaktadır (Şekil 3). Bu yöntemde çok fazla sayıda kablo kullanıldığı için özellikle yaşlılar ve çocuklar kablolarla takılıp yere düşebilmederler (16).

**6. Asselerometer:** Yürümedeki hızlanmayı ölçerek yürüme hızındaki değişim oranını saptar (22). Yaşlılarda kullanımı problemsizdir.

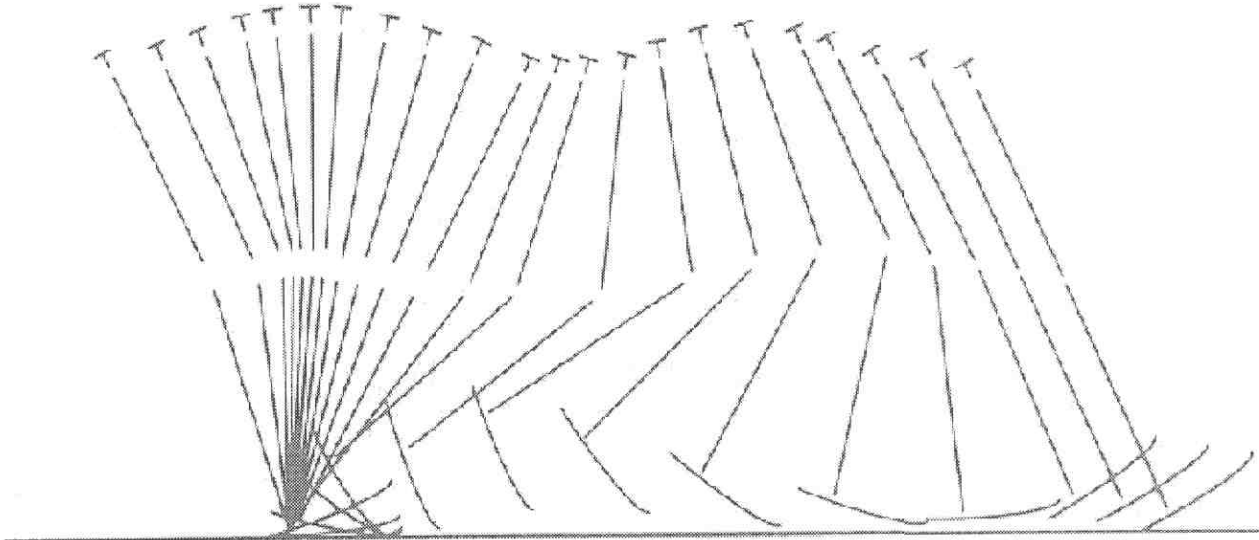
**7. Üç boyutlu işaretleme sistemi:** Yansıtıcı malzeme ile kaplanmış küreler vücudun belli noktalarına konmakta, bunların yaydığı ışınlar özel kameralarla tespit edilip bilgisayara aktarılmakta ve bilgisayarın yarattığı animasyonlarla yürüme analizi yapılmaktadır (Şekil 4). Vertikal salınım ve eklem açıları gibi üç boyutlu verilere ihtiyaç olan parametreler bu yöntemle hesaplanabilir (16,22).

Gerek genç gerekse yaşlı bireylerin yürüme analizlerinin en iyi yapıldığı sistem yukarıdaki parametrelerin birleşiminden oluşan veri toplama sistemidir. Bu sistemde en az 4 kızıl ötesi ışık toplayan kamera, açı ölçümü için reflektörler, ayak basıncı için pedobarografi, kas aktivitelerinin ölçümü için EMG, veri toplama istasyonu ve yeterli programlar yüklenmiş bilgisayar bulunmalıdır.

Ferrandez'in çalışmasında yürümenin kinematik parametreleri (yürüme hızı, adım uzunluğu, adım açıklığı, siklus



Şekil-3: Yürüme analizi sırasında yüzeysel elektromiyografi sonucu elde edilen kas potansiyelleri. ATIB: Tibialis anterior kası, SOL: Soleus kası, GAST: Gastrokinemius kası, FTSW: Ölçüm yapılan ayaktaki salınım fazı (Viyana Tıp Fakültesi, Yürüme analiz laboratuarı).

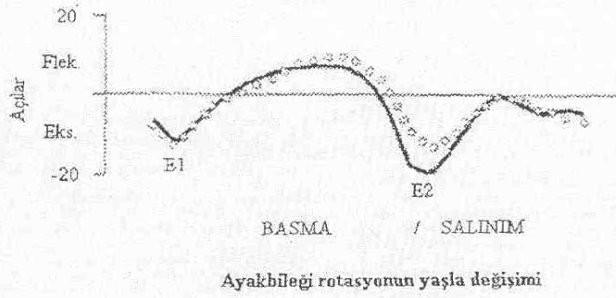
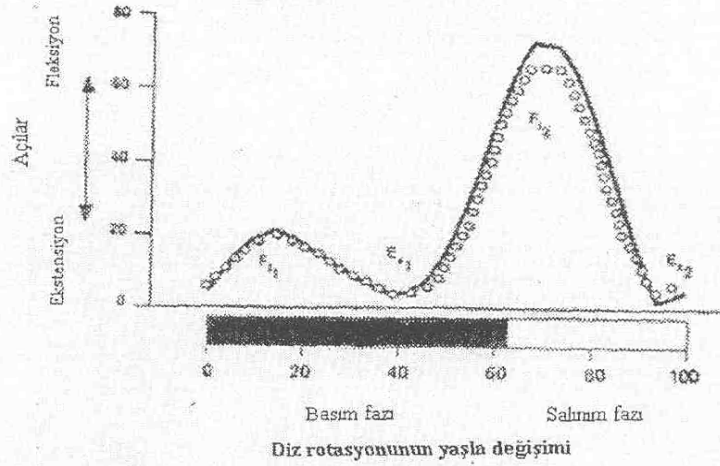


Şekil-4: Özel yansıtıcılarla elde edilen yürüme analizinin bilgisayar eşliğindeki animasyonu (Viyana Tıp Fakültesi, Yürüme analiz laboratuvarı).

zamanı, salınım fazı ve çift destek fazı) değerlendirilerek, yürüyüşün yaşla değişimi araştırılmıştır. Burada normal ve hızlı yürüyüş paterni incelenmiş ve yaşla birlikte adım uzunluğunda kısalma ve çift destek fazında artma bulunmuştur (7).

70 yaşın üstündeki sağlıklı kadınların yürüyüşünün erkeklere göre yavaş ancak adım sayılarının daha fazla olduğu bulunmuştur. Yaşlı insanlarda adım uzunluğu, yürüme hızı, yürüyüş temposu, diz ve kalçanın açılma hızları vücudun vertikal salınımı, omuz ve dirsek hareket açıklıkları azalırken, adım açıklığı, yürüyüş sırasında başın lateral hareketi ve ayak baş parmağı sürümünün ise arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca salınım fazındaki diz fleksiyonu, parmak kalkışı sırasındaki plantar fleksiyon ve vertikal salınım 65 yaş üzerinde anlamlı derecede farklı bulunmuştur (19) (Şekil 5). Benzer bir çalışma 23 yaşlı ve 12 genç kadın üzerinde Finley FR ve arkadaşları tarafından yapılmış ve her iki grubun yürüme paternleri benzer bulunsada, yaşlıların diz, ayak bileği ve subtalar eklem hareket açıklıklarının daha az olduğu ve bunu kompanse edebilmek için ise kalça hareketlerini arttırmaya yöneldikleri tespit edilmiştir (8). Erkeklerde yürüme hızını etkileyen tek faktörün yaş, kadınlar da ise yaş, boy ve fiziksel aktivite olduğu bildirilmiştir. Erkeklerde boy ve yaşın, kadınlarda ise sadece boy uzunluğunun adım uzunluğunu etkileyen faktörler olduğu saptanmıştır (25). Yaşları 60 ile 80 ve 20 ile 40 arasında değişen 30'ar kişilik iki ayrı grupta iki boyutlu video ile yapılan 6 metrelik yürüme analizinde; iki grup arasında diz ekstansiyonu, adım uzunluğu ve yürüme hızları arasında anlamlı farklar bulunmuştur. Yaşlılarda diz ekstansiyonunun daha az, yapıldığı ve adımlarının daha kısa olduğu izlenmiştir (24).

Yaşlılık yürüme hızı ve adım açıklığını etkiler ancak yürüyüş temposunda değişim yapmaz (8). Yaşlılarda çift destek periyodu uzar, hızlanma fazı yavaşlar ve yere basış açısı azalır. Yürüyüşteki bu değişimin nedeninin yaşlıların %78'inde görülebilen romatizmal ve artritlik değişiklikler olduğu düşünülmektedir (20). Genç ve yaşlı popülasyon arasında bulunan yürüme hız farkı yürüme karakterini etkileyen en önemli faktördür. 73 kişilik bir yaşlı grubunda yapılan bir başka çalışmada demografik, muskuloskeletal, nörolojik, psikolojik etkenlerin ve eğitimin yürüyüşle ilişkisi incelenmiş, sonuç olarak kuadriseps ve kalça fleksör kaslarının kuvveti, lumbosakral kolon ve alt ekstremitte bozuklukları ile eğitimin yürüme hızını etkiledikleri bulunmuştur (2). Yürümede yaşla ilgili ortaya çıkan değişikliklerin yaşlıların sosyal yaşamlarıyla da ilgili olduğu belirtilmiştir. Günlük yaşamlarında aktif olan yaşlıların yürüme hızları ortalaması 0.931 m/s iken, genellikle evlerinde oturan inaktif yaşlılarda 0.399 m/s bulunmuştur (13). Yürümeyi etkileyen diğer bir faktör ise kişinin psikolojik durumudur. Yaşlıların psikososyal durumlarının iyileştirilmesi yürüyüş kalitesini olumlu yönde etkilemektedir. Yaşları 63 ile 82 değişen kişilerde yapılan bir çalışmada denekler iki gruba ayrılmış, bir gruba moral verici diğer gruba moral bozucu konuşma yapılarak yürüme analizleri incelendiğinde; pozitif yönde motive edilen yaşlıların yürüme hızları ve salınım süreleri anlamlı derecede artarken diğer grupta değişim olmamıştır (11). Mobilite ile denge parametrelerini inceleyen çalışmalarda; yürüme fonksiyonları bozuk olan kişilerde denge parametrelerinin bir çoğunun normalden farklı olduğu bulunmuştur. Özellikle görme alanı ve ayak bileği fleksör ve ekstansör kas kuvvetleri gibi dengeyi direk



o Yaşlı insanlar — Genç insanlar

Şekil-5: Yürüyüş siklusunda diz ve ayak bileği kinematığının yaşla değişimi. (Meisser SP. Osteoarthritis of the knee and associated factors of age and obesity; Effect on gait. Med Sci sports Exerc 1994; 26: 1446-1452)

olarak etkilenen faktörlerde ilerleyen yaşla birlikte azalma görülmüştür (4).

Yaşlılarda düşmeler çok önemli sağlık problemlerine yol açmaktadır. Bunun en önemli nedeni yürüyüş ve dengenin bozulmasıdır. Bu yüzden yaşlı insanlarda yürüme çok dikkatli bir şekilde değerlendirilmeli, denge ve yürüyüşü bozan faktörler ortaya konulmalıdır. Yaşlı insanlarda yürümeye yönelik rehabilitasyon bu kişilerin düşme potansiyellerini azaltır. Yürümeye yönelik rehabilitasyon birçok faktörü içerir (17). Öncelikle hastalarda denge bozukluğu, ağrı, eklem instabilitesi, kontraktür, ankiloz, postüral instabilite, kas kuvveti ve tonusu azalması gibi yürümenin nor-

mal özelliklerini bozacak etkenlerin olup olmadığına bakılır (9). Gerekirse yürüyüş koltuk değneği veya baston ile desteklenir (5). Düzenli egzersiz uygulanması yürüme rehabilitasyonun en önemli basamağıdır (17). Egzersiz sonucu hastanın dengesi, kas kuvveti ve dayanıklılığı, kemik mineralizasyonu, kardiyopulmoner performansı artar (5). Düzenli egzersiz yapan yaşlıların normal popülasyona göre kan basıncı düşük, kardiyak debileri yüksek, kalp atım hızları yavaş ve Vo<sub>2</sub> maksimum düzeyleri daha yüksek bulunmuştur (3). 60-70 yaş grubunda 6 ay süreyle uygulanan aerobik egzersizlerin Vo<sub>2</sub> maksimum değerini %30 oranında artırdığı saptanmıştır (23), Aerobik aktivitenin bu denli artırılması çok önemlidir çünkü yürüyüş için harcanan enerji,

total aerobik kapasitenin büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Ayrıca aerobik performansın artırılması hastanın bağımsızlık düzeyini ve kendine olan güvenini de artırır (4). Ayrıca artmış kalp debisi senkoba bağlı yürüme problemlerini azaltır (9). Alt ekstremitte kaslarının kuvvetlendirilmesi yürüme sırasındaki dengeyi güçlendirir ve düşme ve kaza riskini azaltır. Yürüme eğitimi sırasında basma ve salınım dönemleri ayrı ayrı ele alınmalıdır (17). Yaşlanma ile birlikte vücut fonksiyonlarında çeşitli değişiklikler görülmektedir. Yürümedeki değişim de bunlardan biridir. Bu nedenle yürüme analizi ve yürüme eğitimi geriatric rehabilitasyonun planlanmasında önemli bir basamak oluşturmaktadır.

#### KAYNAKLAR

1. Bobb I, Six P. Evaluating gait disorders in geriatrics. *Ther Umsch* 1991;48:293-300.
2. Chang RW, Dunlop D, Gibbs J, Hughes S. The determinants of walking velocity in the elderly. An evaluation using regression trees. *Arthritis Rheum* 1995; 38:343-350.
3. Cononic CC, Graves JE, Pollock ML et al. Effect of exercise training on blood pressure in 70 to 79 year old men and women. *Med Scien Sport Exercise* 1991; 20:505-511.
4. Duncan PW, Chandler J, Studenski S, Hughes M, Prescott B. How do physiological components of balance affect mobility in elderly men? *Arch Phys Med Rehabil* 1993; 74:1343-9.
5. Dursun H. Yaşlılarda rehabilitasyon uygulamaları. *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*. Beyazova M, Gökçe-Kutsal Y (Ed.) Güneş Kitabevi. Ankara, 2000: 1353-1360.
6. Faulkner JA, Srooks SV, Zerba E. Skeletal muscle weakness and fatigue in old age: underlying mechanism. *Ann Rev Gerontol Geriatr* 1990; 10:147-166.
7. Fernandez AM, Pailhous J, Durup M. Slowness in elderly gait. *Exp Aging Res* 1990; 16(1-2); 79-89.
8. Finley FR, Cody KA, Finizie RV. Locomotion patterns in elderly women. *Arch Phys Med Rehabil* 1969; 50:140-146.
9. Gehlsen GM, Whaley WM. Falls in elderly- Gait. *Arch Phys Med Rehabil* 1990; 71:735-742.
10. Güler HC. Yürüyüş analizi: Temel kavramlar ve uygulama. *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*. Beyazova M, Gökçe-Kutsal Y (Hd.) Güneş Kitabevi. Ankara. 2000: 401-426.
11. Hausdorff JM, Levy BR, Wei JY. The power of agesim on physical function of older persons: reversibility of age-related gait changes. *J Am Geriatr Soc* 1999; 47( 11): 1346-9.
12. Himann JE, Cunningham DA, Rechnitzcr PA, Paterson OH. Age-releated changes in speed of walking. *Med Sci Sports Exerc* 1988; 20:161-168.
13. Imms FJ, Edholm OG. Studies of gait and mobility in the elderly. *Ageand Ageing* 1981; 10:147-156.
14. Kaldor G, Dibattista WJ. *Aging in muscle*, vol 6. New York: Ravn Press, 1979: 1-226.
15. Kerrigan CD, Schufele M, Wen M. *Gait Analysis. Rehabilitation Medicine*. DeLisa JA (Ed) Lippincott Company Philadelphia,1999: 167-188.
16. Kopf A, Nicolakis P. *Gang Analysis. Physikalische Medicine und Rehabilitation* (Ed:Fialka-Moser V) Thieme Verlag. Berlin, 2000: 145-166.
17. Lee M, Itoh M. *Geriatric rehabilitation management. Rehabilitation Medicine*. Goodgold E. (Ed.) The C.V.Mosby Company. St Louis. 1988.
18. Lehmann FJ: *Gait analysis; Diagnosis and management. Kreusen's Handbook of Physical Medicine and Rehabilitation*. Kottke FJ, Stilhvell.GK, Lehmann FJ (Ed.) W.B. Saunders Company. Philadelphia. 1982: 86-101.
19. Meisser SP. Osteoarthritis of the knee and associated factors of age and obesity: Effect on gait. *Med Sci Sports Exerc* 1994; 26:1446-1452.
20. Murray MP, Kory RC, Clarkson BH. Walking patterns in healty old men. *J Gerontol* 1969; 24:169-178.
21. Ostrosky KM, Van Swearingen JM, Burdett RG, Gee Z. A comparision of gait characteristics in young and old subjects. *Phys Ther* 1994; 74(7):637-44.
22. Perry J. *Gait analysis; Normal and pathological function*. Slack Company. NJ, 1992.
23. Seals DR, Hogberg JM, Hurley BF. Endurance training in older man and woman: Cardiovascular responses to exercise. *J Appl Physiol* 1984; 57:1024-1029.
24. Stones MJ, Kozma A. Adult age trends in record running performances. *Exp Aging Res* 1980; 6:407-416.
25. Woo J, Ho SC, Lau J, Chan SG, Yuen YK. Age-associated gait changes in the elderly: pathological and physiological? *Neuro-epidemiology* 1995; 14(2):65-71.