



Tek taraflı deplase eklem içi kalkaneus kırıklı hastalarda özel yapım tabanlığın yürüme üzerine etkisi: Bilgisayarlı yürüme analizi ile değerlendirme

Ali ÖÇGÜDER¹, Haydar GÖK², Cengiz HEYCAN³, Osman TECİMEL¹, Ergin TÖNÜK³, Murat BOZKURT⁴

¹Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Ankara;

²Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Ankara;

³Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Biyomekanik Araştırmalar Laboratuvarı, Ankara;

⁴Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Ankara

Amaç: Bu çalışmanın amacı özel yapım tabanlık kullanımının, deplase eklem içi kalkaneus kırıklı hastalarda yürüme modelini iyileştirip iyileştirmediğini araştırmaktır.

Çalışma planı: Çalışmaya yaş ortalaması 39 (dağılım: 27-51) olan 14 hasta ile (7 erkek, 7 kadın), yaş ortalaması 42 (dağılım: 29-55) olan 11 sağlıklı birey katıldı. Tedavi protokolü, kapalı redüksiyonla veya redüksiyonsuz, immobilizasyonla konservatif tedavi, aktif egzersizler, özel yapım tabanlık giydirilmesi ve prospektif takip basamaklarından oluşuyordu. Tüm hastalar fizik muayene, aksiyel ve yan grafler, bilgisayarlı tomografi ve bilgisayarlı yürüme analizi ile değerlendirildi.

Bulgular: Özel üretilmiş tabanlık kullanımı, tutulmuş ayakta adım ve çift adım uzunlukları ile baştan sona tüm adımın uç değerlerinde belirgin derecede düzelmeye neden oldu ve plantar fleksör momentin ve toplam ayak bileği kuvvetinin artmasını da sağladı. Hastaların büyük çoğunluğu (%71), bilgisayarlı yürüme analizinde önemli mekanik anormalliklere sahipti. Sağlam ayakla karşılaştırıldığında, plantar fleksiyon momenti, toplam ayak bileği gücü, yer tepkime kuvvetlerinin (YTK) dikey komponenti ve toplam sagittal plan salınımı tutulmuş ayakta belirgin derecede azaldı. Plantar fleksiyon momenti, toplam ayak bileği gücü, YTK dikey komponentinin ön-arka ve iç-yan komponentleri, tutulmuş ayakta sağlıklı kontrol grubuna göre belirgin bir şekilde azaldı.

Çıkarımlar: Bu çalışmanın sonuçları, deplase eklem içi kalkaneus kırıklı hastalarda özel yapım tabanlık kullanımının, ekstremitte hareketini ve yük taşımalarını düzelttiğini göstermiştir. Bununla beraber, etkilenmiş ekstremitedeki mekanik anormallikler, normal yürümeye eşdeğer bir yürüme modelinin tekrar elde edilemeyeceğini gösterecek şekilde devam etmektedir.

Anahtar sözcükler: Kalkaneus kırığı; konservatif tedavi; tabanlık; yürüme analizi.

Deplase eklem içi kalkaneus kırıklarının tedavisi tartışılan bir konudur.^[1-4] Cerrahi ve konservatif tedavi yöntemleri, birçok karşılaştırmalı çalışmada araştırılmıştır. Cerrahi tedavinin çoğu yayında savunulmasına

rağmen,^[5-13] uzun dönem sonuçları göz önüne alındığında yüksek oranda yetersiz sonuçlarla neticelendiği görülmüştür. İster cerrahi ister konservatif yöntemlerle tedavi edilmiş olsun, tüm hastaların %15-50'si de-

Yazışma adresi: Dr. Ali Öçgüder. Ümit Mah. 444. Sok. Kermes Sitesi 3. Blok No: 27
06580, Ankara.

Tel: 0312 - 291 25 25 e-posta: aliocguder@yahoo.com

Başvuru tarihi: 17.12.2009 **Kabul tarihi:** 04.02.2011

©2012 Türk Ortopedi ve Travmatoloji Derneği

Bu yazının çevrimiçi İngilizce versiyonu
www.aott.org.tr adresinde
doi:10.3944/AOTT.2012.2401
Karekod (Quick Response Code):



vam eden ağrı, eklem hareket kaybı ve fonksiyonel kayıp şikayetlerine sahiptir.^[14-21] Konservatif tedavi, sıklıkla, önemli derecede yetersizlikle birlikte şiddetli fonksiyonel yetersizliğe neden olmaktadır.^[18] Daha önceki çalışmamızda, çok parçalı eklem içi kalkaneus kırığı nedeniyle konservatif tedavi görmüş hastalarda, ayak bileği ve diz eklemlerini içeren alt ekstremitte biyomekaniklerinde belirgin sapmalar göstermiştik.^[15]

Konservatif tedavi genellikle, elevasyon, buz tedavisi, erken mobilizasyon, plantar arkın döngüsel kompresyonu ve breyslemeden meydana gelmektedir. Özel yapım tabanlıkların kullanımının, topuk yüksekliği ve uzunlamasına arka düzeltmesi, peroneal tendonların dekompresyonunu ve kalkaneal tendonun yapışması için anatomik bir pozisyon sağlaması sayesinde yürüme modelinde düzelmeye neden olduğu ileri sürülmüştür. Konservatif tedavi üzerine kapsamlı çalışmalara rağmen bu tür tedavi kapsamında tabanlık kullanımına dair bir fikir birliği oluşmamıştır.

Hipotezimize göre, konservatif tedavi sırasında özel yapım tabanlık uygulandıktan sonra, etkilenen ekstremitte normal yürüyüştekinе benzer bir yürüyüş modelini tekrar kazanabilmektedir. Bundan dolayı, bu çalışmanın esas amacı, özel yapım tabanlığın deplase eklem içi kalkaneus kırıklı hastalarda yürüyüş modelini düzeltip düzeltmediğini araştırmaktır. İkincil amaç ise kalkaneus kırığı sonrası yürüyüş modelinde kalıcı hale gelen mekanik anormalliklerin tespiti idi.

Gereç ve yöntem

Deplase eklem içi kalkaneus kırığı nedeniyle Mart 2002 ila Mayıs 2003 tarihleri arasında başvuran ve konservatif tedavi edilen 14 hasta (7 kadın, 7 erkek; ortalama yaş: 39±12 yıl; ortalama ağırlık: 74.4±8.6 kg) ile kontrol grubunu oluşturan 11 sağlıklı birey (ortalama yaş: 42±13 yıl; ortalama ağırlık: 71.8±11.5 kg) çalışmaya dahil edildi. Hastalara, belirgin yumuşak doku yaralanması olması, hastanın cerrahi tedaviyi reddetmesi veya sosyal güvencesinin olmaması nedeniyle cerrahi uygulanmadı.

Tedavi protokolü, kapalı redüksiyonla veya redüksiyonsuz breys veya alçı içerisinde immobilizasyondan oluşuyordu. Yaralanmadan 6 hafta sonra, alçı veya breys çıkarılarak ödemin geçmesi durumunda aktif egzersizleri içeren fizyoterapi programı başlatıldı. Sekizinci haftadan sonra yük verdirilmeye başlandı. Egzersiz programı ayaklar iç rotasyonda, tam karşıya bakarken ve dış rotasyonda iken parmak ucunda yükselme hareketleri ve ayak bileğinin dorsifleksör kaslarının izometrik kasıldığı hareketlerden oluşuyordu. Hastaların öğretilen egzersizleri, her seferinde 10 kere olmak üzere günde 3 ila 5 sefer yapmaları istendi.

Her hasta son takip vizitinde fizik muayene, aksiyel ve yan grafler, bilgisayarlı tomografi ve bilgisayarlı yürüme analizi ile değerlendirildi. Klinik sonuçlar, Kaikkonen skoru ve ağrı seviyesi, aktivite kısıtlanması, destek kullanma, hareket kısıtlılığı ve dizilimden oluşan 100 puanlık ayak bileği-arka ayak skoru kullanılarak değerlendirildi. Ayak bileğinin sagittal plandaki eklem hareket açıklığı, hasta yüzüstü pozisyonda yatarken malleol seviyesine yerleştirilen gonyometre ile ölçüldü. Frontal plandaki subtalar eklem hareket açıklığı, diz çöker pozisyonda ayak bileğini nötral fleksiyon-ekstansiyonda tutarken ölçüldü. Topuğu ikiye bölen çizgi yerleştirildikten sonra, kalkaneal aksın nötral pozisyonda açılma sapması maksimum inversiyon ve eversiyonda ölçüldü.

Tabanlıklar, (University of California Biomechanics Laboratory) UCBL ortezinin modifiye bir formu amaçlanarak, her hastanın etkilenen ayağına tam oturtulmak üzere kişiye özel yapıldı. Öncelikle, hastanın her iki ayağı malleoller de kaplayacak şekilde alçıya alındı. Daha sonra, hastaya, alçı sertleşinceye kadar ayaklarının üzerinde durması söylendi. Bu arada, kalkaneusun invertede durup durmadığı ve metatars başlarının yerle temas halinde olup olmadığı kontrol edildi. Alçı tamamen sertleşmesinin ardından çıkarıldı ve negatif model elde edildi. Sıvı bir alçı karıştırılarak pozitif model elde etmek üzere negatif model üzerine döküldü. Pozitif model, subtalar eklemi nötral pozisyonda tutmak üzere törpüldü ve pozitif model üzerindeki bazı düzeltmelerden sonra hastanın kilosuna bağlı olarak polietilenin kalınlığı 3-4 mm arasında belirlendi. Polietilen materyal, pozitif model üzerinde 180 °C sıcaklıktaki özel bir fırında kalıplandı. Model üzerinden kaldırılan kalıp her hastanın ayak karakteristiğine göre tıraşlandı (Şekil 1). Medial ark, stabiliteyi artırmak üzere poliform ile dolduruldu ve topuk, kalkaneusun aksiyel kaymasını önlemek üzere çukurlaştırıldı. Hastalar, tabanlığı, topuk yüksekliği 2 cm'den az olmayan ve parmak ucunda yükselmeye ve plantar fleksiyona yardımcı olmak üzere ön ayak kavisine sahip bir spor ayakkabı içinde kullandılar.

Bilgisayarlı yürüme analizi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Biyomekanik Araştırma Laboratuvarı, Ankara, Türkiye'de gerçekleştirildi. Yürüme analizi sistemi, 6 Ikegami (Ikegami Tsushinki Co. Ltd., Tokyo, Japonya) şarj kuplajlı cihaz (charge-coupled device, CCD) kamerası ve 2 Bertec (Bertec Corp., Columbus, OH, ABD) kuvvet plaklarından oluşuyordu. Kuvvet plakları, 5 metrelik yürüyüş parkurunun ortasında aşamalı şekilde dizildi. Hareketi 50 Hz'de yakalayabilmek için işaretleyiciler geri yansıtıcı maddeyle kaplanmış ve kameralara, özel olarak üretilmiş ki-

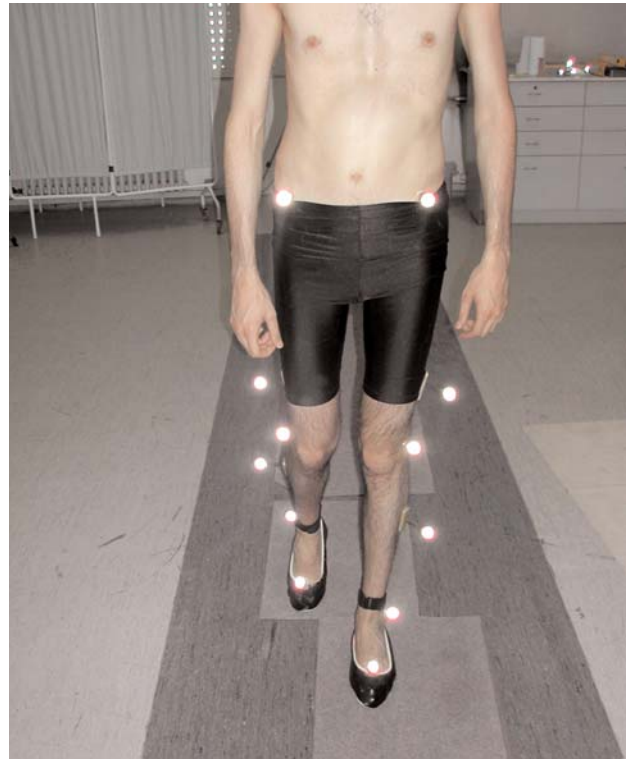


Şekil 1. (a, b) Özel yapım tabanlığın görüntüleri. [Bu şekil, derginin www.aott.org.tr adresindeki çevrimiçi versiyonunda renkli görülebilir]

zılötesi ışık problemleri monte edildi. Kinematik datayı elde etmek için, geri yansıtıcı işaretleyiciler her iki alt ekstremitenin şu anatomik noktalarına yerleştirildi: Anterior superior iliak spina, pelvisin arka orta noktası, kalça, diz, tibia ortası, ayak bileği ve 2. metatars (Şekil 2).

Her bir yürüme analizi programı, kinematik kayıt sisteminin kalibrasyonu ile başladı. Veri toplama sırasında hastalar 5 metrelik parkurda kendi istedikleri hızda önce breys takılmadan ayakkabı içerisinde, sonra da özel yapım tabanlık giydirilerek yürütüldü. Tüm hastalara yürüme analizi öncesinde 2 hafta boyunca tabanlık kullanılarak tabanlıkla yürümeye alışmaları sağlandı. Her bireye, kuvvet plaklarına sürekli ve doğal bir temas sağlanıncaya kadar yürüyüş denemeleri yaptırıldı. Sonunda her bireyde 3 başarılı deneme kaydedildi. Bu denemeler sırasında 13 işaretleyicinin her biri için üç boyutlu yürüme koordinatları ve her kuvvet plağı üzerindeki birbirine dik 3 kuvvet ve 3 moment komponentleri simultane olarak kaydedildi. Hastalara istedikleri takdirde denemeler sırasında dinlenebilecekleri belirtildi. Kontrol grubundaki tüm bireylere, yürüyüş parkuru üzerinde kendi istedikleri bir hızda yürümeleri söylendi.

Zaman-mekansal (adım uzunluğu, çift adım uzunluğu, adım süresi, çift adım süresi, tempo ve duruş oranının yüzdesi, tek ve çift bacak desteği) ve kinematik parametreler (topuk vuruşu ve son duruş sırasında ayak bileği dorsifleksiyonu, itme sırasındaki ayak bileği plantar fleksiyonu, toplam sagittal plan salınımı) hesaplandı. Dikey, ön-arka ve iç-dış yönlerdeki yer tepkime kuvvetleri (YTK) belirlendi. Ayak ile yer arasındaki kuvvet bileşelerinin dikey (F1, F2, F3), ön-arka (F4, F5, F6) ve iç-yan (F7, F8, F9) bileşenlerinin uç değerleri hesaplandı (Şekil 3).



Şekil 2. Kişi laboratuvarında işaretleyicilerle yürürken görülüyor. [Bu şekil, derginin www.aott.org.tr adresindeki çevrimiçi versiyonunda renkli görülebilir]

Ortalama ve standart sapma kullanılarak süreklilik gösteren değişkenler için tanımlayıcı istatistik elde edildi. Tutulumlu, sağlam ayaklar ve kontrol grubu ayakları, sayısal değişkenler için Wilcoxon, Student's t ve Mann-Whitney U testleri kullanılarak karşılaştırıldı. Yer tepkime kuvvetleri, karşılaştırma yapabilmek üzere vücut

ağırlık yüzdesi ile normalize edildi. İstatistiksel analiz SPSS 9.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) kullanılarak yapıldı. İstatistiksel anlamlılık 0.05 seviyesinde belirlendi.

Bulgular

Dokuz hastada sağda ve 5 hastada solda kırık mevcuttu. Hastalar için ortalama takip süresi 32 (dağılım: 21-44) ay idi. Ortalama subtalar eklem hareket açıklığı, tutulumlu ayakta inversiyon için $14.4 \pm 4.6^\circ$ (dağılım: 5° - 20°) ve eversiyon için $3.2 \pm 5.6^\circ$ (dağılım: 10° - 12°) idi. Yüz puanlık ayak bileği-arka ayak skoruna göre, klinik sonuçlar bir hastada (%7) iyi, 3 hastada (%21) orta ve 10 hastada (%71) kötü şekildeydi. Kaikkonen ve ark.^[22] tarafından tanımlanan ayak bileği skoruna göre ise 6. ayda değerlendirilen hastaların ortalama skoru 71.8 ± 32.6 (dağılım: 15-100) değeriyleydi.

Özel yapım tabanlık kullanımı sonrası yürüme analizi, adım ve büyük adım uzunluklarında belirgin yükselme gösterdi (Tablo 1). Kinematik parametrelerde belirgin bir değişiklik yoktu. Yer tepkime kuvvetlerinin analizi, ön-arka bileşeninin (F4, F6) uç değerlerindeki belirgin yükseklik haricinde tutarlı olmayan değişiklikler gösterdi (Tablo 2, Şekil 3).

Tabanlık giyilen etkilenmiş ayak sağlam ayakla karşılaştırıldığında itme sırasındaki ayak bileği plantar fleksi-

yonu, topuk vuruşu sırasındaki ayak bileği dorsifleksiyonu ve son duruşta belirgin farklılık yoktu (Tablo 1). Toplam sagittal plan salınımı, tutulumlu ayakta anlamlı derecede düşüktü. Duruş fazı, tek bacak veya çift bacak desteği yüzdelerinde belirgin değişiklik yoktu. Plantar fleksiyon momenti, toplam ayak bileği gücü ve YTK'lerin dikey bileşeni (F3) etkilenmiş ayakta anlamlı derecede düşüktü (Tablo 2, Şekil 3).

Hasta ve kontrol grubu tempo, adım ve büyük adım uzunluğu ve tek bacak desteği yüzdesi açısından karşılaştırıldığında hasta grubunda belirgin derecede düşüktü (Tablo 1). Hasta grubu tutulumlu ayakta daha yüksek adım ve büyük adım zamanı, toplam sagittal plan salınımı, plantar fleksiyon momenti, toplam ayak bileği gücü, YKG dikey (F3), ön-arka (F5, F6) ve iç-dış (F7) bileşenleri değerlerine sahipti (Tablo 2, Şekil 3)

Tartışma

Travmatik topuk yaralanmasına sahip hastalar, ağrıyı önlemek için ilk ayak vuruşunda ön ayağı kullanmaya daha çok meyillidirler.^[23] Bu ilk ayak teması sırasında plantar fleksiyona neden olabilmektedir. Bununla birlikte, bu parmak yürüyüş modeli bizim hastalarımızda gözlenmedi. Çalışmamızdaki hastaların çoğunluğu (%71), kalıcı fonksiyonel yetersizliği gösteren düşük

Tablo 1. Hastalar ve kontrol grubu bireylerinin zaman-mekansal, kinematik ve kinetik analizi.

Parametreler	Kalkaneus kırığı olan hastalar			
	Tutulumlu ayak		Sağlam ayak (n=14)	Kontrol bireyleri (n=14)
	Tabanlıksız (n=14)	Tabanlıklılı (n=14)		
Yürüyüş hızı (m/s)	0.93±0.24	0.96±0.28 [†]	0.95±0.28	1.24±0.18
Adım uzunluğu (m)	0.54±0.09*	0.56±0.08 [†]	0.53±0.12	0.65±0.07
Çift adım uzunluğu (m)	1.05±0.19*	1.09±0.20 [†]	1.09±0.20	1.29±0.13
Adım zamanı (s)	0.60±0.10	0.60±0.09 [†]	0.58±0.08	0.52±0.03
Çift adım zamanı (s)	1.17±0.16	1.19±0.15 [†]	1.20±0.15	1.06±0.07
Tempo (adım/dk)	103.07±12.17	101.57±11.60 [†]	101.00±11.20	113.91±7.14
Tek bacak desteği (%)	77.98±3.23	78.13±3.41 [§]	78.22±4.17	80.54±2.09
Çift bacak desteği (%)	21.93±3.46	21.96±4.04	21.87±4.10	19.46±2.09
Duruş fazı (%)	63.92±1.62	63.66±3.38	63.58±1.84	62.17±1.68
Ayak bileği DF ¹ (derece)	-1.39±5.61	-1.83±6.33	-2.10±6.47	-0.73±5.76
Ayak bileği DF ² (derece)	11.32±3.99	11.08±4.27	11.59±5.35	13.41±5.29
Ayak bileği PF ¹ (derece)	-6.08±6.49	-6.87±8.31	-10.60±8.48	-10.65±5.10
Ayak bileği salınımı (derece)	18.35±4.58	19.43±3.85 ^{††}	23.90±5.19	24.07±5.09
Ayak bileği PF momenti (Nm/kg)	84.29±23.28	87.19±21.61 ^{†§}	107.89±16.54	110.7±17.77
Toplam ayak bileği gücü (Watt/kg)	140.98±62.25	142.55±55.60 ^{††}	198.94±53.44	247.6±60.65

Değerler ortalama±SS olarak verilmiştir. Momentler ise vücut ağırlığı yüzdesi olarak verilmiştir. DF¹: Topuk vuruşu sırasında dorsifleksiyon, DF²: Geç duruşta dorsifleksiyon, PF¹: İtme sırasında plantar fleksiyon. *Tutulumlu ayakta tabanlık kullanımı sonrası değişiklik anlamlıdır (p<0.05); [†]Sağlam ayakla karşılaştırıldığında anlamlı fark var (p<0.05); ^{††}Kontrol grubu ayaklar ile karşılaştırıldığında anlamlı fark var (p<0.01); [§]Kontrol grubu ayaklar ile karşılaştırıldığında anlamlı fark var (p<0.05).

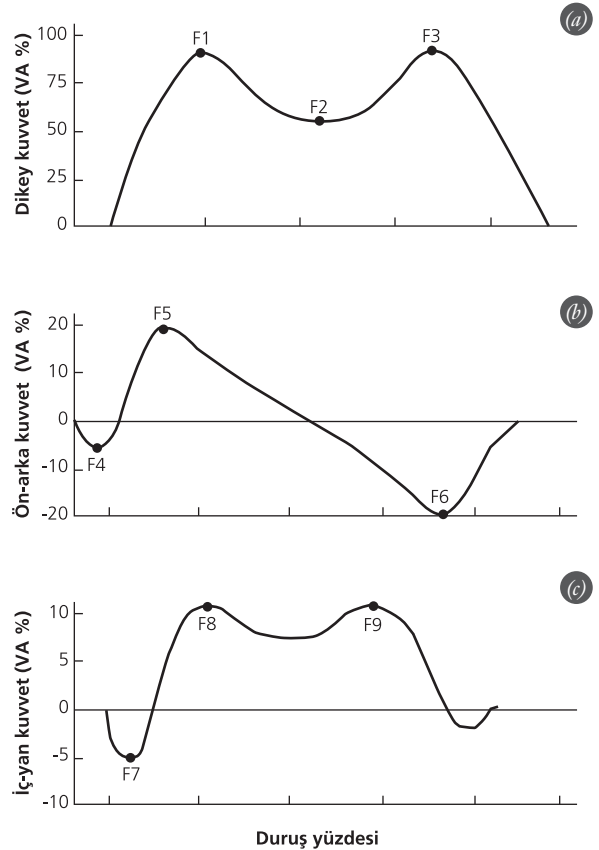
Tablo 2. Hasta ve kontrol gruplarında yer tepkimesi kuvvetleri analizi.

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Hastalar									
Sağlam ayak	104.9±8.0	79.0±7.3	105.8±4.5	3.5±1.5	15.3±1.5	16.7±3.8	3.7±1.5	6.5±1.1	7.4±2.2
Tutulumlu ayak									
Tabanlıksız	102.0±8.5	82.7±4.1	99.4±6.5	2.5±2.3	13.0±2.6	13.4±2.8	4.0±1.3	7.2±1.3	7.7±2.5
Tabanlıklı	103.5±7.0	80.4±4.1	99.3±5.1	4.3±2.6	14.7±2.6	15.1±3.0	3.1±1.8	7.3±1.2	7.8±1.8
Kontrol bireyleri									
Kontrol ayağı	107.1±9.8	74.9±8.3	106.1±7.2	4.0±3.9	16.9±5.3	18.2±3.1	5.3±2.7	6.5±1.2	6.9±1.4
P değeri									
Sağlam ayakla karşılaştırılmış tutulumlu ayak	0.441	0.314	0.011 [†]	0.678	0.208	0.214	0.208	0.086	0.441
Tabanlık kullanımı sonrası tutulumlu ayak	0.260	0.110	0.953	0.018 [*]	0.086	0.050 [*]	0.208	0.953	0.594
Kontrol grubu ile karşılaştırılmış tutulumlu ayak	0.453	0.064	0.010 [†]	0.749	0.356	0.020 [†]	0.021 [†]	0.113	0.135

Değerler ortalama±SS olarak verilmiştir. Momentler ise vücut ağırlığı yüzdesi olarak verilmiştir. *Tutulumlu ayakta tabanlık kullanımı sonrası anlamlı fark var (p<0.05). [†]Sağlam ayakla karşılaştırıldığında anlamlı fark var (p<0.05); [‡]Kontrol grubu ayaklarla karşılaştırıldığında anlamlı fark var (p<0.05).

ayak bileği-arka ayak skorlarına sahipti. Bu kayıp, tutulumlu ayakta, belirgin derecede yavaşlamış yürüyüş hızı, azalmış büyük adım uzunluğu, tempo, tek bacak destek yüzdesi ve sagittal plan salınımı değerleri gösteren yürüme analizi sonuçlarıyla doğrulandı. Kitaoka ve ark.^[24] yaralanmış ayak bileğinde, düşük oranda tek bacak desteği ve ayak bileği hareket kısıtlanmasına bir eğilim olduğunu tanımlamış ve yer düzleminde yürüyüş sırasında tüm planlardaki hareketlerde azalma tespit etmişlerdir. Dikkat çekilecek bir nokta olarak, bu değişiklikler kalıcı bir fonksiyonel yetersizliği gösterecek şekilde yaklaşık 6 yıl boyunca devam etmiştir. Bizim bulgularımız da buna benzer olmasına rağmen, bizim sonuçlarımız için, kısıtlı takip sürelerimiz nedeniyle kalıcı fonksiyonel yetersizlik tanımlaması yapılamazdı.

Kalkaneal kırıklar sonrası, YTK bileşenleri ve zamansal mesafe faktörleri, hasta, ayaktaki değişiklikleri telafi etmek amacıyla duruş fazı sırasında, tutulumlu tarafın yük taşımamasını hızlı bir şekilde kestiği müddetçe değişkenlik gösterir. Yer tepkime kuvvetlerinde saptadığımız anormallikler, tutulumlu tarafta daha zayıf bir yürüyüş modelini yansıtmaktaydı. Yürüme analizi sırasında en dikkat çekici bulgular, topuk temasını hemen takiben, yaralanmış ayak bileğinde plantar fleksiyon momentinde ve toplam ayak bileği gücündeki azalmalardı. Bu kinetik değişiklikler yüklenmeye tepki sırasında yük taşımadaki yetersizliği yansıtmakta ve ağrı ve instabiliteye bağlanabilir. Öte yandan, Losch ve ark. bu değişik-



Şekil 3. (a) Dikey, (b) ön-arka ve (c) iç-yan yer tepkime kuvvetlerinin şematik gösterimi.

likleri hareket fazı sırasında herhangi bir noktada, ağrı ve dinlenme davranışı nedeniyle ortaya çıkan adapte olunmuş ve öğrenilmiş hareket modeli olarak açıklamışlardır.^[25]

Kinetik analizde, YTK dikey bileşeninin (F3) sağlam ayak ve kontrol grubu ile karşılaştırıldığında tutulumlu ayakta anlamlı derecede daha düşük olduğu görüldü. Benzer olarak, Kitaoka ve ark.^[24] tutulumlu ayakta F3 bileşenini sağlam ayakta belirgin derecede daha az bulmuşlardır. Dikey YTK eğiminin düzleşmesiyle birlikte F3 bileşeninde azalma, son duruş fazında vücut ağırlığının ön ayağa aktarımında yetersizliğin bir göstergesi olarak açıklanabilir.

Deplase eklem içi kalkaneus kırıklarının konservatif tedavisi kronik topuk ağrısı ve fonksiyonel yetersizlikle sonuçlanabilir. Bunlar, subtalar uyumsuzluk, eklemlerin osteoartrozu, kalkaneus yüksekliğinde azalma, tendon, sinir veya diğer yumuşak dokuların kalkaneofibular sıkışması ve/veya dayanması, valgus veya varus arka ayak, uzunlamasına aksın düzleşmesi ve ezilmiş topuk yastığı sendromuna bağlı olabilir.^[15,17,21]

Teorik olarak, özel yapım tabanlıklar cerrahi dışı tedavi ve eklem içi kırıkların erken mobilizasyonu sonrası topuğun yüksekliğini ve uzunlamasına aksı tekrar sağlayabilir, peroneal tendonların sıkışmasını azaltabilir ve aşıl tendonunun yapışma yerini anatomik bir pozisyona getirebilir. Biz adım ve çift adım uzunluklarında ve ön-arka bileşenlerinin (F4, F6) uç değerlerinde özel yapım tabanlıklar kullanımı ile belirgin bir artış saptadık ki, bu, vücut ağırlığının ön ayağa transferinde iyileşmeyi ve olasılıkla da yeterli yük taşıma imkanı açıklamaktaydı. İstatistiksel olarak anlamlı olmasa da, özel yapım tabanlıkların kullanımı, çalışmamızda plantar fleksiyon momenti ve toplam ayak bileği gücünün artmasına neden olmuştur. Bu, ilk temas sırasında daha fazla enerji depolanmasını ve baş parmak itiş sırasında da daha fazla güç üretilmesini yansıtmaktadır.

Bulguların değerlendirilmesinde ifade edilmesi gereken bazı kısıtlamalar da bulunmaktadır. İlk olarak, göreceli olarak düşük örneklem miktarı çalışmanın gücünü düşürebilir. Bazı yürüyüş parametrelerinde gözlemlenen belirgin olmayan değişiklikler Tip 2 hata olarak dikkatli bir şekilde değerlendirilmelidir. Bundan dolayı, sonuçlarımız daha büyük örneklem ölçülerine sahip ileri çalışmalarla desteklenmelidir. İkincisi, hastalarımızı uzun dönem bilgisayarlı yürüme analizi ile tekrar değerlendirmedik. Bu, tabanlıklar kullanımıyla elde edilen yararlı etkilerin uzun ömürlülüğü konusundaki soruları artırmaktadır. Üçüncüsü, bu çalışma, tabanlıklar kullanımının yürüyüş parametreleri üzerindeki erken etkisini

ortaya çıkarmak üzere tasarlanmıştır. Tabanlıklar sayesinde elde edilen yararlı mekanik etkilerin orta dönemde devam edip etmediği veya bireysel seviyelere (örneğin; maluliyet, yaşam kalitesi) taşınıp taşınmadığına ait sorular cevapsız kalmıştır.

Sonuç olarak, mevcut bulgular özel yapım tabanlıkların kullanımının bacak hareketlenmesi ve yük taşınmasını düzelttiğini göstermekle birlikte, mekanik anormallikler yaralanmadan 2.5 yıl sonrasında bile devam etmektedir ve etkilenmiş bacak, normal yürümedekine benzer bir yürüyüş modelini elde edecek kadar iyileşmemektedir.

Çıkar Örtüşmesi: Çıkar örtüşmesi bulunmadığı belirtilmiştir.

Kaynaklar

1. Barei DP, Bellabarba C, Sangeorzan BJ, Benirschke SK. Fractures of the calcaneus. *Orthop Clin North Am* 2002;33:263-285.263-85.
2. Eastwood DM, Phipp L. Intra-articular fractures of the calcaneum: why such controversy? *Injury* 1997;28:247-59.
3. Sanders R. Displaced intra-articular fractures of the calcaneus. *J Bone Joint Surg Am* 2000;82:225-50.
4. Sanders R. Intra-articular fractures of the calcaneus: present state of the art. *J Orthop Trauma* 1992;6:252-65.
5. Barla J, Buckley R, McCormack R, Pate G, Leighton R, Petrie D, et al.; Canadian Orthopaedic Trauma Society. Displaced intra-articular calcaneal fractures: long-term outcome in women. *Foot Ankle Int* 2004;25:853-56.
6. Bèzes H, Massart P, Delvaux D, Fourquet JP, Tazi F. The operative treatment of intraarticular calcaneal fractures: indications, technique, and results in 257 cases. *Clin Orthop Relat Res* 1993;(290):55-9.
7. Hutchinson F 3rd, Huebner MK. Treatment of ocalcis fractures by open reduction and internal fixation. *Foot Ankle Int* 1994;15:225-32.
8. Paul M, Peter R, Hoffmeyer P. Fractures of the calcaneum. A review of 70 patients. *J Bone Joint Surg Br* 2004;86:1142-5.
9. Randle JA, Kreder HJ, Stephen D, Williams J, Jaglal S, Hu R. Should calcaneal fractures be treated surgically? A meta-analysis. *Clin Orthop Relat Res* 2000;(377):217-27.
10. Rodriguez-Merchan EC, Galindo E. Intra-articular displaced fractures of the calcaneus: operative vs non-operative treatment. *Int Orthop* 1999;23:63-5.
11. Sanders R, Fortin P, DiPasquale T, Walling A. Operative treatment in 120 displaced intra-articular calcaneal fractures. Results using a prognostic computed tomography scan classification. *ClinOrthopRelat Res* 1993;(290):87-95.
12. Tennent TD, Calder PR, Salisbury RD, Allen PW, Eastwood DM. The operative management of displaced intra-articular fractures of the calcaneus: a two-centre study using a defined protocol. *Injury* 2001;32:491-6.
13. Aşık M, Şen C, Bilen FE, Hamzaoğlu A. Surgical management of intraarticular calcaneus fractures. [Article in Turkish] *Acta Orthop Traumatol Turc* 2002;36:35-41.

14. Bajammal S, Tornetta P 3rd, Sanders D, Bhandari M. Displaced intra-articular calcaneal fractures. *J Orthop Trauma* 2005;19:360-4.
15. Bozkurt M, Kentel BB, Yavuzer G, Öçgüder A, Heycan C, Tonuk E. Functional evaluation of intraarticular severely comminuted fractures of the calcaneus with gait analysis. *J Foot Ankle Surg* 2004;43:374-9.
16. Catani F, Benedetti MG, Simoncini L, Leardini A, Giannini S. Analysis of function after intra-articular fracture of the os calcis. *Foot Ankle Int* 1999;20:417-21.
17. Crosby LA, Fitzgibbons T. Intraarticular calcaneal fractures. Results of closed treatment. *Clin Orthop Relat Res* 1993; (290):47-54.
18. Kitaoka HB, Schaap EJ, Chao EY, An KN. Displaced intra-articular fractures of the calcaneus treated non-operatively. Clinical results and analysis of motion and ground-reaction and temporal forces. *J Bone Joint Surg Am* 1994;76:1531-40.
19. Lim EV, Leung JP. Complications of intraarticular calcaneal fractures. *Clin Orthop Relat Res* 2001;(391):7-16.
20. Pozo JL, Kirwan EO, Jackson AM. The long-term results of conservative management of severely displaced fractures of the calcaneus. *J Bone Joint Surg Br* 1984;66:386-90.
21. Salama R, Benamara A, Weissman SL. Functional treatment of intra-articular fractures of the calcaneus. *Clin Orthop Relat Res* 1976;(115):236-40.
22. Kaikkonen A, Kannus P, Järvinen M. A performance test protocol and scoring scale for the evaluation of ankle injuries. *Am J Sports Med* 1994;22:462-9.
23. Tang SF, Chen CP, Hong WH, Chen HT, Chu NK, Leong CP. Improvement of gait by using orthotic insoles in patients with heel injury who received reconstructive flap operations. *Am J Phys Med Rehabil* 2003;82:350-6.
24. Kitaoka HB, Crevoisier XM, Harbst K, Hansen D, Kotajarvi B, Kaufman K. The effect of custom-made braces for the ankle and hindfoot on ankle and foot kinematics and ground reaction forces. *Arch Phys Med Rehabil* 2006;87:130-5.
25. Losch A, Meybohm P, Schmalz T, Fuchs M, Vamvakakis F, Dresing K, et al. Functional results of dynamic gait analysis after 1 year of hobby-athletes with a surgically treated ankle fracture. [Article in German] *Sportverletz Sportschaden* 2002;16:101-7.