



SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

OS METATARSALE PİN ANATOMİK VE ORTOPEDİK
ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

BERİN TUĞTAĞ DEMİR

11832018

ANATOMİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

1.DANIŞMAN

YRD. DOÇ. DR. VELİ ÇAĞLAR

2.DANIŞMAN

PROF. DR. İLTER KUŞ

TEZ NO: 2015 / 01

2015 – TEKİRDAĞ

TÜRKİYE CUMHURİYETİ

NAMİK KEMAL ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**OS METATARSALE I'IN ANATOMİK VE
ORTOPEDİK ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

BERİN TUĞTAĞ DEMİR

11832018

ANATOMİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

1.DANIŞMAN

YRD. DOÇ. DR. VELİ ÇAĞLAR

2.DANIŞMAN

PROF. DR. İLTER KUŞ

Tez No: 2015 / 01

2015 - TEKİRDAĞ

KABUL ve ONAY

Namık Kemal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Anatomi Anabilim Dalı Doktora Programı

çerçevesinde Yrd. Doç. Dr. Veli ÇAĞLAR danışmanlığında yürütülmüş bu çalışma,

aşağıdaki jüri tarafından

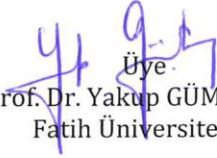
Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi

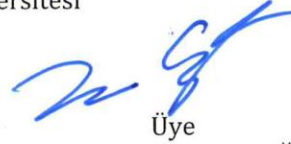
11/03/2015



Jüri Başkanı
Prof. Dr. Oğuz Aslan ÖZEN
Namık Kemal Üniversitesi



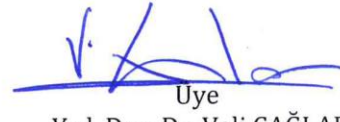
Üye
Prof. Dr. Yakup GÜMÜŞALAN
Fatih Üniversitesi



Üye
Prof. Dr. Tunç KUTOĞLU
İstanbul Medeniyet Üniversitesi



Üye
Doç. Dr. Cevat AKTAŞ
Namık Kemal Üniversitesi



Üye
Yrd. Doç. Dr. Veli ÇAĞLAR
Namık Kemal Üniversitesi

Anatomi Anabilim Dalı Doktora Programı öğrencisi Berin TUĞTAĞ DEMİR'in "Os metatarsale I'in Anatomik ve Ortopedik Özelliklerinin Araştırılması" başlıklı tezi günü saat 'da Namık Kemal Üniversitesi Lisansüstü Eğitim - Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Burhan TURGUT
Enstitü Müdür

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca sürekli beni teşvik eden ve desteğini esirgemeyip büyük bir itina ile eğitimimi devam ettirmeme destek olan danışman hocam sayın Yrd. Doç. Dr. Veli ÇAĞLAR'a,

Altı yıl boyuca asistanlığımı yanında yaptığım ve büyük bir özveri ile her türlü eğitimi veren hocam sayın Prof. Dr. Yakup GÜMÜŞALAN'a,

Bu tezin ortaya çıkmasında çok büyük bir emeği, gayreti ve sabrı olan hocam sayın Prof. Dr. Murat ÜZEL'e

Doktora eğitimimin her basamağında emeği, deneyimleri ve bilgisiyle ufuk açan Dekanımız ve Anabilim dalı başkanımız hocam sayın Prof. Dr. Oğuz Aslan ÖZEN'e,

Eğitimim süresince her konuda yardım ve desteğini gördüğüm hocam sayın Doç. Dr. Ramazan Uygur'a ve bölümümüzdeki bütün asistan arkadaşlarıma,

Tezimi hazırlama aşamasında büyük bir fedakarlık ve özveri göstererek destek olan ve manevi desteğini yanımda hissettiğim eşim'e,

Bütün hayatım boyunca her zaman yanımda olan ve sürekli cesaretlendiren aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Berin TUĞTAĞ DEMİR

2015

ÖZET

OS METATARSALE I'İN ANATOMİK VE ORTOPEDİK ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Çalışmamız Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim dalına çeşitli sebeplerle başvurmuş ve sonradan cerrahi sebeplerle ampute edilen 32 erişkin hastanın alt ekstremiteleri üzerinde yapıldı.

M. peroneus longus ve m. tibialis anterior'un tendonları, insersiyodaki boyutları ölçüldükten tibia, ayak boyu, ayak genişliği ve os metatarsale I'in boyutları ve os metatarsale I'e ait proksimal ve distal eklem yüzü boyutları ölçüldü. Daha sonra ayak anatomik pozisyonda iken horizontal ve sagittal düzlemde Art. metatarsophalangea, metatarsocuneiforme ve naviculocuneiformenin açıları yaklaşık 8-10 cm uzunluğunda bir iğne geçirilerek fotoğrafları çekildi ve corell draw (5.00) programında hesaplandı.

MTEF, MKE ve NKE açıları ise; horizontal planda art. metatarsophalangea'nın kadınlarda 4,5°-10 ° arasında, erkeklerde ise 3,8°-9,9°, art. metatarsocuneiforme'nin kadınlarda 5,1°-12,6°, erkeklerde 2,7°-12,3°, art. naviculocuneiforme'nin ise kadınlarda 2,1°-9,4°, erkeklerde ise 3°-11,4° arasında olduğu görüldü. intermetatarsal açı ise kadınlarda 6°-11,2° erkeklerde ise 5,5°-11° arasında değişiklik göstermekteydi.

Bu tez çalışmasında anatomik ve ortopedik bir bakış açısı ile, m. peroneus longus ile m. tibialis anterior tendonlarının ve insersiyon noktalarının os metatarsale I üzerindeki etkileri, bu etkileşimlerin art. metatarsophalangea, art. metatarsocuneiforme ve art. naviculocuneiforme ile olan bağlantısını araştırmak ve bu analizlerin sonucunun konservatif tedaviyi yönlendirmedeki önemini değerlendirmek amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Os metatarsale I, art. metatarsophalangea, art. metatarsocuneiforme, art. naviculocuneiforme

ABSTRACT

INVESTIGATION OF ANATOMICAL FEATURES AND ORTHOPEDIC OF THE FIRST METATARSAL BONE.

Our study was performed on lower extremities of 32 adult patients who amputated because of surgical reasons at Kahramanmaraş Sutcu Imam University School of Medicine Department of Orthopaedics and Traumatology.

Firstly, M. peroneus longus and m. tibialis anterior's tendon and dimension at insertion were measured. After that, tibia, foot length, foot width, the dimensions and proximal and distal articular surface dimensions of os metatarsal I were measured. While feet anatomical position, angle Art. metatarsophalangea, metatarsocuneiforme and naviculocuneiforme in the horizontal and sagittal plane were photographed by using 8-10 cm. needle. These angles were calculated by using Corell Draw 5.00.

In the horizontal plane, it was found that Art. metatarsophalangea angle is between $4,5^{\circ}$ - 10° in females and $3,8^{\circ}$ - $9,9^{\circ}$ in males and art. metatarsocuneiforme is between $5,1^{\circ}$ - $12,6^{\circ}$ in females and $2,7^{\circ}$ - $12,3^{\circ}$ in males. At the same time, Art. naviculocuneiforme was measured between $2,1^{\circ}$ - $9,4^{\circ}$ in females and 3° - $11,4^{\circ}$ in males. The intermetatarsal angle was varies between 6° - 11.2° in males and 5.5° - 11° in females.

In this dissertation study, investigation of the effects of the tendons of peroneus longus and tibialis anterior muscles and their insertional sites on the first metatarsal bone, as well as the association of those interactions with the metatarsophalangeal, metatarsocuneiform and naviculocuneiform joints and then evaluation of the importance of the results of those analyses in directing the conservative treatment was aimed.

Key Words: Os metatarsale I (first metatarsal bone), art. metatarsophalangea (metatarsophalangeal joint), art. metatarsocuneiforme (metatarsocuneiform joint), art. naviculocuneiforme (naviculocuneiform joint)

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER.....	x
TABLolar	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. EMBRİYOLOJİK GELİŞİM	4
2.2. ANATOMİ	6
2.2.1. Ayak iskeleti.....	6
2.2.2. Ossa metatarsi.....	7
2.2.3. Os metatarsale I	8
2.3. EKLEMLER.....	11
2.4. OS METATARSALE I PATOLOJİLERİ.....	16
2.5. GRAFİ ÖLÇÜMLERİ.....	19
3. MATERYAL VE METOT	23
3.1. VERİLERİN ELDE EDİLMESİ	23
3.2. M. PERONEUS LONGUS VE M. TİBİALİS ANTERİOR'UN DİSEKSİYONU	23
3.3. HORIZONTAL VE SAGİTAL DÜZLEMDE İĞNELERİN YERLEŞTİRİLMESİ VE AÇILARIN ÖLÇÜMÜ.....	25
3.4. OS METATARSALE I'İN DİSEKSİYONU VE ÖLÇÜMÜ.....	31
4. BULGULAR.....	36
4.1. AYAK MORFOMETRİK BULGULARI	36
4.2. PL VE TA TENDON SONUÇLARI.....	37
4.3. OS METATARSALE I'İN MORFOMETRİK SONUÇLARI	40
4.4. MTFE, MKE VE NKE AÇILARI.....	42
4.5. GENEL DEĞERLENDİRME	48

5. TARTIŞMA	55
SONUÇLAR	64
KAYNAKLAR	66

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

D: Distal

DMAA: Distal metatarsal eklem açısı

HVA: Halluks valgus açısı

IMA: Intermetatarsal açı

MTFE: Art. metatarsophalangea

MKE: Art. metatarsocuneiforme

NKE: Art. naviculocuneiforme

TA: M.tibialis anterior

P: Proksimal

PL: M. peroneus longus

PMAA: Proksimal metatarsal eklem açısı

ŞEKİLLER

	Sayfa
2.1. Embriyoda beşinci haftanın sonunda ekstremiteler tomurcuklar oluşmaya başlar	5
2.2 Ayak iskeletinin üstten (dorsalden) görünümü.....	7
2.3 A: Proksimal falanksların bazislerinin proksimalden görünümü.....	8
2.3 B: Metatarsal kemiklerin bazislerinin birbirleriyle ilişkilerinin arkadan görünümü.....	8
2.4. Ayak tipleri.....	10
2.5. Genetik olarak parmak uzunluklarına göre 5 farklı ayak tipi tanımlanmıştır.....	11
2.6. Os metatarsale I'e tutunan kasların tutunma yerleri ve şekilleri.....	13
2.7. Os metatarsale I ve art. metatarsophalangea'yı çevreleyen kaslar.....	14
2.8. Normal ve halluks valguslu ayak.....	18
2.9. A: Art. metatarsophalangealis açısı B: Intermetatarsal açı.....	20
2.10. Metatars başının tipleri A: yuvarlak B: kubbe (Chevron) C: düz.....	22
3.1. Ayağın dorsomedialden görünümü.....	24
3.2. Ayağın plantar yüzden derin plandaki görünümü.....	26
3.3. Eklemlerden geçirilen iğnelerin konumları.....	24
3.4. Metatarslara paralel çekilen horizontal görüntüde intermetatarsal açının ölçümü.....	28
3.5. Horizontal düzlemde MTFE A1 (A), MKE A1 (B), NKE A1 (C) ve	29

	bu üç açının ayak orta hattı ile yaptıkları açıların ölçümü.....	
3.6.	Sagittal düzlemde açıların ölçümü MTFE A1(A), MKE A1(B), NKE A1(C) ve bu üç açının ayak eksenini ile yaptıkları açılarının ölçümü.....	30
3.7.	Metatars ölçümlerinin yapıldığı dijital kumpas.....	31
3.8.	Tendonları ile birlikte çıkarılmış os metatarsale I.....	32
3.9.	Dijital kumpas ile os metatarsale I'in boyunun ölçümü.....	33
3.10.	Os metatarsale I'in korpusunun en ince yerinin ölçümü.....	34
4.1.	Tibia, Ayak boyu, Ayak genişliği ve Os metatarsale I'in karşılaştırılmaları.....	37
4.2.	Horizontal düzlemde MTFE, MKE ve NKE açıları.....	45

TABLOLAR

		Sayfa
3.1.	M. tibialis anterior ve m. peroneus longus'dan alınan parametreler.....	25
3.2.	Os metatarsale I'den alınan parametreler.....	34
4.1.	Tibia, Ayak boyu, Ayak genişliği ve os metatarsale I'in uzunluğu.....	36
4.2.	M. peroneus longus (PL) ve m. tibialis anterior'dan (TA) ölçümler sonucu elde edilen veriler.....	38
4.3.	PL ve TA'da yapılan ölçümlerden elde edilen verilerin ortalamaları.....	40
4.4.	Os metatarsale I'den alınan parametrelerin sonuçları.....	41
4.5.	HORİZONTAL ve SAGİTAL düzlemde MTFE, MKE ve NKE açılarının değerlendirme sonuçları.....	43
4.6.	HORİZONTAL ve SAGİTAL düzlemde os metatarsale I'in ayak yapısındaki eklem açıları.....	44
4.7.	Pearson korelasyon testi ile MTFE, MKE ve NKE açılarının Horizontal ve sagital planda ilişkilerinin belirlenmesi.....	47
4.8.	Bütün parametrelerin birbirleriyle korelasyonları.....	49
4.9.	Os metatarsale I'in bazı önemli değişkenlerle ilişkisi.....	54

1. GİRİŞ

Ayak anatomisi başka hiçbir yapıda görülmeyen bir özelliğe sahiptir. Gerek tarsal kemiklerin dizilimi gerekse metatarsal kemikler arasındaki ilişki vücudun yük ağırlığını yere aktaracak şekilde mekanize edilmiştir. İnsan iskeletini meydana getiren kemiklerin %25'nin (Gülçimen, 2008) ayakta olduğu gözönüne alındığında ayak biyomekaniğinin ne kadar karmaşık olduğu anlaşılabilir (Gülçimen 2008). Ayak iskeletini oluşturan yapılar içerisinde calcaneus ve os metatarsale I diğerlerinden daha özellikli bir yapı gösterirler.

Ayak stabilitesi, uygun eklem yüzleri, eklem kapsülü, ligamentler ve kaslar aracılığıyla sağlanır. Dolayısıyla, belirtilen bu yapılarda meydana gelecek bozukluk ve dengesizlikler ayak stabilitesinin bozulmasına ve deformitelere yol açacaktır. Özellikle os metatarsale I, hem yürüyüş fazında üzerine binen yükten dolayı hem de ayak deformitelerinin birçoğuna neden olmasından dolayı başlıbaşına bir inceleme ve araştırma konusudur. Yürüyüş fazında art. metatarsophalangea'da oluşan tepki kuvveti vücut ağırlığının %80 ile %100'ü kadardır. Yürüyüşün topuk yükselme fazında ise ayak başparmağına binen yük diğer parmakların iki katına tekabül etmektedir (Melvin,1992). Os metatarsale I'in, eklem yüzlerinin şekli, diğer metatarsal kemiklerle meydana getirdiği açı, metatarsophalangeal eklem açısının klinik ve anatomik öneminden dolayı hala birçok araştırmacı için merak edilen ve çalışılan konuların başında gelmektedir. Os metatarsale I benzersiz bir yapıya sahiptir. Stabilite ve dayanıklılık sağlayan intrinsek kas grubunun yanısıra bu kaslara tutunma noktası oluşturan sesamoid mekanizmasına da sahiptir.

Os metatarsale I, diğer metatarslara nazaran daha kısa ve daha geniştir. Plantar yüzünde sesamoid kemiklerin eklem yaptığı iki adet oluk ve bunları birbirinden ayıran bir krista bulunur. Mm. interossei dorsales, m. peroneus longus ve m. tibialis anterior

doğrudan os metatarsale I'e tutunurlar. Art. metatarsophalangea'yı çevreleyen kaslar ise şu şekildedir. Dorsalde m. extensor hallucis longus distal falanksa, m. extensor hallucis brevis ise proksimal falanksa yapışır. M. flexor hallucis longus ve m. flexor hallucis brevis, art. metatarsophalangea'nın plantar yüzünde yer alırlar. M. flexor hallucis brevis'in medial ve lateral başına ait tendonlar sırasıyla medial ve lateral sesamoid kemiklere yapışır. Sesamoid kemikler plantar plate (yastıkçık) vasıtasıyla proksimal falanksın tabanına tutunurlar. M. flexor hallucis longus kendisine ait tendon kılıfının içinde sesamoid kompleksinin plantar tarafında seyrederek distal falanksın tabanına yapışır. M. abductor hallucis ve m. adductor hallucis'in tendonları sırasıyla art. metatarsophalangea'nın plantar tarafında medialde ve lateralde yer alırlar, proksimal falanksın tabanına ve sesamoid kemiklere yapışır. Os metatarsale I'in distalinin plantar yüzünde bir krista tarafından ayrılan iki adet longitudinal oluk bulunmaktadır. Her oluk m. flexor hallucis brevis kası içinde yer alan sesamoid kemikle eklem yapar. Os metatarsale I ve art. metatarsophalangea'yı ilgilendiren deformiteler ayak sorunlarının önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Bunlar halluks valgus, halluks varus, halluks ekstensus (Ahn 1997), dorsal bunyon ve pençe parmaktır (Sung 2010). Yine art. metatarsophalangea'yı ilgilendiren dejeneratif artrit, posttravmatik artrit, inflamatuvar artrit ve halluks rijitus gibi birçok hastalık bulunmaktadır (Simon 2011). Bunların içinde de hem ağrı hem de kozmetik sorunlara yol açması nedeniyle halluks valgus ile diğer hastalıklara nazaran daha fazla karşılaşılmaktadır.

I. metatars boyutlarının ve özellikle uzunluğunun başparmak uzunluğuna etkisi ve bunun diğer parmaklarla ilişkisi; parmak, metatars ve proksimalde orta ayakta bulunan kemiklerin ve eklemlerin birbirleriyle ve ayak tabanı ile olan ilişkisi ayağın anatomik ve iş görme değişkenleridir. Bu değişkenlerin normal değerleri ve patolojik sınırlarının belirlenmesi ayağı ve başparmağı anlamak için çok önemlidir. Yaşayan insanda direkt görüntüleme basit ve çok kullanılan bir yöntem olmasına rağmen çekim güçlükleri, büyütme faktörü, ön ayağın açılı duruşu, yan grafilerde kemik ve eklemlerin üst üste duruşu nedeniyle tam ve doğru olarak değerlendirilememektedir. Gerçek

sonuçlar; yaşı, kilosu ve cinsiyeti bilinen taze donmuş kadavralarda veya ampüte ekstremiteelerde daha sağlıklı bir şekilde ortaya konabilir.

Bu çalışmanın amacı, anatomik pozisyonda iken os metatarsale I'in yer ile olan mesafesini, eklem yüzlerini, diğer metatarslar ile olan ilişkisini, metatarsa tutunan tendonların tutunma yeri ve şekillerini açığa çıkararak klinik bir bakış ile os metatarsale I'in anatomisini ampüte alt ekstremiteelerde incelemektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Embriyolojik Gelişim

İntrauterin hayatta ikinci haftanın sonundan sekizinci haftanın sonuna kadar devam eden süreç “embriyolojik dönem” olarak adlandırılmaktadır. Doku ve organların major gelişim evresi bu dönemdir. Ayrıca kemik- eklemler de bu dönemde gelişmeye başlayıp farklılaşırlar. Klinik olarak ise konjenital iskelet sistemi anomalileri de bu dönemdeki gelişim kusurları ya da duraksamaları sonucunda oluşur. Sekizinci haftadan sonraki dönem ise “fötal dönem” olarak adlandırılmaktadır. Fötal dönemde doğuma kadar olan evrede vücudu meydana getiren organlar ve ekstremiteler hızla gelişme göstermekte ve ekstremitelerde görülen malformasyonların ve sendromların eksternal görünüşleri ortaya çıkmaktadır. Yani vücudu meydana getirecek her biyokimyasal ve fizyolojik olay çok ince bir bütünlük içinde meydana gelmektedir. İskelet sisteminin gelişimi de bu şekilde bir dizi olayın birbirini izlemesiyle gerçekleşmektedir.

Ekstremiteler gevşek mezenşimal dokudan kaynaklanıp alt ekstremitte ilk defa intrauterin hayatın 28.-29. günleri arasında oluşmaya başlar (Sadler 1990). Mezenşimal dokunun çoğalması ve farklılaşması ekstremitte tomurcuklanması ile devam eder. Bu dokunun çoğalması ektodermal kılıfın altındaki ilerleme zonu adı verilen bölgede, farklılaşması ise ilerleme zonundan ayrıldıktan sonra olur.



Şekil 2.1. Embriyoda beşinci haftanın sonunda ekstremiter tomurcukları oluşmaya başlar (beş haftalık embriyo wikipedia).

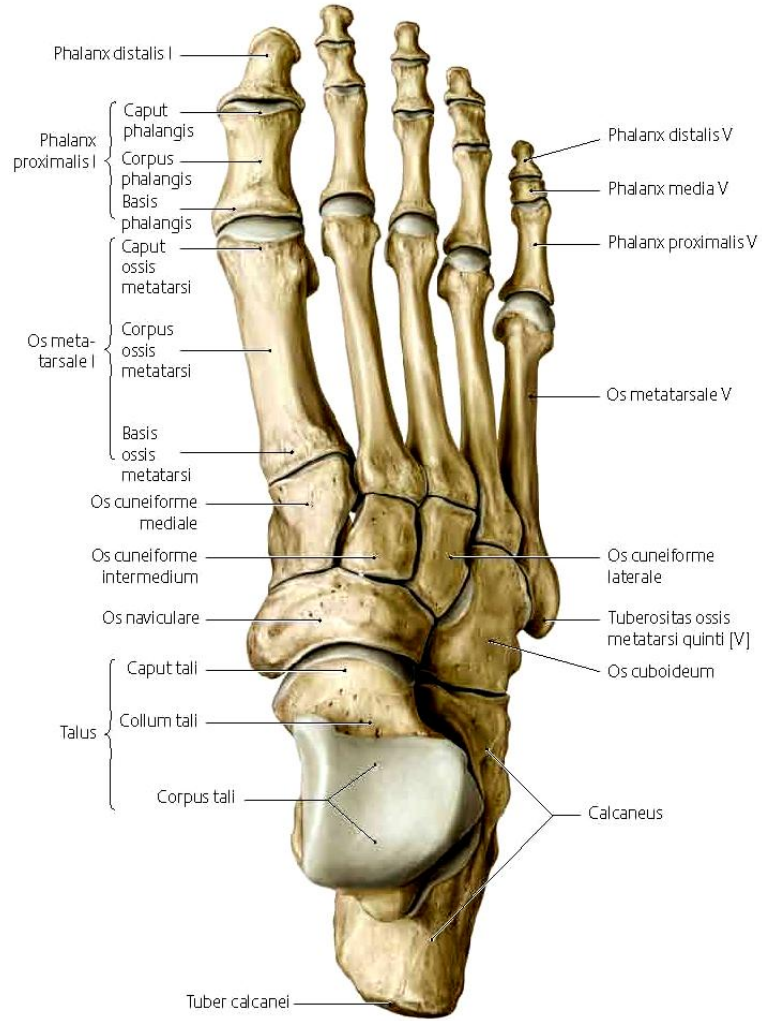
Ektodermal kılıf ile farklılaşmamış mezenşimal hücreler arasındaki etkileşim ekstremiter gelişimi için çok önemlidir. Çünkü ektodermal kılıf, mezenşimal dokunun çoğalma ve farklılaşmasında rol oynar (Kenneth 1994). 37-40. günlerde ayak plakları belirginleşir ve 46. günün sonlarına doğru ayak parmak taslakları seçilir hale gelmeye başlar (Şekil 2.1). 55. günün sonunda ise ayak parmakları ayrılmış ve uzundur. Embriyolojik gelişimin yaklaşık 6. haftasında belirlemeye başlayan ekstremiteler sonrasında yedinci haftada alt ve üst ekstremitelerin uzun eksenlerinin birbirine paralel hale gelmesiyle karakterize olur. Bu dönemde preaksiyel komponentler (el ve ayak birinci parmakları) dorsale, postaksiyel komponentler (ayağın diğer parmakları ve elin beşinci parmağı) ise ventrale yönelmiştir. (Akman 2008). Sekizinci haftanın sonunda el ve ayak parmakları büyük ölçüde şekillenmiştir ve 12. haftanın sonunda ise artık primer kemikleşme merkezleri yavaş yavaş oluşmaya başlamaktadır. (Dalçık ve Yıldırım 2008).

2.2. Anatomi

2.2.1. Ayak iskeleti

İnsan iskeletinin en önemli ve en karmaşık bölümü olan ayak, 26 adet kemikten meydana gelmiş bir yapıdır (Sarsılmaz 2014). Ayak yapısını oluşturan kemikleri, bunları birbirine bağlayan ligamentleri ve kaslar ile olan ilişkinin mekanizmasını anlamak ayak biyomekaniğini kavramak açısından büyük önem taşır. Bu elemanlardan herhangi bir tanesinin işlevini yitirmesi veya tam olarak işlevini yerine getirememesi durumunda ayak fonksiyonlarını yerine getiremez ve hayati problemlerin ortaya çıkması kaçınılmaz olur. Ayağın fonksiyonunu göz önüne aldığımızda iki temel görevi vardır. Birincisi vücut ağırlığını taşıyarak yere aktarmak, ikincisi ise yürüme ve koşma esnasında bir kaldıraç kolu gibi görev yaparak vücudu ön tarafa doğru itmektir. Yani bu durum, ayak iskeletinin tasarımında her bir detayın çok önemli bir görev üstlendiği anlamına gelmektedir. Örneğin; eğer ayak birçok kemik yerine tek parça bir kemikten oluşsaydı, sadece vücut ağırlığını taşıyan ve vücudu ön tarafa iten bir kaldıraç görevi yapardı. Fakat elastik olamayacağı için engebeli yerlerin şekline uyum sağlayamaz ve dolayısıyla vücudun dengesini koruyamazdı (Gülçiçek 2008). İşte ayakta bulunan 26 adet kemik ve 33 adet eklem, ayağa elastikiyet kazandırarak basılan yere uyum özelliğine sahip olmasını sağlamaktadır (Şahinoğlu 2008).

Ayak bilek kemikleri (ossa tarsi) toplam 7 adet kemikten meydana gelmiştir. Bunlardan talus ve calcaneus proksimal sırayı, os cuboideum ve os cuneiforme mediale/intermedium/ laterale distal sırayı oluştururken os naviculare ise iki sıranın arasında ve medialde bulunur (Elhan 2014). Ayak tarak kemikleri (ossa metatarsi) 5 adet olup medialden laterale doğru I-V olarak adlandırılırlar. Ayak parmak kemikleri (ossa digitorum pedis) ise 14 adet kemikten oluşmaktadır (Şekil 2.2).

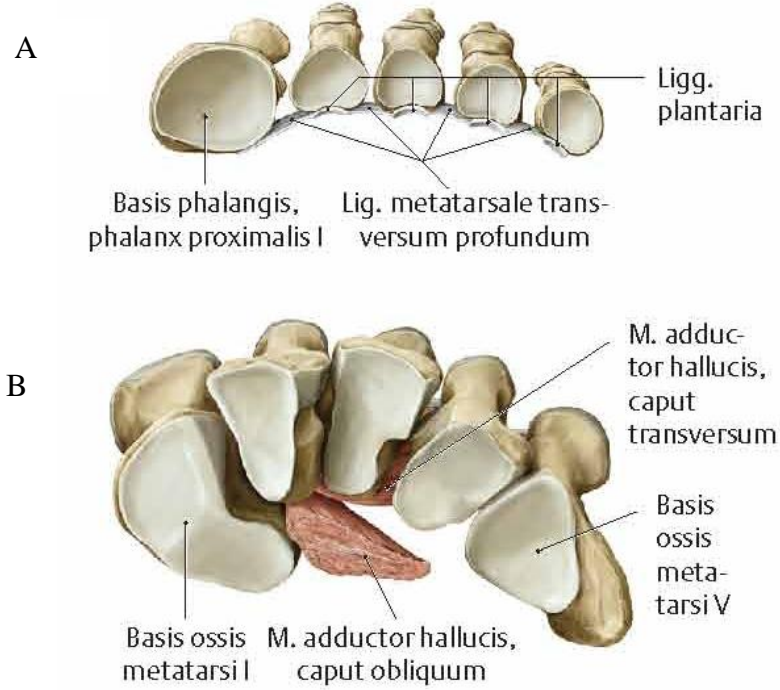


Şekil 2.2. Ayak iskeletinin üstten (dorsalden) görünümü (Gilroy Anatomi Atlası 2008)

2.2.2. Ossa metatarsi

Uzun kemik sınıfından olan metatarsal kemiklerin proksimal bölümlerine basis ossis metatarsi, distal ucuna caput ossis metatarsi, gövde kısmına ise corpus ossis metatarsi denir. Metatarsal kemikler proksimalde kuneiform ve kuboid kemiklerle, distalde ise proksimal falanklarla eklem yaparlar. Metatarsal kemikler birbirleriyle ve proksimal falanklarla ayak transvers arkına destek olacak biçimde yay şeklinde eklem

yaparlar (Şekil 2.3). Metatarsal kemikler içinde en uzun os metatarsale II, en ince ve küçüğü os metatarsale V'dir. En kısa ve kalın olan, aynı zamanda klinik ve cerrahi olarak en önemli olan ise os metatarsale I'dir. Yine os metatarsale I'i diğer metatarslardan ayıran bir diğer özellik ise os metatarsale I'in epifizi proksimalde bulunurken diğer metatarsal kemiklerin epifizi distalde yer alır.



Şekil 2.3 A: Proksimal falankların bazislerinin proksimalden görünümü.

B: Metatarsal kemiklerin bazislerinin birbirleriyle ilişkilerinin arkadan görünümü (Gilroy Anatomi Atlası 2008)

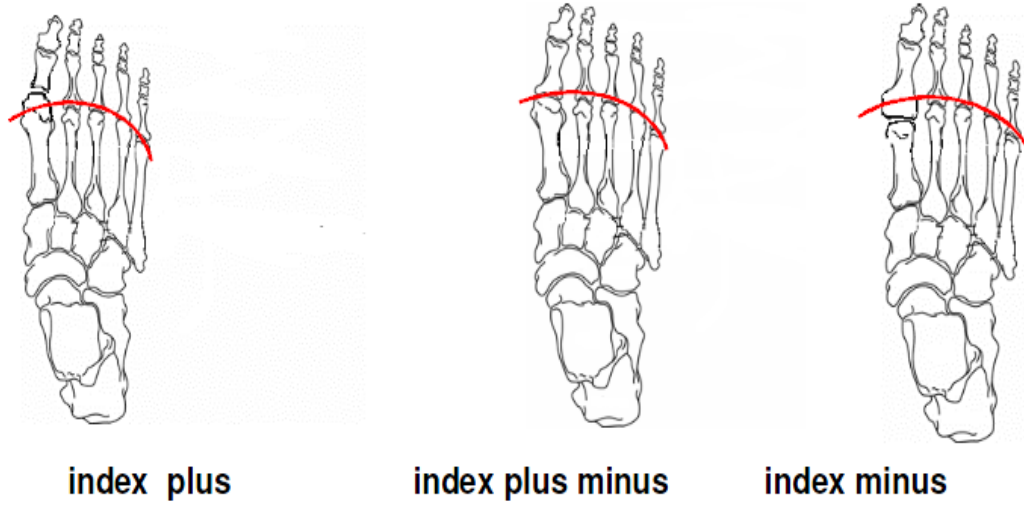
2.2.3. Os metatarsale I

Os metatarsale I, proksimalde os cuneiforme mediale ve os metatarsale II ile eklemleşirken distalde ise başparmağın phalanx proximalis'i ile eklem yapar. Proksimal ucun alt yüzünde dış tarafında tuberositas ossis metatarsi I adı verilen bir çıkıntı bulunur. Distal ucun alt yüzünde ise medial ve lateral olmak üzere iki adet sesamoid kemik

bulunmaktadır. Hatta bazı çalışmalarda varyasyonel olarak bir sesaoidin de daha bulunabileceği ifade edilmiştir (Minor 1999). Os metatarsale I'in başının plantar yüzünde bulunan krista, sesamoidleri birbirinden ayırır ve bu kemikler arasından m. flexor hallucis longus'un tendonu geçer. (Elhan 2014). Proksimalden distale gidildikçe metatars daralır ve eklem ligamentlerinin tutunduğu epikondiller ile çıkıntılar ortaya çıkar. Ayrıca sesamoid kemikler yoğun fibroz dokudan oluşan plantar bir yastıkçık içinde yer alırlar. Bu yastıkçığın distal kenarı falanksın tabanına sıkıca tutunurken, lateral kenarına ligamentöz yapışmalar ve tendon katılımları olur (Dereymaeker 2011). Ek olarak yastıkçık, ayakta durma esnasında yukarıdan gelen basıncın bir kısmını sesamoid kemikler aracılığıyla metatars başına ileterek m. flexor hallucis brevis tendonunun fazla baskıya maruz kalmasının önüne geçer. (Akman 2009).

Klinikte os metatarsale I'in uzunluğuna göre ayak tipleri yapılmaktadır. Trnka 1999; Os metatarsale I'in uzunluğunun diğer metatarslar ile olan ilişkisine göre 3 tip ayak tanımlandığını ifade etmiştir (Şekil 2. 4).

- 1) Index plus tip: Os metatarsale I, ikinciden uzundur ve diğerlerinin uzunlukları beşinci metatarsa doğru giderek azalır. %16 oranında görülür.
- 2) Index plus minus tip: Os metatarsale I'in uzunluğu ikinciye eşittir ve diğer üç metatarsın uzunluğu os metatarsale V'e doğru giderek azalır ve %28 oranında görülür.
- 3) Index minus tip: Os metatarsale I'in uzunluğu ikinciden kısadır ve diğerleri os metatarsale V'e doğru giderek azalır ve %56 oranında görülür.



Şekil 2. 4. Ayak tipleri (İlikmen 2008).

Başparmağın uzunluğuna göre ise beş farklı ayak tipi tanımlanmıştır.

Mısır ayağı: Başparmak en uzun parmak olup diğer parmaklar sırasıyla bir diğerinden daha büyüktür.

Roma ayağı: İkinci ve üçüncü parmaklar en uzun olup daha sonra bir, dört ve beşinci parmaklar gelmektedir

Türk- Yunan ayağı: İkinci parmak en uzundur. Sonra birinci parmak daha sonra ise sırayla üç, dört ve beşinci parmaklar gelmektedir.

Alman ayağı: Birinci parmak en uzun olup diğer parmaklar hepsi birbirine eşittir.

Keltik Batı avrupa ayağı: İkinci parmak en uzun olup diğer parmaklar birbirine eşittir.
(Şekil 2.5)



Şekil 2.5. Genetik olarak parmak uzunluklarına göre 5 farklı ayak tipi tanımlanmıştır (İnternet http://www15.plala.or.jp/miagolare/Eng_Fitting_Chart.html).

Yürüme sırasında metatarsların durumu: Ayakta dururken veya yürüme esnasında metatarsların hareketliliği birbirinden oldukça farklılık göstermektedir. Os metatarsale II ve III diğer metatarslara göre daha az hareketlidir. Hareket yeteneği en fazla olan os metatarsale I olup geniş planda aşağı-dışa doğru yer değiştirir. Os metatarsale IV ve V ise aşağı ve içe doğru yer değiştirirler. Metatarslara ağırlık verilince aynı seviyede horizontal olurlar. Os metatarsale IV bazisinin os cuboideum'un üzerine geldiği için literatürde dördüncü metatarsın dorsifleksiyona en fazla direnen metatars olduğu ifade edilmektedir (İlikmen 2008).

2.3. Eklemler

Art. naviculocuneiforme:

Os naviculare ile os cuneiforme mediale/ intermedia/ laterale arasında oluşur. Art. plana grubundan olup tam hareketli bir eklemdir. Eklem kapsülü lig. cuneonaviculare plantare ve dorsale tarafından kuvvetlendirilmiştir. Eklem boşluğu ön taraftaki art. intercuneiforme, art. cuneocuboidea, art. tarsometatarssea (1-3) ve art. intermetatarssea (2-4) ile devam eder (Snell 2004).

Art. metatarsocuneiforme I- Art. tarsometatarsalis mediale:

Os cuneiforme mediale ile os metatarsale I'in proksimal ucunun eklemleşmesiyle meydana gelen plana grubu eklemdir. Art. metatarsocuneiforme I'in diğer tarsometatarsal eklemlerden ayrı bir eklem boşluğu vardır. Art. metatarsocuneiforme, arcus longitudinalis medialis ve arcus transversus'un kesişim yerinde bulunmasından dolayı ayak mekaniğinde önemli bir yere sahiptir (İncel 2001).

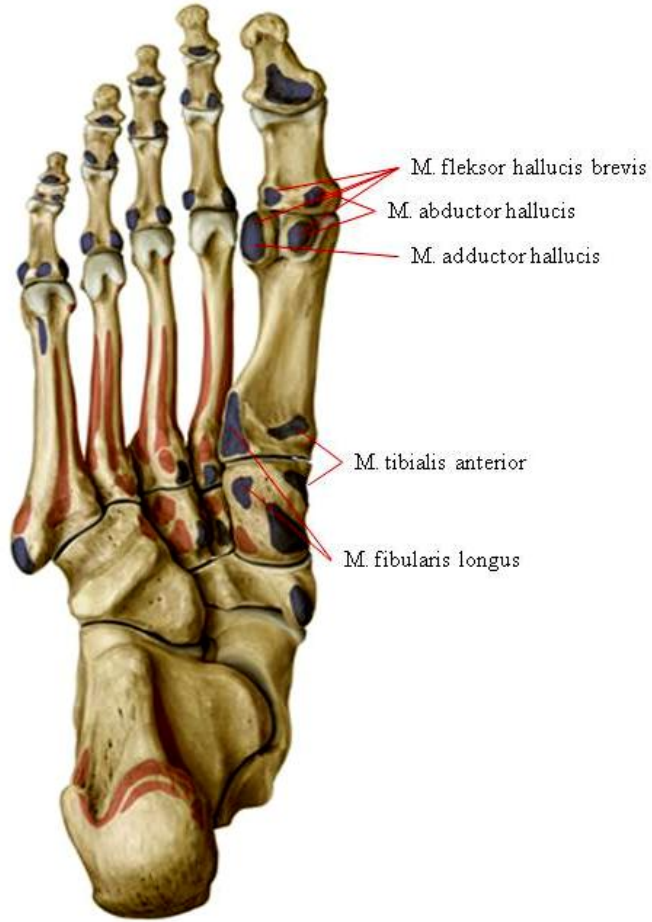
Art. metatarsophalangea:

Metatarsal kemiklerin kaputları ile falanksların bazisleri arasında oluşan elipsoid tip eklemdir. Art. metatarsophalangea'da fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri gerçekleşir. Fakat ekstansiyon hareketi fleksiyondan daha fazla yapılıır. Fleksiyon sırasında bir miktar adduksiyon, ekstansiyon sırasında bir miktar abduksiyon yapılabilir. Bu eklemlerden en büyük olanı art. metatarsophalangealis I dir. Çalışmanın devamında art. metatarsophalangea olarak ifade edilen eklem, os metatarsale I ile proksimal falanks arasında meydana gelen eklemdir.

Art. metatarsophalangea'yı çevreleyen kaslar:

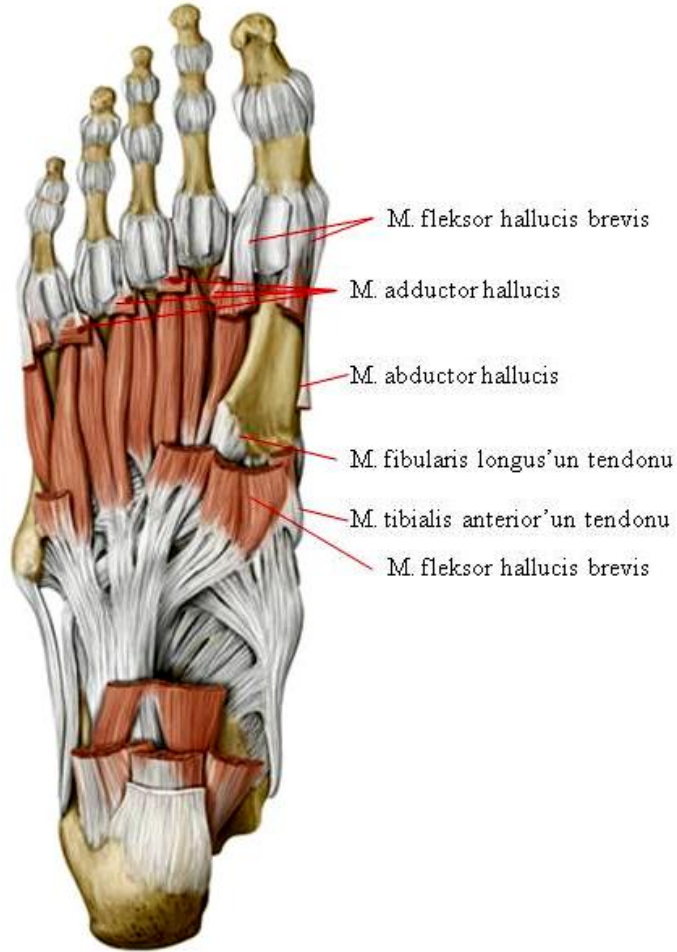
Ayak sırtında (dorsalde); m. extensor hallucis longus ve brevis bulunur. M. extensor hallucis longus phalanx distalis'e, m. extensor hallucis brevis ise phalanx proximalis'e yapışır.

Ayak tabanında (plantar tarafta); m. flexor hallucis longus ve m. flexor hallucis brevis yer alır (Şekil 2. 6). M. flexor hallucis longus kendisine ait tendon kılıfının içinde sesamoid kemiklerin plantarında seyrederek phalanx distalis'in tabanına yapışır (Lowery 2009).



Şekil 2.6. Os metatarsale I'e tutunan kasların tutunma yerleri ve şekilleri (Gilroy Anatomi Atlası 2008)

M. flexor hallucis brevis ise iki baş şeklinde proksimal falanksın lateral ve medialinde sonlanır. M. abductor hallucis ve m. adductor hallucis tendonları da sırasıyla art. metatarsophalangea'nın plantar tarafında medialde ve lateralde yer alırlar ve proksimal falanksın tabanı ile sesamoid kemiklere yapışırlar. M. abductor ve adductor hallucis'in tendonları metatarsofalangeal eklem kapsülünün plantar yarısını güçlendirirler. Dorsal yarısı ise incedir ve herhangi bir tendinöz destek yoktur (Şekil 2.7).



Şekil 2. 7. Os metatarsale I ve art. metatarsophalangea'yı çevreleyen kaslar (Gilroy Anatomi Atlası 2008)

Ayak iskeletinin şeklinin korunmasında ve herhangi bir deformasyon meydana gelmeden ayak yapısının korunmasında sadece os metatarsale I'in eklemleri ve intrinsik kasları değil aynı zamanda tibia ve fibula'dan başlayıp metatarsa kadar uzanan m. tibialis anterior ile m. peroneus longus da önemlidir. Çünkü bu iki kas ayak kubbesinin korunmasında aktif olarak rol aldıkları için hem os metatarsale I hem de art. metatarsophalangea'nın stabilizasyonunda klinik önem arz etmektedirler. Fakat bu

kasların hangi oranda birinci metatarsı ve metatarsofalangeal eklemi etkilediği ile ilgili literatür bilgisi bulunmamaktadır.

M. tibialis anterior: Tibia'nın dış kondilinden ve dış yüzünden, membrana interossea cruris'den ve üzerini örten fasyadan başlar. Bacağın orta kısmının biraz aşağısında kırııştıktan sonra ayağın iç tarafında I. kuneiform kemikte ve I. metatarsal kemiğin bazisinde sonlanır. Ayağın en kuvvetli ekstansörü olan bu kas ayrıca ayağa inversiyon yaptırır ve ayak kubbesinin korunmasında rol alır. (Elhan 2014, Faymonwille 2012,).

M. peroneus (fibularis) longus: Fibula başı ve fibula'nın dış yüzünden başlar. Kasın kırışi malleolus lateralis'in arkasından aşağı iner, lateralden ayağın altına doğru ilerler ve os metatarsale I ile os cuneiforme mediale'nin plantar yüzünde sonlanır. Ayağa eversiyon ve plantar fleksiyon yaptırırken ayak kubbesinin korunmasına da yardımcı olur (Faymonwille 2012, Elhan 2014). Klasik olarak dorsofleksiyoneversiyon travması ile hasarlanabilirse de inversiyon travmasında üst peroneal retinaküler zedelenme ortaya çıkabilir (Yağmurlu 2013).

Art. metatarsophalangea'daki eklem yüzlerinin şekli önemlidir. Çünkü eklem, elipsoid şeklinden dolayı 15°-20° valgus ve varus açılanması yapabilir (Lombardi 2001). Eğer eklem yüzleri daha yassı ise abduksiyon ve adduksiyon streslerine karşı daha stabil hale gelir. Art. metatarsophalangea'nın normal hareketleri, dorsifleksiyonda 60-90 derece, plantar fleksiyonda 35-50 derecedir (Uzunca 2009). Yürüme sırasında ise ortalama 65° halluks dorsifleksiyonu gereklidir (Yetkin 2006, Beeson 2003) Atletler push off (itme) hareketi sırasında metatarsofalangeal eklemden 90° ekstansiyona ihtiyaç duyarlar. Baletler ise Ancak 100° açılanma ile parmak ucu duruşu yapabilirler (İnel 2001). Diğer metatarsofalangeal eklemler 40 derece dorsifleksiyon ve 40 derece plantar fleksiyona ve birkaç derece abduksiyon (ikinci parmaktan uzağa) ile adduksiyona (ikinci parmağa doğru) izin verirler. (Doğan 2013).

2.4. Os metatarsale I patolojileri

Halluks valgus:

Halluks valgus, art. metatarsophalangea seviyesinde birinci parmağın laterale, os metatarsale I'in ise mediale deviye olmasıyla karakterize bir deformitedir (Joseph 2007, Lowery 2009). İlk evrelerde art. metatarsophalangea'in medialinde buluna bağlar zayıflamaktadır. Zamanla medialdeki bu yapılar zayıfladıkça metatarsophalangeal eklem dengesiz hale gelip halluks valgus gelişmeye başladıktan sonra 1. parmak deforme edici kuvvetlerle laterale doğru zorlanır (Şekil 2.8). phalanx proximalis'in bazisi metatars başını mediale iter. Böylece birinci parmağın kas dengesi bozulur ve bunun sonucu olarak da halluks valgus meydana gelir.. (Aas 2008, Guide 2007).

Kasların etkisi: Lig. collateral mediale'nin kollajen liflerinin zayıflaması ile birlikte proksimal falanks laterale kaydıkça m. extensor hallucis longus ve m. flexor hallucis longus tendonları proksimal falanksla birlikte laterale yönelerek addüktör etki göstermeye başlarlar (Robinson 2005). Daha sonra ise Proksimal falanksın laterale tutunan m. flexor hallucis brevis'in caput lateralis ile m. abductor hallucis gerilmeye başlarlar ve eklem kapsülünün laterali ile birlikte kontrakte olurlar. Medial tarafta ise m. abductor hallucis ve m. fleksör hallucis brevisin medial başı abduksiyon yaptırma kuvvetlerini kaybederler (Lowery 2009). Böylece bütün bu kaslarda meydana gelen dengesizliğe bağlı olarak başparmakta dorsifleksiyon ve pronasyon gelişir (Uchiyama 2005, Heines 1954).

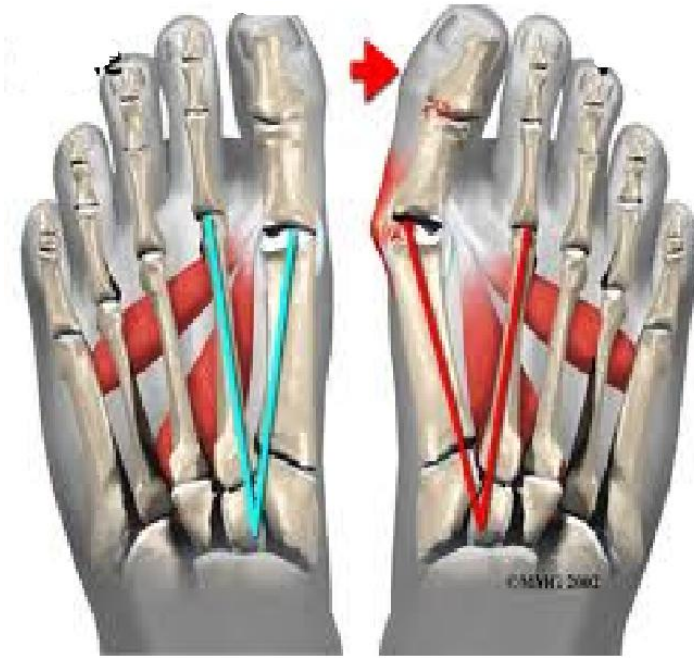
Halluks valgus deformitesinin etiyojisi tam olarak bilinmemesine karşın kompleks bir deformite olduğu ve birçok patolojiden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Doğan 2007).

Özellikle:

- Art. metatarsophalangea'yı ilgilendiren dejeneratif artrit (Anaforoğlu 2012),
- Posttravmatik ve inflamatuvar artrit,
- Os metatarsale I'in varus deformitesi (metatarsus primus varus) (Dawoodi 2012)

- Metatars distal ucunda medial tarafta egzofitik genişleme (medial çıkıntı) (Jastifer 2014),
- Aşil tendon kontraktürü,
- Jeneralize eklem laksitesi,
- Medial çıkıntı üzerindeki bursanın hipertrofisi ve enflamasyonu (bunion), (Aster 2004)
- Başparmağın laterale deviyasyonu (Bauer 2010),
- Art. metatarsophalangea'nın kapsülünün lateralde kontrakte olması,
- Metatars başı altındaki sesamoidlerin subluksasyon (Brenner 2003),
- İkinci parmakta çekiç parmak benzeri bir deformitenin gelişmesi,
- Psöriatik artrit, romatoid artrit gibi romatizmal hastalıklar (Baysal 2004)
- Ayakkabı tercihi ve ön ayakta genişleme (taraklı ayak) (Smith 2008),
- Dejeneratif osteoartroz (Mah 2009),
- Nasırlaşma (Richardson 2005),
- Serebral palsi,
- Poliomyelit
- Gut,
- Art. metatarsocuneiforme'nin hiper mobilitesi,

gibi faktörler halluks valgus deformitesi nedeni olarak gösterilebilmektedir. Bu faktörler sonucu os metatarsale I mediale, birinci parmak ise laterale deviye olarak halluks valgus meydana gelir.



Şekil 2.8. Normal ve halluks valguslu ayak (Foot and Ankle 2002).

Bütün bunlara ek olarak, eklemlerin fonksiyonel niteliklerini tam olarak yerine getirebilmeleri için ekleme katılan yüzlerin birbirleriyle uyumlu olması gerekmektedir. Art. metatarsophalangea, metatarsın falanksı ile olan ilişkisine göre uyumlu ve uyumsuz olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Eklem yüzleri birbirlerine paralel ve art. metatarsophalangea'da subluksasyon yoksa uyumlu bir eklemden bahsedilir. Eğer eklem yüzleri birbirine paralel değilse ve metatarsophalangeal eklemden subluksasyon varsa uyumsuz bir eklemden bahsedilir.

Halluks valgus'un prevalansı toplumdan topluma değişmektedir Ancak yapılan çalışmalarda bayanlarda erkeklere göre daha sık olduğu bildirilmektedir. Son yüzyıl içinde halluks valgus ile ilgili yaklaşık 200 farklı cerrahi girişim tanımlanmıştır ve tedaviye yönelik yeni girişimler günümüzde tanımlanmaya devam etmektedir (Schuh 2012).

Halluks varus: Art. metatarsophalangea'nın ve birinci parmağın konjenital içe doğru açılanmasıdır. Oldukça nadir olan bu deformite bazen kısa birinci metatars ile birlikte görülür (İrikmen 2009). Başparmağın medial açılanmasıyla birlikte art. metatarsophalangea'nın statik ya da dinamik medial sublüksasyonu söz konusudur.

Halluks rijidus: Art. metatarsophalangea'da hareket kısıtlılığı ile karakterize olan bu deformite, ayak birinci sıra patolojileri içinde halluks valgustan sonra ikinci sıklıkta görülen bir sorundur (Maher 2008, Ozan 2009). Halluks rijidusun etiyojisi tam olarak bilinmemesine karşın uzun os metatarsale I, travma, osteokondritis, os metatarsale I'in dorsifleksiyonu ve uygun olmayan ayakkabı kullanımı ileri sürülen etkenlerden bazılarıdır (Alexandar 2008).

Metatarsus adduktus: Ön ayak art. tarsometatarsalis'de adduksiyon pozisyonundadır. Yani ayağın lisfranc eklemi aşırı mediale deviyedir (Wan 2006, Singh 2010). Genellikle doğumdan sonra ilk 1 yılda görülür ve %10-15 oranında kalça displazisi ile birlikte meydana gelebilmektedir (Samancı 2005).

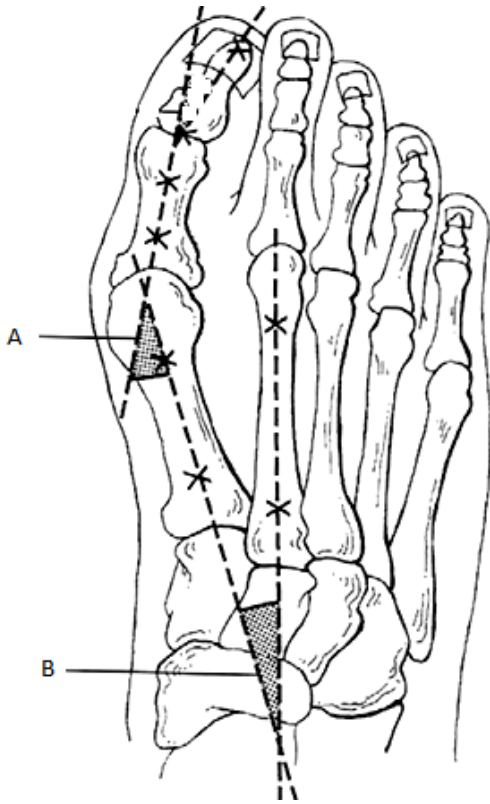
2.5. Grafi Ölçümleri

Art. metatarsophalangea açısı (Halluks Valgus Açısı)

Ayakta çekilen ayak anteroposterior grafide; phalanx proximalis'in longitudinal aksına paralel çizilen çizgi ile os metatarsale I'in longitudinal aksına paralel çizilen çizgi arasında oluşan açıdır (Şekil 8). Normal değerleri 8-10° arasındadır (Ünal 2008). Fakat bazı yazarlar tarafından 15°'den küçük olabileceği de ifade edilmiştir (Nery 2014, Doğan 2007). Literatürde genel olarak 20° üzerindeki açılanmalar halluks valgus olarak kabul edilir (Rahn 2011). Lateral grafide ise art. metatarsophalangea ayak tabanı (yer) ile yaklaşık 25°'lik bir açılanma gösterir (İncel 2001).

Intermetatarsal Açı

Os metatarsale I'in os metatarsale II'ye göre medial yönlenme miktarını gösterir. Ayakta çekilen ayak anteroposterior (AP) grafisinde, 1. ve 2. metatars longitudinal aksına paralel çizilen çizgiler arasındaki açıdır (Şekil 2.9). Açı, normal erişkinlerde 9°'den küçüktür (Nery 2014). 9°'nin üzerindeki tüm açılar anormal kabul edilir ve metatarsus primus varus (MPV) olarak adlandırılır. (Ünal 2008).



Şekil 2. 9. A: Art. metatarsophalangea açısı B: Intermetatarsal açı (Ünal 2008).

Metatarsus primus varus açısı

Os cuneiforme mediale ile os metatarsale I'in uzun aksları arasında ölçülür. Medial kuneiform ve metatarsın aksları “proksimal ile distal eklem yüzlerinin orta noktalarını birleştiren çizgi” olarak belirlenir. Bu açının normal değeri 25°'nin altındadır (İncel 2001).

Art. metatarsocuneiforme'nin Eklem Açısı:

Metatarsocuneiform eklem hipermobilitesi genelde ileri dereceli halluks valgus'a eşlik eden deformitedir. Os metatarsale II'nin başında sertlik görülür. **Art. metatarsocuneiforme'de** gerçek instabilite varlığında ayağa yük verildiğinde, os metatarsale I dorsomedial yönde yukarı doğru hareket eder (Sungur 2006). Ayakta çekilen ayak AP grafisinde **Art. metatarsocuneiforme** düz ise veya 10°'den küçük medial angulasyona sahipse normal kabul edilir. Eğer daha fazla oblikliği varsa eklem stabil değildir (Ünal 2008).

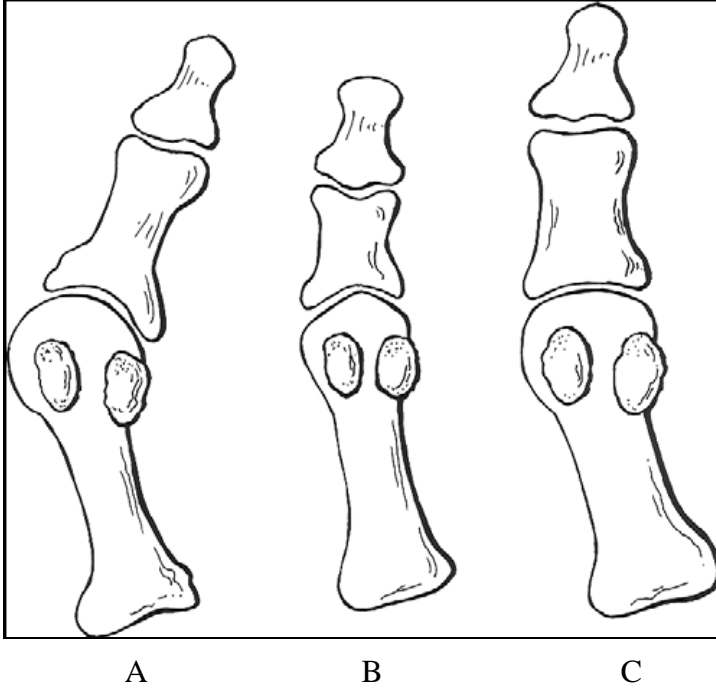
Metatars Uzunluğu

Ayakta çekilen ayak AP grafisinde os metatarsale I'in uzunluğu, os metatarsale II ile karşılaştırılmalı olarak ölçülür. +/- 1 mm içinde fark olan ölçümlerde metatars uzunlukları eşit kabul edilir. Os metatarsale I'in uzunluğundaki artış ile halluks valgus arasında bir ilişki olduğu bazı yayınlarda dile getirilmiştir (Ünal 2008). Uzun ve kısa metatarsın halluks valgus'a sebep olduğu hakkında görüşler bildirilmiştir. Jüvenil halluks valgus'da hastaların %30'unda os metatarsale I uzun, %30'unda kısa ve %40 'ında os metatarsale II ile aynı uzunlukta bulunmuştur (Sungur 2000).

Metatars Başının Şekli

Ünal (2008), os metatarsale I'e yönelik şaft operasyonlarının nasıl yapılması gerektiği ile ilgili çalışmasında, Ferrari (2003)'nin os metatarsale I'in başının şeklinin yuvarlak, kubbe (chevron) ya da düz olabileceğini ifade ettiğini bildirmektedir (Şekil 2.10). Metatars başının şeklinin halluks valgus gelişiminde bir faktör olduğu düşünülmektedir. Yuvarlak başlarda eklem stabilitesinin daha az olduğuna, bununla beraber düz başlarda eklem stabilitesinin fazla olduğuna ve düz başın oluşturduğu eklemlerin halluks valgus gelişimine dirençli olduğuna inanılmaktadır.

Metatars başının şekli ile halluks valgus ilişkisi halen değerlendirilmektedir ve elde kanıt değeri olan yeterli çalışma olmadığı belirtilmektedir (Easley 2007).



Şekil 2.10. Metatars başının tipleri A: yuvarlak B: kubbe (Chevron) C: düz (Ünal 2008)

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Verilerin elde edilmesi

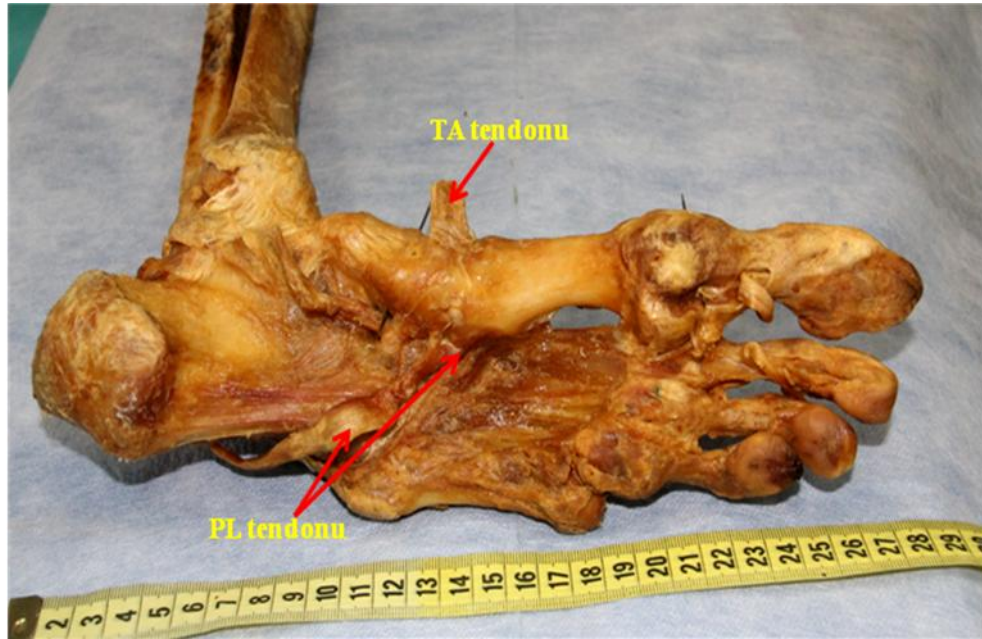
Çalışmamız Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim dalına çeşitli sebeplerle başvurmuş ve sonradan cerrahi sebeplerle ampute edilen 32 erişkin hastanın alt ekstremiteleri üzerinde yapıldı.

3.2. M. peroneus longus ve m. tibialis anterior'un diseksiyonu

İskemik nedenlerle ampute edilmiş ve doğuştan yapısal anomalisi olmayan 32 alt ekstremitenin ayak uzunluk ve genişliği alındıktan sonra bacağın anterior ve posteriorundan başlanarak ayağın dorsal ve plantar yüzü, m. tibialis anterior (Şekil 3.1) ve m. peroneus longus'ların tendonlarına (şekil 3.2) zarar vermeden ince diseksiyon ile açığa çıkarıldı. Öncelikle m.tibialis anterior ve m. peroneus longus tendonlarının insersiyon noktasına kadar olan uzunlukları, kas liflerinin distale uzanımları, lateral ve medial malleol seviyelerine olan uzaklıkları, tendonun en ince yerindeki ve insersiyodaki boyutları ölçüldü (Tablo 3. 1).



Şekil 3.1. Ayağın dorsomedialden görünümü (TA: M. tibialis anterior)



Şekil 3.2. Ayağın plantar yüzden derin plandaki görünümü. Ayağın plantar yüzündeki kas ve fasyalar kaldırılarak PL tendonu açığa çıkarılmıştır. (TA: m. tibialis anterior PL: m. peroneus longus)

Çalışılan alt ekstremitelerin 15'i dizaltı 17'si ise dizüstüydü. Tibia boyu ile ayak boyları kaydedildikten sonra ayağın dorsal ve plantar yüzündeki kaslar, fasyalar ve yağ dokusu ayrıntılı bir şekilde temizlendi. Ayağın eklemleri ile birlikte kemik iskeleti açığa çıkarıldı. Belirlediğimiz kas tendon ölçümleri yapıldıktan sonra tendonlar insersiyon noktasından 2 cm proksimalde kesilerek uzaklaştırıldı.

Tablo 3.1. M. tibialis anterior ve m. peroneus longus'dan alınan parametreler

(* işareti sadece MPL dan alınmıştır). TTE : tibiotalar eklem (art. tibiotalaris)

<u>M. peroneus longus ve m. tibialis anterior'dan alınan kas tendon uzunluk ölçümleri</u>
Tendonun uzunluğu
Kas liflerinin insersiyoya olan uzaklığı
Kas liflerinin TTE'ye olan uzaklıkları
Tendonun TTE'e olan uzaklık-en proksimal
Tendonun insersiyodaki boyutu
Tendonun kas liflerinin bittiği noktadaki boyutu
Tendonun TTE seviyesindeki boyutu

3.3. Horizontal ve Sagittal düzlemde iğnelerin yerleştirilmesi ve açılarının ölçümü

Horizontal ve Sagittal düzlemde; Art. metatarsophalangea (AMTFE), art. metatarsocuneiformis (MKE) ve art. cuneonavicularis (NKE) belirgin hale getirildi. Her ayağa Art. metatarsophalangea, art. metatarsocuneiformis ve art. cuneonavicularis'den geçecek şekilde iğne ile girişim yapıldı. İğnelerin tam olarak eklemden geçip geçmediklerini anlamak için iğne uçları eklemin diğer tarafından çıkacak şekilde yerleştirildi (Şekil 3.3).

Eklemlerin düzlemlerinin belirlenmesi için eklemlere bisturi gibi plaka düzlemler yerleştirilmesi planlanmış olmasına rağmen yapılan denemelerde eklem kapsüllerini önemli ölçüde parçalamadan bunun gerçekleştirilemeyeceği anlaşılmış ve eklem orta hatlarından 8-10 cm uzunluğunda iğne geçirilmesi yolu seçilmiştir.



Şekil 3.3. Eklemlerden geçirilen iğnelerin konumları (Lateral planda) (Sagittal planda iğnelerin duruşunu gösteren ayağa dik mediolateral fotoğraf çekimi)

Her bacak ayakta dik duracak ve ayak yere basacak anatomik pozisyona getirildi ve objektif ayağa paralel konuma getirilerek önden ve medialden ayakların iki adet fotoğrafı çekildi. .n metatarsların eğimlerine paralel olacak şekilde ayağın horizontal görüntüsü (Ayak AP direkt grafisi gibi) ve medialden 1. tarsometatarsal eklem hizasında ayağa paralel konumda fotoğrafları çekildi. Nikon D5000 kullanılarak çekilen yüksek rezolüsyonlu n fotoğraflar corel draw 5.00 programına aktarıldı. Her iki planda altı adet açı ölçümü yapıldı.

Horizontal Düzlemde

Medialdeki her iğne iki açığı belirliyor.

1-1. Metatars şaftı eksenini ile yaptığı açı

1-2. Metatars uzun eksenini-topuk ortasından geçen ayak orta hattı ile yaptığı açı.

Intermetatarsal açı: 1. ve 2. metatars longitudinal aksına paralel çizilen çizgiler arasında meydana gelen açı ölçüldü (şekil 3.4).

Art. metatarsophalangea açısı MTFE A: AMTFE nin birinci parmak uzun eksenini ile yaptığı açı (AMTFE A1) ve ayak orta hattı ile yaptığı açı AMTFE A2

Art. metatarsocuneiforme açısı (MKE A): AMC'nin os metatarsale I'in uzun eksenini ile yaptığı açı, MKE A1 ve MKE A2

Art. naviculocuneiforme açısı (NKE A): NKE'nin os cuneiforme mediale'nin uzun eksenini ile yaptığı açılar ölçüldü.(NKE A1 ve NKE A2)

Ayak orta hattı, ikinci parmağın orta hattı baz alınarak belirlendi MTFE'nin, MKE'nin ve NKE'nin ayak orta hattı ile yaptığı açılar da ölçüldü (şekil 3.5).



Şekil: 3.4. Metatarslara paralel çekilen horizontal görüntüde intermetatarsal açının ölçümü (IMA)



Şekil 3.5. Horizontal düzlemde MTFE A1 (A), MKE A1 (B), NKE A1 (C) ve bu üç açının ayak orta hattı ile yaptıkları açıların ölçümü MTFE A2 (D), MKE A2 (E), NKE A2 (F)

Sagittal planda:

Lateralde her iğne iki açıyı belirliyor.

1-Metatars shaftı eksenine le yaptığı açı

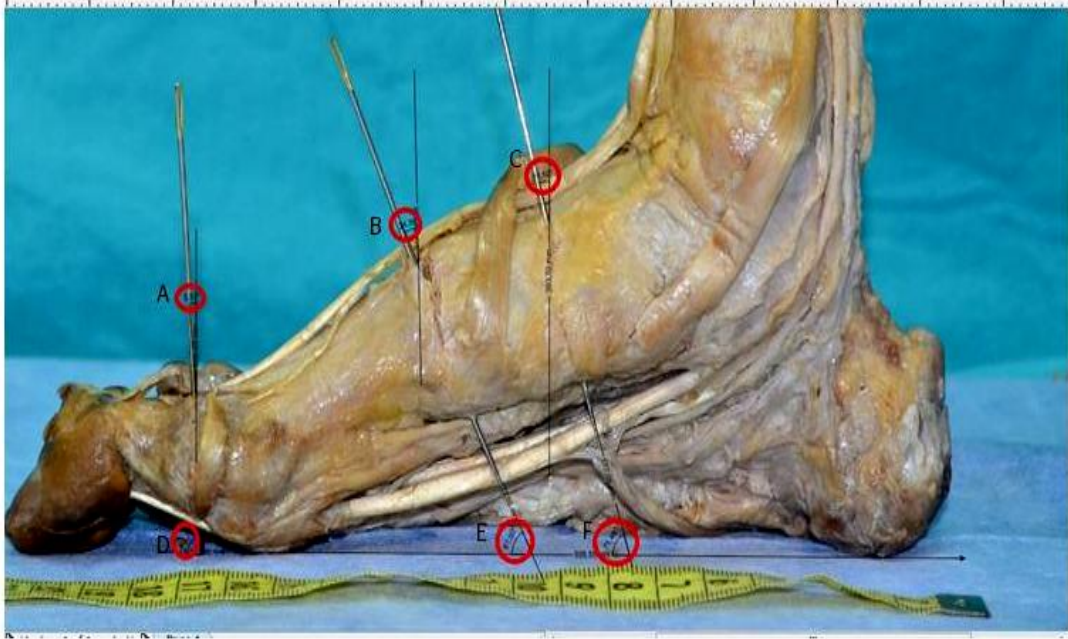
2- Ayak tabanı eksenine ile yaptığı açı.

Art. metatarsophalangea açısı (MTFE A1): Eklemden geçirilen iğnenin metatars shaftı eksenine ile oluşturduğu açı AMTFE A1 ve ayak tabanı düzlemi veya çizgisi ile oluşturduğu AMTFE A2 açısı Art. metatarsophalangea'nın metatars uzun eksenine ile (açı 1-AMTFE A1) ve ayak tabanı düzlemi ile olan açısı (açı 2-AMTFE A2)

Art. metatarsocuneiforme açısı (MKE A1): Eklemden geçirilen iğnenin metatars shaft eksenini ile oluşturduğu açı MKE A1 ve ayak taban düzlemi veya çizgisi ile oluşturduğu MKE A2 açısı

Art. naviculocuneiforme açısı: Art. naviculocuneiforme'nin ayak tabanı eksenini ile olan açısı ölçüldü. Daha sonra ise birinci parmak ile calcaneus'un yere temas ettiği iki nokta birleştirildi ve Art. metatarsophalangea, Art. metatarsocuneiforme ve art. naviculocuneiforme'nin oryantasyon açıları ölçüldü (şekil 3.6).

Eklemden geçirilen iğnenin shaft eksenini ile oluşturduğu açı NKE A1 ve ayak taban düzlemi veya çizgisi ile oluşturduğu NKE A2 açısı.

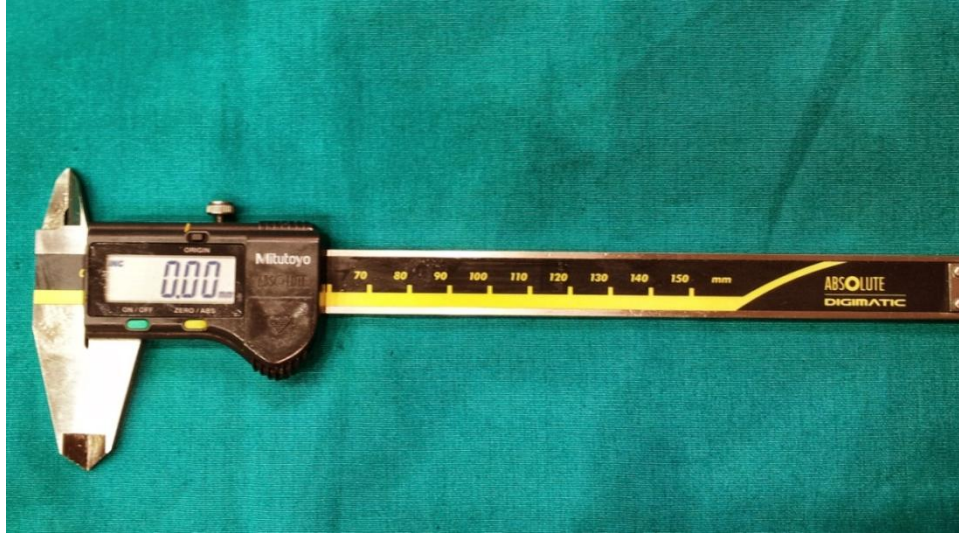


Şekil 3.6. Sagittal düzlemde açıların ölçümü MTFE A1 (A), MKE A1 (B), NKE A1 (C) ve bu üç açının ayak eksenini ile yaptıkları açıların ölçümü MTFE A2 (D), MKE A2 (E), NKE A2 (F)

Sagittal planda ayak başparmak açıları. Her iğne 2 açı belirliyor.

3.4. Os metatarsale I'in diseksiyonu ve ölçümü

Os metatarsale I, ayak iskeletinden disekte edilip çıkarıldı. Os metatarsale I'den alınacak parametreler dijital kumpas ile ölçüldü (şekil 3.7).



Şekil 3.7. Metatars ölçümlerinin yapıldığı dijital kumpas

Açı ölçümleri için gerekli AP ve LAT planda fotoğraflar çekildikten sonra her ayağın os metatarsale I'leri çıkarıldı. Ancak diseksiyon işlemi sırasında eklem yüzlerinin şekillerinin ve m. tibialis anterior ile m. peroneus longus tendonlarının korunmasına dikkat edildi (Şekil 3.8).

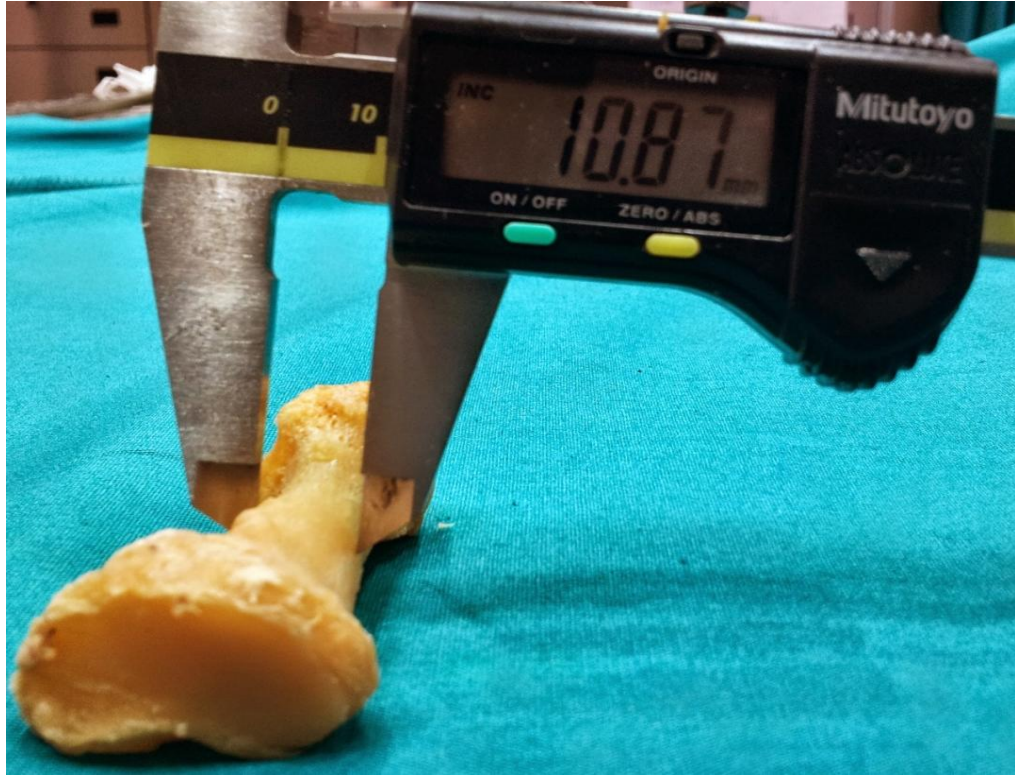


Şekil 3.8. Tendonları ile birlikte çıkarılmış os metatarsale I.

Diseksiyonu tamamlanan os metatarsale I'lerin önce boyları ölçüldü. Metatarsların iki uçları arasına kumpas yerleştirilerek uzunluk ölçümleri yapıldı (Şekil 3.9). Daha sonra korpusunun en ince yeri (şekil 3.10), proksimal ve distal baş boyutu, os metatarsale I'in uçlarından 1. ve 2. cm ötedeki genişliği ve yüksekliği (metafiz boyutu), (Srivastava 2011), metatarsa tutunan kasların tendon uzunluklarının ve yapışma yerlerinin proksimal uca olan mesafeleri kumpas ile ölçüldü (tablo 3.2).



Şekil 3.9. Dijital kumpas ile os metatarsale I'in boyunun ölçümü.



Şekil 3.10. Os metatarsale I'in korpusunun en ince yerinin ölçümü.

Tablo 3.2. Os metatarsale I'den alınan parametreler

<u>Os metatarsale I den alınan parametreler</u>
Metatarsın boyu
Proksimal uç boyutu (Yükseklik Genişlik)
Distal baş boyutu (Yükseklik Genişlik)
En ince yerinin boyutu (Yükseklik Genişlik)
Proksimal uçtan 2 cm distaldeki boyutu-metafiz boyutu (Yükseklik Genişlik)
Distal baştan 2 cm proksimaldeki boyutu-metafiz boyutu (Yükseklik Genişlik)

PL tendonu yapışma yerinin distalininden proksimal eklem yüzüne olan mesafe
PL tendon yapışma alanı uzunlamasına enine boyutları (Yükseklik Genişlik)
TA tendonu yapışma yerinin distalinden proksimal eklem yüzüne olan mesafe
TA tendon yapışma alanı uzunlamasına enine boyutları (Yükseklik Genişlik)
Proksimal eklem yüzünün boyutları (Yükseklik Genişlik)
Distal eklem yüzünün boyutları (Yükseklik Genişlik)

Bütün ölçümler yapıldıktan sonra SPSS 15.0 for windows'ta istatistiksel işlemler yapıldı. Önce korelasyon analizi için pearson korelasyonu yapılarak anlamlılık düzeyleri değerlendirildi. Daha sonra değişkenlerin birbirleriyle ilişkilerinin olup olmadığını belirlemek için Paired sample t testi yapıldı.

4. BULGULAR

Çalışmamız, herhangi bir ayak deformitesi olmayan ve iskemik sebeplerle ampute edilmiş 32 alt ekstremitte üzerinde yapıldı. Bu alt ekstremitelerden 12'si (%37,5) kadın, 20'si (%62,5) erkek hastalara aitti. İncelenen 32 alt ekstremiteden 21'i sağ, 11'i ise sol alt ekstremiteye aitti.

4.1. Ayak morfometrik bulguları

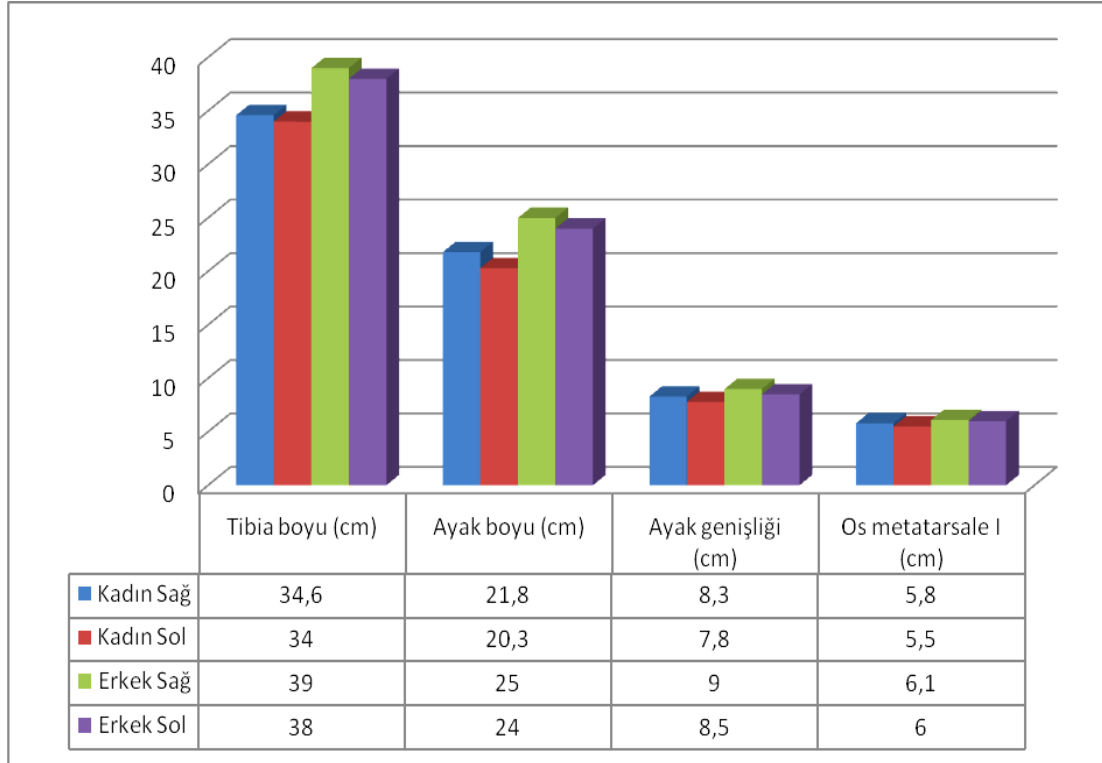
Çalışma grupları cinsiyetlerine ve sağ-sol ayrımlarına göre gruplandırıldı. Sonra ayak uzunlukları, ayak genişlikleri, tibia ve os metatarsale I'in boyları ölçüldü. Kadınların Tibia boylarının 34,3 cm, ayak boylarının 21 cm, ayak genişliğinin 8 cm ve os metatarsale I'in boyunun 5,6 cm olduğu, erkeklerde ise tibia'nın 37,5 cm, ayak boyunun 24,5 cm, ayak genişliğinin 8,7 cm ve os metatarsale I'in ise boyu 6 cm olarak ölçüldü (Tablo 4.1.). Tablo 4.1. de de gösterildiği gibi erkeklerin bütün değerleri kadınlara göre daha yüksek bulunurken erkeklerin sağ ekstremitelerinin de sola göre daha büyük olduğu görüldü.

Tablo 4.1. Tibia, Ayak boyu, Ayak genişliği ve os metatarsale I'in uzunluğu

Bireyler	Taraf	Tibia boyu (cm)	Ayak boyu (cm)	Ayak genişliği (cm)	Os metatarsale I (cm)
Kadın	Sağ	34,6±1,3	21,8±0,8	8,3±0,4	5,8±0,4
	Sol	34±1,4	20,3±1	7,8±0,3	5,5±0,2
Ortalama		34,3±1,2	21,0±0,9	8±0,4	5,6±0,3
Erkek	Sağ	39±2	25±1,6	9±0,3	6,1±0,5
	Sol	38±2,3	24±1,8	8,5±1,2	6±0,6
Ortalama		37,5±2,2	24,5±1,7	8,7±0,7	6±0,5

AO±SD

Her iki cinsiyette sağ tarafın, sol tarafa göre istatistiksel olarak daha büyük olduğu (Şekil 4.1.), ayrıca os metatarsale I'in boyu ile tibia boyu, ayak boyu ve ayak genişliği arasında pozitif bir korelasyon bulunduğu görüldü. Sağ ve sol taraf arasında ve tibia uzunluğu ile ayak uzunluğu arasında herhangi bir korelasyon bulunmadı.



Şekil 4.1 . Tibia, Ayak boyu, Ayak genişliği ve Os metatarsale I'in karşılaştırılması

4.2. PL ve TA tendon sonuçları

PL ve TA kaslarının os metatarsale I ile ilişkisini ortaya koyabilmek için tablo 4.2'de gösterildiği gibi kasların ve tendonların tendon uzunlukları, kas liflerinin insersiyoyaya olan uzaklıkları, tendonların insersiyodaki ve TTE seviyesindeki boyutları ölçüldü. PL ve TA kasları her ne kadar bacağıın farklı yerlerinde bulunsalar da tendon

uzunlukları ve boyutlarının birbirleriyle ilişkili olduğu görüldü. İnsersiyon noktalarında da hem os metatarsale I üzerinde yapıştıkları yer hem de os metatarsale I'in proksimal ucuna olan uzaklıkları birbirleriyle ilişki göstermekteydi.

Tablo 4.2. M. peroneus longus (PL) ve m. tibialis anterior'dan (TA) ölçümler sonucu elde edilen veriler.

BİREYLER	TARAF	Tendonun uzunluğu (cm)		Kas liflerinin insersiyoya olan uzaklığı (cm)		Tendonun insersiyodaki boyutu (mm)		Tendonun TTE seviyesindeki boyutu (mm)		
		PL	TA	PL	TA	PL	TA	PL	TA	
KADIN	SAĞ	1	24,5	25	19	18	10x3	14x4	9x3	10x3
		2	23,5	19,5	25	10,5	7x4	10x4	6x3	9x4
		3	24	23	18	17,5	9,5x3	13,5x3,5	8,5x2,5	9,5x3
		4	33	20	19	14	12x4	6x3	9x4	11x4
		5	22,5	17	17	13	13x5	13x3	13x5	9x4
		6	22,5	17	17	13	13x5	13x3	13x5	9x4
	7	36	17	22	9	6x9	12x4	9x4	9x4	
	8	32	22	26	13	6x3	10x2	7x4	7x3	
	9	28	17	21	12,5	8x3	9x4	8x3	9x4	
	10	SOL	35	20,5	24	14	12x5	10x6	14x4	8x4
	11		35	20,5	24	14	12x5	10x6	14x4	8x4
	12		30,5	22	23,5	13,5	14x4	8x4	9x5	7,5x3,5
ERKEK	SAĞ	1	39	22	28	15	13x5	14x4	8x4	10x4
		2	39	18	23,5	14	11x5	12x4	11x5	10x4
		3	35	24	17	9,5	7x3	13x3	8,5x4	8x3
		4	23	16	13,5	12	8x4	12,5x4	7x4	7x4
		5	41	27	19	9,5	8x4	15x3	9x4	9x3
		6	39	17	14	11	7x4	13x3	7x4	8x4
		7	21,5	19	16	11	9x4	12x3	10x4	10x4
		8	34	22	11,5	11	12x3	15x2	10x4	7x3
		9	29	17,5	20,5	14	11x5	11x4	8x3	10x4
		10	32	22,5	24	14	8x4	12x5	12x3	9x4
		11	31	20	26	10	10x6	11x11	10x4	8x4
		12	32	20	26	10	10x6	11x11	10x4	8x4
	13	SOL	32,5	21,5	21,5	14,5	9x5	11x3	9x4	7x7
	14		27	19	24	15	11x5	12x4	11x5	10x4
	15		27	20	18,5	13,5	7x4	14x3	6x3	8x3
	16		39	17	14	11	7x4	13x3	7x4	8x4
	17		32	22,5	24	14	8x4	12x5	12x3	9x4
	18		32	22,5	24	14	8x4	12x5	12x3	9x4
	19		33	20,5	20	13,5	12x6	12x12	8x4	9x5
	20		31	20	24	9	10x5	10x10	10x3	8x4

PL'un tendon uzunluğu kadınlarda 30,4 cm iken erkeklerde 32 cm, TA'un tendon uzunluğu kadınlarda 20,3 cm iken, erkeklerde 20,6 cm idi. PL tendonunun insersiyodaki boyutu kadınlarda 10,2x4,4 mm, erkeklerde 9,2x4,5 mm, TA tendonunun insersiyodaki boyutu ise kadınlarda 10,7x3,8 mm, erkeklerde 12,3x5,1 mm olarak ölçüldü (Tablo 4.3).

Kadınlara PL kasının, tendonunun insersiyoyaya yapışma yerindeki boyutlarının ve tendonun TTE seviyesindeki boyutlarının sol tarafta daha büyük olduğu görüldü. Erkeklerde ise aynı ölçümler yapıldığında sağ ve sol taraf arasında belirgin bir fark yoktu. İstatistiksel analizde ise kadın-erkek veya sağ-sol taraf arasında herhangi bir fark bulunamadı. PL ve TA'nın tendon uzunlukları arasında sıkı bir korelasyonun olduğu ($p \leq 0,01$, $r = 0,48$) görüldü. Ayrıca PL ve TA tendonlarının uzunlukları ile TTE seviyesindeki boyutları arasında negatif bir korelasyon olduğu belirlendi ($p \leq 0,05$, $r = -0,34$). Yani tendon uzunluğu artıkça tibiotalar eklem seviyesindeki boyutlar azalmaktaydı. İnsersiyon noktalarındaki boyutlar ile TTE seviyesindeki boyutlar arasında da sıkı bir korelasyon bulunmaktaydı ($p \leq 0,01$, $r = 0,40$).

Tablo 4.3. PL ve TA'da yapılan ölçümlerden elde edilen verilerin ortalamaları.

Cinsiyet	Taraf	Tendonun uzunluğu (cm)		Kas liflerinin insersiyoya olan uzaklığı (cm)		Tendonun insersiyodaki boyutu (mm)		Tendonun TTE seviyesindeki boyutu (mm)	
		PL	TA	PL	TA	PL	TA	PL	TA
Kadın	Sağ	27,3 ±5	19,7±3	20,4±3	13,3±2	9,3x4,3	11,1x 3,3	9,1x 3,7	9,1x3,6
	Sol	33,5 ±2	21±0,8	±0,2	±0,2	12,6x 4,6	9,3x 5,3	12,3x 4,3	7,6x3,8
Toplam ortalama		30,4 ±7	20,3±5	22,1±5	13,5 ±0,2	10,2x 4,4	10,7x3,8	9,9x3,8	8,8x3,7
Erkek	Sağ	32,±5	20,2±4	19,9±3	11,75±1	9,5±1x 4,4±0,9	12,6x 4,7	9,2x3,9	8,6x 3,7
	Sol	32,±2	21,1±2	22,2±3,6	13,0±2	9x4,6	12x5,6	9,3x3,6	8,5x4
Toplam ortalama		32,±6	20,6±4	3,6	21,5± 1,8	12,3±	9,2x4,5	12,6x5	9,2x 3,7

TA: M. tibialis anterior, PL: M. peroneus longus, TTE: Tibiotalar eklem
AO±SD

4.3. Os metatarsale I'in morfometrik sonuçları

Os metatarsale I'den alınan parametrelerden elde edilen ölçüm sonuçları ise tablo 4.4'de gösterilmiştir. Her iki cinsiyette proksimal uç boyutu distal baş boyutundan, proksimal eklem yüzü boyutu distal eklem yüzü boyutundan daha büyük olduğu görüldü. Metafiz boyutları ise proksimal ucun 1,5 cm distalinden, distal metafiz boyutu ise distal ucun 1,5 cm proksimalinden alındı. Kadınlarda proksimal ile distal metafiz boyutu arasında herhangi bir fark bulunmazken erkeklerde distal metafiz boyutunun proksimale göre daha büyük olduğu görüldü. PL tendonunun kadınlarda ortalama 9,1 mm proksimale, erkeklerde ise 10,5 mm proksimale kadar tutunduğu, TA tendonunun ise kadınlarda 12,7 mm, erkeklerde ise 13 mm proksimalden distale kadar indiği ölçüldü.

Proksimal uç boyutu, distal baş boyutu ve en ince yer arasında, proksimal eklem yüzü boyutu ile distal eklem yüzü boyutu arasında istatistiksel olarak anlamlılık bulundu ($p \leq 0,01$). Ayrıca PL tendonunun distale olan uzaklığı ile proksimal ve distal metafiz boyutları arasında ($p \leq 0,05$) da istatistiksel olarak anlamlılık bulundu.

Tablo 4.4. Os metatarsale I'den alınan parametrelerin sonuçları

Cinsiyet	Taraf	P uç boyut (mm)	İnce yerin boyut (mm)	D baş boyut (mm)	P metafiz boyut (mm)	D metafiz boyut (mm)	P eklem yüz boyut (mm)	D eklem yüz boyut (mm)	PL tendon mesafe (mm)	TA tendon mesafe (mm)
Kadın	Sağ	26x22	14x15	22x21	20x18	20x19	27x15	19x20	9,3	13,5
	Sol	25x19	14x13	21x20	19x17	19x18	25x14	18x17	9	12
Ortalama		25,5x20,5	14x14	21,5x20,5	19,5x17,5	19,5x18,5	26x14,5	18,5x18,5	9,1	12,7
Erkek	Sağ	30x22	15x15	24x25	23x20	25x23	29x16	23x20	13	14
	Sol	30x22	15x15	23x25	18x17	24x23	31x16	25x18	8	12
Ortalama		30x22	15x15	23,5x25	20,5x18,5	24,5x23	30x16	24x19	10,5	13

Os metatarsale I, % 40,6 oranında yani 13 kişide (7 erkek 6 kadın) yuvarlak başlı, % 28,1 oranında yani 9 kişide (6 erkek 3 kadın) kubbe şeklinde, % 32 oranında yani 10 kişide (7 erkek 3 kadın) ise düz başa sahipti. İstatistiksel analiz sonucunda Pearson korelasyon testi ile baş şekli ve MTFE arasında istatistiksel olarak negatif bir korelasyonun olduğu görüldü ($p \leq 0,05$).

Os metatarsale I'in baş şekli ile ilgili istatistiksel olarak en çarpıcı sonuçlardan biri ise PL tendonunun insersiyon noktasındaki boyutları ile sıkı bir ilişki gösteriyor olmasıydı. Yani metatarsal kemiğin başının şekillenmesinde MTFE açısının yanı sıra PL tendonunun boyutları da etkili olmaktadır.

4.4. MTFE, MKE ve NKE açıları

Horizontal planda art. metatarsophalangea'nın kadınlarda $4,5^{\circ}$ - 10° arasında, erkeklerde ise $3,8^{\circ}$ - $9,9^{\circ}$ arasında, art. metatarsocuneiforme'nin kadınlarda $5,1^{\circ}$ - $12,6^{\circ}$, erkeklerde $2,7^{\circ}$ - $12,3^{\circ}$ arasında, art. naviculocuneiforme'nin ise kadınlarda $2,1^{\circ}$ - $9,4^{\circ}$, erkeklerde ise 3° - $11,4^{\circ}$ arasında olduğu görüldü. intermetatarsal açı ise kadınlarda 6° - $11,2^{\circ}$ erkeklerde ise $5,5^{\circ}$ - 11° arasında değişiklik göstermekteydi (Tablo 4.5). Sagittal düzlemde alınan ölçümler ise horizontal düzlemdeki ölçümlerin teyit edilmesi amacıyla alındığından ve sonuçlar arasında korelasyon bulunduğu için ayrıca belirtilmedi.

Tablo 4.5. HORIZONTAL ve SAGİTAL düzlemde MTFE, MKE ve NKE açılarının değerlendirme sonuçları (ölçüm birimi: derece (°) IMA: Intermetatarsal açısı)

BİREY	TARAF	HORIZONTAL DÜZLEMDE						SAGİTAL DÜZLEMDE						IMA	
		MTFE A1	MKE A1	NKE A1	MTFE A2	MKEA2	NKE A2	MTFE A1	MKEA1	NKEA1	MTFE A2	MKE A2	NKEA2		
Kadın	SAĞ	1	4,5	12,6	2,1	92,1	103,4	90,9	14,4	27,3	5,2	76	60,1	75,5	9,1
		2	5,8	2,7	4,7	94,3	96,5	88,9	6,4	15,7	5,3	68,8	69,9	77,7	,8
		3	5,4	7,8	6,9	98,6	92,6	105,1	4,5	28,4	8,6	89	63	83	6,8
		4	4,8	6,5	6	92	91	100	4	25	8	88	60	80	6
		5	5,8	5,2	3,5	97,1	94,8	88	2,5	27,7	6,7	91,8	62,7	60,5	11,2
		6	9,9	7	9,4	89,2	85,2	95,3	12,4	13,2	9,8	70,3	70,4	69,9	9,5
		7	10	6,5	9,4	88,5	84	95,3	12,4	13,2	9,8	70,3	70,4	69,9	9,5
		8	9,9	7	9,4	89,2	85,2	96	12,2	13	9,8	74	72	77	9,5
	9	SOL	5,3	7,5	6,5	97,6	91,6	104,1	5	27,4	8,8	90	60	80	6,8
	10		5,7	5,1	3	95	92	85	2,5	27,7	6,7	91,8	62,7	60,5	11,2
	11		6,1	5,5	3,5	98	95	89	3,5	30	7	94	63	58,8	12
	12		10	8	9,4	89,2	85,2	95,3	12,4	13,2	9,8	70,3	70,4	69,9	9,5
Erkek	SAĞ	1	5,2	5,8	3	90	90,9	89,8	8,1	30,3	5,5	64,9	59,3	84,3	10,7
		2	9,2	12,3	3,9	99,3	99,1	95	14	30,6	25,2	49,1	48,6	59,8	11
		3	7,4	6,3	3,5	90,2	91	88,8	7,5	25,3	6,6	65,9	60,5	78,9	5,5
		4	7,9	8,1	5,4	95,7	92	90	9,3	17,1	27,4	68,3	70,1	60,2	8,5
		5	7,3	5,5	4,1	89,3	88,4	95,9	9	14,8	12,8	81,5	71,7	81,4	8,9
		6	7,7	5	4,8	90,1	89,9	99,5	9,5	15,4	13,4	80	70,4	82,3	9,6
		7	7,3	7,7	5,4	91,9	94,8	91,7	9,3	17,1	27,4	68,3	70	60	8,5
		8	8	8	6	99	94,8	92	9,3	17,1	27,4	68,3	70,1	60,2	8,5
		9	7,9	8,1	4	83,6	92,2	95,8	7,8	22,8	22,5	86,6	65,6	68,9	7,5
		10	6,9	4,5	7,1	97,1	83,4	92,3	8,12	39,3	27,5	77,3	64,9	68	5,4
		11	7	8,5	11	93,8	95,9	102	9,7	24,7	11,2	71	60	60	7,9
		12	9,3	2,7	11,4	101	92,7	98,4	15,7	27,9	34,7	72,8	60,9	56,2	6,8
	13	SOL	8,5	6,6	7,4	88,2	91,3	99,6	4	11,1	4,7	88,3	56	82,4	9,9
	14		3,2	8,6	6	89,6	75,7	78,7	5,8	18,6	3,5	67,8	44,5	78,7	9,9
	15		9,9	10,3	4,7	90,1	70,1	78,9	6	17,9	4,8	71,3	45,6	79,8	9,3
	16		3,8	9,6	6	89,6	76,4	77,7	5,8	18,6	4,6	56,7	43	62,1	8,4
	17		5,3	6,5	4,7	97,1	103,1	91,5	7,4	12,7	24	63,5	59,5	61,6	7,4
	18		9,4	8,4	6,5	94,5	94,8	92	9,3	17,1	27,4	68,3	70,1	60,2	8
	19		7,2	8,5	11	93,8	95,9	102	9,7	24,7	11,2	71	60	60	7,9
	20		9,3	2,7	12	99	94	99	16	28,1	35,4	72,8	61,2	58,2	9

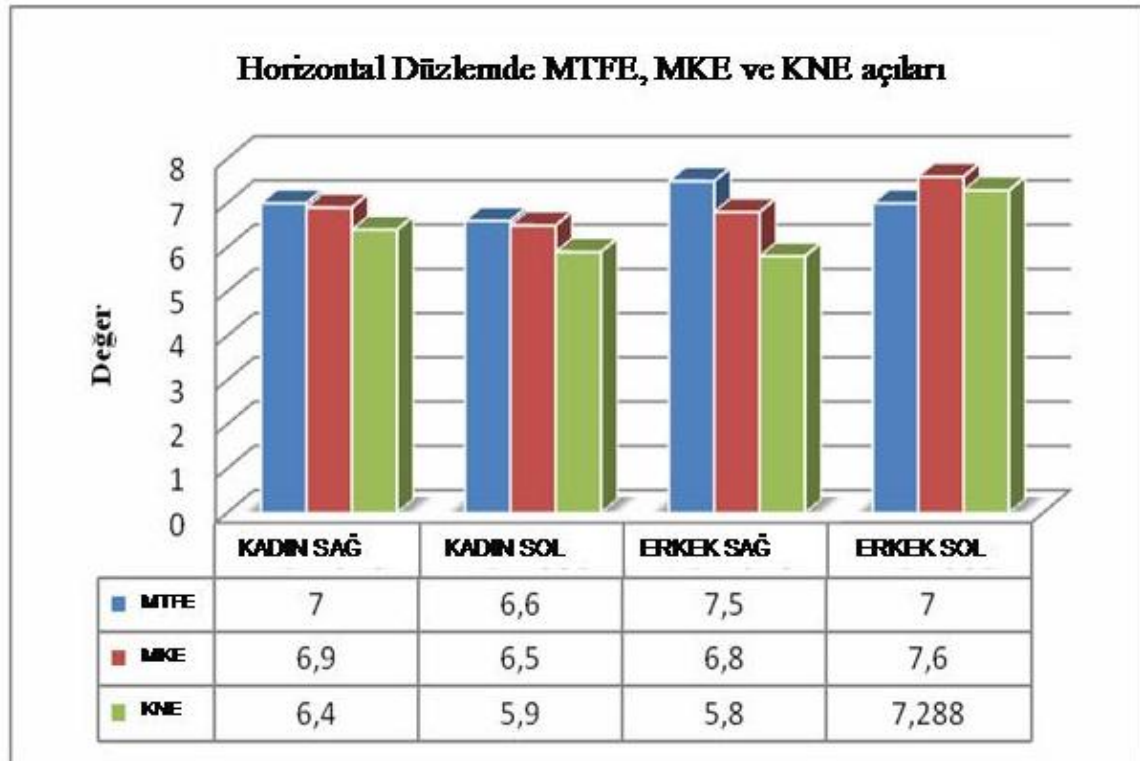
Horizontal plan ölçümleri değerlendirildiğinde MTFE açısının kadınlarda ortalama $6,8^\circ$, erkeklerde $7,2^\circ$ olduğu; MKE açısının kadınlarda $6,7^\circ$, erkeklerde $7,2^\circ$ olduğu görüldü. NKE açısının ise kadınlarda $6,1^\circ$, erkeklerde $6,5^\circ$ olduğu bulundu. IMA da kadınlarda $8,7^\circ$, erkeklerde ise $8,3^\circ$ şeklindeydi (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. HORIZONTAL ve SAGİTAL düzlemde os metatarsale I'in ayak yapısındaki eklem açıları (IMA: Intermetatarsal açı)

BİREY	TARAF	HORIZONTAL DÜZLEMDE						SAGİTAL DÜZLEMDE						IMA
		MTFE A1	MKE A1	NKE A1	MTFE A2	MKE A2	NKE A2	MTFE A1	MKE A1	NKE A1	MTFE A2	MKE A2	NKE A2	
Kadın	SAG	7,0	6,9	6,4	92,6	91,5	94,9	8,6	20,4	7,9	78,5	66,0	74,1	8,9
	SOL	6,6	6,5	5,9	86,9	85,3	88,1	7,5	20,6	7,5	75,8	61,1	67,4	8,6
Ortalama		6,8	6,7	6,1	89,7	88,4	91,5	8	20,5	7,7	77,1	63,5	70,7	8,7
Erkek	SAG	7,5	6,8	5,8	93,4	92,0	94,2	9,7	23,5	20,1	71,1	64,3	68,3	8,2
	SOL	7,0	7,6	7,288	92,7	87,6	89,9	8	18,6	14,4	69,9	54,9	67,8	8,7
Ortalama		7,2	7,2	6,5	93	89,8	92	8,8	21	17,2	70,3	59,6	68	8,4

MTFE, MKE ve NKE açılarının Metatars shaftı eksenine ile yaptığı açı ile Metatars uzun eksenine-topuk ortasından geçen ayak orta hattı ile yaptığı açıların birbirleri ile uyumluluk gösterdikleri ve açılar arasında paralellik olduğu görüldü. (Şekil 4.2.). Örneğin Horizontal düzlemde MTFE A1 kadınlarda $6,8^\circ$, MKE A1 ise $6,7^\circ$ idi. MTFE, MKE ve NKE'nin metatars uzun eksenine-topuk ortasından geçen ayak orta hattı ile yaptığı açılar (A2) sırayla $89,7^\circ$, $88,4^\circ$ ve $91,5^\circ$ idi.

Yine kadınlarda MTFEA1 $89,7^\circ$ iken MKEA1 $88,4^\circ$ olarak bulundu. Aynı sonuçlar NKE $6,1^\circ$ NKEA ise $91,5^\circ$ olarak bulundu Fakat sadece MKE açısının MTFE ve NKE açılarından farklı değerler gösterdiği sonucuna ulaşıldı.



Şekil 4.2. Horizontal düzlemde MTFE, MKE ve NKE açıları

Pearson korelasyon testi ile Horizontal düzlemde MTFE - NKE arasında, MKEA-NKEA1 arasında ve MTFEA1 – MKEA1 arasında istatistiksel anlamlılık bulundu ($p \leq 0,01$). Açılar arasındaki korelasyon Tablo 4.7’de verilmiştir. Benzer anlamlılık sagittal düzlemde yapılan ölçümlerde de görülmüştür (Tablo 4.8).

Tablo 4.7. Pearson korelasyon testi ile MTFE, MKE ve NKE açılarının Horizontal ve sagital planda ilişkilerinin belirlenmesi

	HORIZONTAL						SAGİTAL					
	MTFE A1	MKE A1	NKE A1	MTFE A2	MKE A2	NKE A2	MTFE A1	MKE A1	NKE A1	MTFE A2	MKE A2	NKE A2
Horizontal	MTFE A1		,480 (**)				,575 (**)		,409 (*)		,393 (*)	
	MKE A1										-,404 (*)	
	NKE A1	,480 (**)			,494 (**)		,491 (**)					
	MTFE A2				,461 (**)			,515 (**)	,473 (**)			-,504 (**)
	MKEA2				,461 (**)							
	NKEA2			,494 (**)		,455 (**)						,427 (*)
	MTFE A1	,575 (**)		,491 (**)					,524 (**)	-,532 (**)		
	MKEA1				,515(**)							
Sagital	NKEA1	,409 (*)			,473(**)		,524 (**)					-,602 (**)
	MTFE A2						-,532 (**)					
	MKEA2											
	NKEA2								-,602 (**)			

* $p \leq 0,05$

** $p \leq 0,01$

4.5. Genel Değerlendirme

Alınan bütün parametrelerin birbirleriyle anlamlılık gösterip göstermedikleri ayrıntılı olarak tablo 4.8’de verilmiştir.

Cinsiyet: Ayak boyu ($p \leq 0,01$), ayak genişliği ($p \leq 0,05$), proksimal uç ve distal baş boyutu ($p \leq 0,01$), proksimal ve distal eklem yüzü boyutu ($p \leq 0,01$) ve TA tendonunun insersiyodaki boyutu arasında istatistiksel anlamlılık bulunmaktadır.

Ayak genişliği: Cinsiyet ($p \leq 0,01$), metatars boyu ($p \leq 0,01$), distal baş boyutu, proksimal ve distalden metafiz boyutu ($p \leq 0,05$), PL tendonunun TTE seviyesindeki ve insersiyodaki boyutu ($p \leq 0,01$) ile istatistiksel anlamlılık göstermektedir.

Tibia boyu: HORIZONTAL DÜZLEMDE MKE açısı ve NKE açısı ($p \leq 0,01$) ile istatistiksel anlamlılık göstermektedir. Fakat tibia boyu proksimal eklem yüzü boyutu ve art. metatarsocuneiforme açısı ile negatif bir korelasyona sahiptir. Yani tibia uzunluğu arttıkça açı küçülmekteydi.

Metatars boyu: Ayak genişliği, proksimal ve distal eklem yüzü boyutu, proksimal ve distal metafiz boyutu, proksimal uç ve distal uç boyutu ile istatistiksel anlamlılık göstermektedir ($p \leq 0,01$). Boyutlar arttıkça metatars boyu da artmaktaydı.

Proksimal uç boyutu: Cinsiyet, en ince yerdeki boyut ($p \leq 0,01$), distal baş boyutu ($p \leq 0,05$), PL ($p \leq 0,05$) ve TA tendon uzunluğu ($p \leq 0,01$), proksimal eklem yüzü boyutu, Horizontal planda MKE ve bu eklemin açısı ($p \leq 0,05$) ile istatistiksel anlamlılık göstermektedir.

PL insersiyosunun proksimal uca olan mesafesi: TA tendonunun insersiyodaki boyutu, proksimal ve distal metafiz boyutu ($p \leq 0,01$), PL tendonunun insersiyodaki boyutu ile ($p \leq 0,05$) anlamlılık göstermektedir.

PL tendon uzunluğu: Kadın ve Erkeklerde ($p \leq 0,01$), proksimal uç boyutu ($p \leq 0,05$), TA tendon uzunluğu ($p \leq 0,05$), Sagital düzlemde NKE açısı ($p \leq 0,05$) arasında anlamlı korelasyon belirlendi.

TA tendon uzunluğu: Proksimal uç boyutu ve PL tendon uzunluğu arasında $p \leq 0,01$ oranında anlamlılık görüldü.

Proksimal eklem yüzünün boyutu: Cinsiyet ($p \leq 0,05$), ayak boyu ($p \leq 0,05$), ayak genişliği ($p \leq 0,01$), metatars boyu ($p \leq 0,01$), proksimal uç boyutu, distal baş boyutu ($p \leq 0,01$), proksimal-distal metafiz boyutu ($p \leq 0,01$) ve TA tendonunun insersiyon noktasındaki boyutu ($p \leq 0,05$) ile istatistiksel anlamlılık tespit edildi.

Tablo 4.8. Bütün parametrelerin birbirleriyle korelasyonları.

Parametreler	$p \leq 0,01$	$p \leq 0,05$
Cinsiyet	Proksimal uç boyutu, distal baş boyutu, D eklem yüzü boyutu, Sagital NKEA1, TA tendonunun insersiyodaki boyutu	Ayak genişliği, PL tendonunun uzunluğu, P eklem yüzü boyutu, Sagital MTFEA2,
Ayak boyu	Cinsiyet, Distal baş boyutu, TA tendonunun insersiyodaki boyutu	Proksimal ve distal eklem yüzü boyutu, baş şekli, Sagital MTFE A1, Sagital NKE A1,
Ayak genişliği	Cinsiyet, metatars boyu, distal baş boyutu, proksimal ve distal eklem yüzü boyutu, Sagital MTFEA2, Sagital NKEA2, PL tendonunun TTE deki boyutu	Distal metafiz boyutu, Sagital NKE A1, PL tendonunun insersiyodaki boyutu
Tibia boyu	Proksimal eklem yüzü boyutu,	Horizontal MKEA1, Sagital NKEA2

Metatars boyu	Proksimal ve distal eklem yüzü boyutu,	Proksimal ve distal metafiz boyutu,
Proksimal uç boyutu	Cinsiyet, en ince yer boyutu, proksimal eklem yüzü boyutu, PL ve TA tendonlarının proksimal uca olan uzaklıkları, Horizontal MKEA1	Proksimal ve distal metafiz boyutu, Horizontal MKEA2, Sagital MKEA2,
En ince yer boyutu	Proksimal ve distal eklem yüzü boyutu, proksimal uç ve distal baş boyutu	
Distal uç boyutu	Proksimal uç boyutu, en ince yerin boyutu, proksimal metafiz boyutu	Distal eklem yüzü boyutu, Horizontal MKEA2, Sagital NKEA2
Proksimal metafiz boyutu	Distal baş boyutu	En ince yerin boyutu,
Distal metafiz boyutu	Ayak genişliği, proksimal ve distal eklem yüzü boyutu,	Metatars boyu,
PL tendon mesafesi	Cinsiyet, TA tendon tendonlarının proksimal uca olan uzaklıkları,	Proksimal uç boyutu, Sagital NKEA1
TA tendon mesafesi	Proksimal uç boyutu, PL tendon mesafesi	Ayak boyu
Proksimal eklem yüzünün boyutu	Cinsiyet, ayak boyu, proksimal baş boyutu, distal metafiz boyutu, distal eklem yüzünün boyutu	Ayak genişliği, metatars boyu, proksimal baş boyutu, en ince yer boyutu
Distal eklem yüzünün boyutu	Cinsiyet, ayak genişliği, metatars boyu, Proksimal eklem yüzünün boyutu,	Ayak boyu, TA tendonunun insersiyodaki boyutu, Sagital NKEA1, PL tendonunun insersiyodaki

		boyutu
Horizontal MTFE A1	Horizontal NKEA1, Sagital MTFEA1,	Sagital MKEA2, Sagital NKEA1, PL tendonunun insersiyodaki boyutu, TA tendonunun TTE deki boyutu
Horizontal MKEA1	Proksimal baş boyutu,	Sagital MKEA2, TA kas liflerinin insersiyoya olan uzaklığı
Horizontal NKEA1	Horizontal MTFE, Horizontal NKEA2, Horizontal MKEA1,	TA kas liflerinin insersiyoyaya olan uzaklığı, TA tendonunun insersiyodaki boyutu
Horizontal MTFEA2	Sagital MKE A1, Sagital NKEA2, PL tendonunun insersiyodaki boyutu	Horizontal MKEA2, Sagital NKE A1, TA tendonunun insersiyodaki boyutu,
Horizontal MKEA2	Horizontal NKEA2,	Tibia boyu, proksimal uç boyutu, en ince yerin ve distal başın boyutu, Horizontal MTFEA2,
Horizontal NKEA2	Horizontal NKEA1, Horizontal MKEA2, Sagital MKEA2,	en ince yerin ve distal başın boyutu, TA tendonunun insersiyodaki boyutu,
Sagital MTFE	Proksimal baş boyutu, Horizontal MTFEA1, Horizontal NKEA1, Sagital NKE A1,	Ayak boyu, PL tendonunun insersiyodaki boyutu (negatif)
Sagital MKE	Horizontal MTFEA1,	PL ve TA tendonunun insersiyodaki boyutu, PL

		tendonunun insersiyodaki boyutu
Sagital NKE	Cinsiyet, distal eklem yüzü boyutu,	Ayak boyu, ayak genişliği, PL tendon mesafesi, proksimal eklem yüzü boyutu, Horizontal MTFE A1, Horizontal MTFE A2, Sagital MTFE A2, Sagital NKEA2,
Sagital MTFEA2	Ayak genişliği, Sagital MTFEA1, TA ve PL tendonunun insersiyodaki boyutu	Ayak boyu, proksimal uç boyutu,
Sagital MKEA2	Proksimal ve distal baş boyutu, Horizontal NKEA2,	Horizontal MKEA1
Sagital NKEA2	Ayak genişliği, tibia boyu, Horizontal MTFEA2, Sagital NKEA1, TA tendonunun insersiyodaki boyutu	Distal baş boyutu, PL tendonunun TTE seviyesindeki boyutu
PL tendon uzunluğu		Proksimal uç boyutu,
TA tendon uzunluğu		TA kas liflerinin insersiyoya uzaklığı, TA tendonunun TTE seviyesindeki boyutu
PL tendonunun insersiyodaki boyutu	TA tendonunun insersiyodaki boyutu, Sagital MTFEA2	Baş şekli, horizontal MTFE A1
TA tendonunun insersiyodaki boyutu	PL tendonunun insersiyodaki boyutu, Sagital NKEA2,	Horizontal MTFE A1, Distal baş boyutu

İstatistiksel analiz sonucunda, halluks valgus, halluks varus, halluks rijidus ve pek çok ortopedik problemlere sebep olan MTFE açısının os metatarsale I'in baş

şeklinden etkilenebileceği belirlendi. Metatars boyunun tibia boyu ile ilişkili olduğu, ayrıca PL tendonunun uzunluğunun da metatars boyunu etkilediği görüldü. PL tendonunun sadece uzunluğu değil aynı zamanda os metatarsale I'e tutunma mesafesi ve tutunduğu yerdeki boyutunun, hem metatarsın uzunluğunu hem de doğrudan MTFE açısını etkileyebileceği sonucuna varıldı. Çünkü paired sample's t testi ile yapılan analiz sonucunda tablo 4.9'da belirtildiği gibi özellikle PL kasının art. metatarsophalangea'nın açılanması üzerinde etkili olduğu görüldü. En dikkat çekici sonuçlardan biri PL tendonunun insersiyodaki boyutu arttıkça art. metatarsophalangea'nın horizontal doğrultudaki açısı (anteroposterior plan) küçülmekteydi. Yani aralarında negatif korelasyonun varlığı tespit edildi.

Tablo 4.9. Os metatarsale I'in bazı önemli değişkenlerle ilişkisi.

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Ortalama	Std. sapma	Std hata ortalaması	95% güven aralığı değerleri				
				Üst	Alt			
Baş şekli- Horizontal MTFEA1	-5,38500	2,12981	0,47624	-6,38178	-4,38822	-11,307	19	0,000
Tibia boyu - Metatars boyu	-40,63500	20,49876	4,58366	-50,22872	-31,04128	-8,865	19	0,000
Metatars boyu - PL tendon mesafesi	51,47692	6,56356	1,82040	47,51061	55,44324	28,278	12	0,000
Horizontal MTFEA2 – PL tendon uzunluğu	60,78947	6,38443	1,46469	57,71228	63,86667	41,503	18	0,000
Horizontal MTFEA1 - PL tendonunun insersiyö noktasındaki boyutu	-1,92105	3,04404	0,69835	-3,38823	-0,45387	-2,751	18	0,013
Metatars boyu – PL tendon uzunluğu	30,22105	6,19709	1,42171	27,23415	33,20796	21,257	18	0,000
Horizontal MTFEA1- Proksimal eklem yüzü boyutu	22,61000	3,75582	0,83983	20,85222	24,36778	26,922	19	0,000
Proksimal eklem yüzü boyutu - PL tendon uzunluğu	-1,18947	5,28466	1,21238	-3,73660	1,35765	-0,981	18	0,340

5. TARTIŞMA

Ayakta meydana gelebilecek herhangi bir deformite veya fonksiyon yetersizliği sadece ağrı/acı şeklinde karşımıza çıkmakla kalmayacak, herşeyden önce bireyin yaşam kalitesini etkileyecektir. Cerrahi olarak halluks valgus, halluks varus, metatarsus primus ve metatarsus varus en fazla görülen ayak deformitelerini oluşturmaktadır. Bu deformitelerin birincil ve doğrudan sebebi ise os metatarsale I ile art. metatarsophalangea'daki bütünlük ve fonksiyon kaybıdır. Ayrıca bu deformitelerin hepsi birbirinden farklıdır ve yürümede farklı sonuçlar doğurmaktadır. Bundan dolayı ilgili problemleri tedavi etmek için bir fikir birliği bulunmamaktadır. Ancak tedaviye yönelik olarak bilim adamları tarafından çeşitli algoritmalar geliştirilmiştir. Bu tekniklerden en sonuncusu HRUS olarak adlandırılan yüksek çözünürlüklü ultrason ile henüz os metatarsale I'in normal anatomik yapısı bozulmadan özellikle gut ve diyabetli hastalarda teşhise yönelik incelemelerdir (Wright 2014).

Çalışmamızda herhangi bir ayak deformitesi bulunmayan yetişkin bireylerde os metatarsale I'in morfolojik anatomisi, art. metatarsophalangea ve sıkı ilişkileri olduğunu düşündüğümüz m. peroneus longus ile m. tibialis anterior'un os metatarsale I ile olan etkileşimini araştırmak amaçlanmıştır.

Sadece kemik yapı olarak baktığımızda bizim çalışmamıza benzer olarak El said ve ark (2006) os metatarsale I'in anatomik varyasyonlarını incelemek amacıyla 478 metatarsal kemik üzerinde çalışma yapmışlar ve bu amaçla kemiğin uzunluğunu, genişliğini, shaftın orta bölgesini, PMAA, DMAA açılarını incelemişlerdir. Ancak PMAA ve DMAA hariç diğer parametre sonuçlarını vermemişlerdir. Fakat eklem yüzlerinin yaş ile değişebildiğini ve ileriki dönemlerde çeşitli deformiteleri etkileyebileceğini ifade etmişlerdir. Coughlin (2002), yaş ve eklem yüzleri arasında ilişki olduğunu ifade etmiştir. Yine Mann ve Coughlin (1999) başka bir çalışmada juvenillerde uzun metatars

ve MTFE'nin 5 dereceden büyük olmasının ileri yaşlarda halluks valgusa sebep olduğunu belirtmişlerdir.

Os metatarsale I'in klinik önemi ile ilgili ilk parametremiz os metatarsale I'in longitudinal uzunluğuydu. Çünkü çeşitli çalışmalarda os metatarsale I'in normalden kısa veya uzun olmasının halluks valgus'un etiolojisinde rol oynadığı ifade edilmiştir (Munuera 2008). Öncelikle os metatarsale I'in uzunluğu longitudinal aksına dik çekilen çizgi proksimal ve distal uçların en uç noktasından ve diyafiz/metafiz kesişim yerinden geçecek şekilde belirlendi (Srivastava 2010). Beeson ve ark. (2009), yaşları 18- 70 arasında değişen toplam 180 birey üzerinde halluks rijidus'un radyolojik değerlendirmesini yaptıkları çalışmalarında os metatarsale I'in boyunu 6,0 cm olarak ifade etmişlerdir. Coughlin ve ark. (1999) ise os metatarsale I'in uzunluğunu 6,3 cm olarak vermişlerdir. Bizim çalışmamızda ise kadınlarda os metatarsale I'in boyu 5,6 cm, erkekler de ise 6 cm olarak bulundu. Birçok araştırmacıya göre uzun metatars, eklem olan basıncı artıracak için uzun metatarsın metatarsus primus adductus (Daria 2001) ve halluks rijidus etkeni olduğu özellikle ikinci metatarstan daha uzun ise halluks rijidusun etiopatogenezinde etkili olduğu belirtilmektedir (Calvo 2009). Bryant ve ark. (2000) ise uzun metatars ile halluks valgus arasında ilişki olduğunu ifade etmişlerdir. Biz metatars boyu ile MTFE açısı arasında herhangi bir anlamlılık bulamadık.

MTFE, MKE ve NKE açıları genelde horizontal düzlemde değerlendirilirken bu çalışmada neden sagittal açılanmaları da alındı? Çünkü os metatarsale I klinik olarak sadece bu üç eklem yapıldığı açılanmalardan dolayı değil esas olarak ayak anatomisindeki yerleşiminden ve biyomekanik konumundan dolayı diğer metatarslara göre daha fazla önem arz etmektedir. Örneğin os metatarsale I'in protrüzyonu (çıkıntı oluşturması) bile bize ayağın sağlıklı olup olmadığı hakkında fikir verebilmektedir. Metatarsal kemiğin normal protrüzyonu -2° ile $+2^{\circ}$ arasında bulunurken $+2^{\circ}$ 'den büyük olması durumunda halluks valgus deformitesinin işareti olabileceği bildirilmektedir (Munuera 2008, Zgonis 2005).

MKE'nin açılara baktığımızda ise biz sonuçlarımızda; art. metatarsocuneiforme'nin eklem açısını horizontal düzlemde kadınlarda 6,1 °, erkeklerde ise 6,7 ° olarak bulduk. Yine Beeson ve ark. (2009a, 2009b), MKE açısının erkeklerde 9,7° kadınlarda da 9,1 ° olduğunu ifade etmişlerdir. Fakat yaş aralıklarının çok geniş olduğunu, halluks rijidus'un yaş ilerledikçe geliştiğini ifade etmişlerdir. Bu nedenle gençlerde yani henüz halluks rijidus gelişmemiş bireylerde MKE açısını ortalama 6,9° olarak bulmuşlardır. MKE açısı arttıkça halluks valgus gelişimi de hız kazanacaktır.

Art. metatarsophalangea ve intermetatarsal açıyı radyografik olarak tanımlamak için, daha doğrusu halluks valgus'un açısını belirleyebilmek amacıyla kesin bir fikir birliği olmaksızın literatürde beş farklı yöntem tanımlanmıştır. Çünkü MTFE'nin MKE ve tarsometatarsal eklem ile ilişkili olduğunu belirten Willeger ve ark (2014), bu eklemlerin birbirlerini etkilediklerini ve özellikle halluks valguslu hastalarda tarsometatarsal eklem doğrudan etkilendiğini vurgulamışlardır (Willeger ve ark. 2014).

Halluks valgus'un ilk olarak araştırılmaya başlandığı zamanlardan itibaren art. metatarsocuneiforme'nin sagittal yöndeki hareketinin doğrudan art. metatarsophalangea'yı etkilediği ve özellikle de koronal plandaki hareketi arttıkça halluks valgus'un oluşumuna sebep olduğu belirtiliyordu (Lapidus 1956). 2008 yılında Smith ve ark.(2008)'nin art. metatarsocuneiforme'nin hipermobilitésinin halluks valgusla olan ilişkisini yapılan hareket testleri ile araştırmışlardır. Sonuç olarak da, halluks valgus'un gelişebilmesi için art. metatarsocuneiforme'nin hipermobilité göstermesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Normalde birinci art. metatarsocuneiforme mediale eğimlidir. Bazen artmış medial eğime bağlı olarak, birinci art. metatarsocuneiforme'de instabilite gelişir. Bizim çalışmamızda da horizontal düzlemde art. metatarsophalangea ile sagittal planda art. metatarsocuneiforme'nin birbirleri ile ilişkili ($P \leq 0.01$) oldukları ve pozitif korelasyon gösterdikleri görülmüştür. Yani MKE'nin hareketi arttıkça MTFE'de deformasyon oluşacak, os metatarsale I mediale, phalanx proximalis ise laterale deviye olacaktır.

Çalışmamızda art. metatarsophalangea'nın lateral planda yer ile ortalama 27 derecelik bir açılanma gösterdiği bulundu. Bu açı klinikte os metatarsale I'in deklinasyon açısı olarak kabul edilir ki doğrudan kemik osteotomi girişimlerinde bu açı baz alınarak karar verilir (Horton 2012). Deklinasyon açısının normal sınırını Beeson (2009) 25 derece olarak verirken, Lundeen ve ark. (2000) 30 derece olarak vermektedirler. Os metatarsale I, dorsifleksiyon ve plantar fleksiyona gelirken yer ile yaptığı açı değişmektedir. Yürüyüşün itme fazında ayak yeterli dorsi-plantar fleksiyona gelemeyeceği için kişi hem ağrı duyacak hem de yürümede sıkıntı yaşayacaktır. Bu engeli ortadan kaldırmak için podiatristler osteotomi uygulayarak kemiğin deklinasyon açısını düzeltebilmektedirler.

Birinci metatars başları içinde en sık rastlanılanlar yuvarlak ve sonra da kare şeklinde olanlardır (Kilmartin 1991, Kilmartin 2003). Çalışmamızda os metatarsale I % 40,6 oranında yani 13 kişide (7 erkek, 6 kadın) yuvarlak başlı, % 28,1 oranında, 9 kişide (6 erkek, 3 kadın) kubbe şeklinde, % 32 oranında 10 kişide (7 erkek, 3 kadın) ise düz (kare) başa sahipti. Metatars baş şekli ile art. metatarsophalangea'nın ilişkisine baktığımızda ise bizim sonuçlarımızda 1. metatars şekli ile HVA arasında negatif korelasyon bulunmaktadır. Bir başka deyişle 1. metatars başı yuvarlaktan kareye değişim gösterirken HVA'da azalma gözlenmektedir. Yapılan bir çalışmada da MTFE açısında hasar meydana geldikçe baş şeklinin düzleştiği ifade edilmektedir (Beeson 2009). Yani os metatarsale I'in yuvarlak başa sahip olmasının halluks valgus deformitesi gelişimine yatkınlık oluşturduğuna, buna karşılık kare şeklindeki bir başın ise deforme edici güçlere direnç gösterdiğine inanılmaktadır (Ünal 2008). Özetle yuvarlak metatars baş şekli halluks valgus oluşumu için bir risk faktörüdür. Mann ve Coughlin, halluks valgus etiyolojisini açıklarken düz veya kare şeklindeki metatars başının ayakkabı kullanımının yarattığı deforme edici güçlere daha çok dayandığını, diğer yandan yuvarlak metatars başının ise halluks valgus gelişimine daha yatkın olduğunu savunmuşlardır (Coughlin 2002, Stein 2012).

Çeşitli çalışmalarda os metatarsale I'in uzunluğu ile art. metatarsophalangea arasında bir ilişki olduğu, özellikle çocukluk döneminde os metatarsale I'in boyu uzadıkça halluks valgus gelişimini tetiklediği belirtilmiştir (Coughlin 1995). Fakat bizim çalışmamızda os metatarsale I'in boyunun sadece proksimal ve distal baş çapı ile anlamlılık gösterdiği belirlenmiştir fakat art. metatarsophalangea ile herhangi bir ilişkisi saptanmamıştır. Ünal (2008) da os metatarsale I'in baş şekli ile halluks valgus gelişimini incelediği çalışmasında metatars uzunluğu ile halluks valgus arasında bir ilişkinin olmadığını ifade etmiştir.

Brenner ve ark. (2003), intersesamoidal çıkıntı ile MTFE'nin ilişkisini araştırdıkları çalışmalarında os metatarsale I'in proksimal ve distal başlarının boyutlarını incelemişler ve os metatarsale I'in proksimal baş boyutunu 22x30 mm olarak bulmuşlardır. Yetişkinlerde metatars başları ve intersesamoidal halka ile MTFE açısı arasında bir korelasyon olmadığını, ancak gelişimin ilk evreleri üzerinde yaptıkları başka bir çalışmada intersesamoidal halka ile halluks valgus gelişimi arasında ilişki olabileceğini belirtmişlerdir (Brenner 2002). Biz de proksimal uç boyutunu kadınlarda 22x20 mm, erkeklerde 30x22 mm olarak bulduk. Fakat bizim sonuçlarımızda özellikle proksimal baş eklem yüzü ile MTFE eklem açısı arasında sıkı bir ilişki bulunmaktadır. Proksimal metatarsal eklem açısı olarak adlandırılan bu açının artması halluks valgusun derecesini artırmaktadır. Ayrıca distal metatarsal eklem açısının artmasında halluks valgus açısını artırmaktadır (Çakmak 2013). Distal başta dejenerasyon arttıkça MTFE'nin açısını artırarak halluks valgus ve halluks rijidus gelişimine sebep olacaktır (Unger 2000, Bock 2004). Metatars başı dejenerasyonlarında özellikle ileri derece halluks rijidus'ta cerrahi olarak metatars başına implantasyon uygulanma işlemi son yıllarda oldukça artmıştır (Carpenter 2010). Uygulanacak implantın MTFE'ye orijinal hareketini sağlayabilmesi için metatars başının, eklem yüzü boyutunun ve inklinasyon açısının net bir şekilde öğrenilmesi gerekmektedir.

Halluks valgusun cerrahi tedavisine karar verirken öncelikle her deformitenin birbirine benzemediğini akılda tutmak gerekir. Cerrahi girişimin hedefi, normal fonksiyonu kazandırmak için normal anatominin sağlanmasıdır. Bu amaçla deformitenin

operasyon öncesi analizi iyi yapılarak tipi, yeri ve şiddeti ortaya konmalı ve olguya en uygun olan operasyon planlanmalıdır (Öztunaş 2003). Daha çok kadınlarda olmak üzere toplumun üçte birinde görülen (Spruce 2011) halluks valgus'un tedavisine yönelik çok fazla yöntem bulunmaktadır (Erkan 2007). Halluks valgus'un şiddetine göre yumuşak doku düzeltmeleri (Guideline 2003), silikon implant (Sage 19997), kombine yumuşak doku ve kemik ameliyatları ve osteotomiler yapılmaktadır (Beeson 2004). Metatarsal osteotomiler yaygın bir şekilde tedavi seçeneği olarak uygulanmakta ve bu yöntem için de farklı teknikler kullanılmaktadır (Politi 2003). Metatarsal osteotomilerin orijinal tanımlarına ek olarak birçok modifikasyonu da tanımlanmıştır (Ünal, Uzmanlık tezi, 2008). Metatarsal şaft osteotomilerin asıl amacı intermetatarsal açığı azaltmaktır. Fakat bu tekniklerin sağlıklı bir şekilde uygulanabilmesi için öncelikle IMA 12°'den küçük olmalı (Lundeen 2000), MKE hipermobilitate göstermemeli ve proksimal ile distal eklem yüzleri uygulanacak teknik için yeterli büyüklükte olmalıdır. Bahsedilen bu cerrahi uygulamalardan sonra sagittal planda os metatarsale I'in ayak tabanı ile yaklaşık 45 derece dorsifleksiyon, 18 derece ise plantar fleksiyon yapabilmektedir (Ronconi 2000). Fakat bir çok araştırmacıya göre yöntem ne kadar iyi uygulanmış olursa olsun metatars normal hareket sınırlarına gelememektedir (Zgonis 2005).

Her tekniğin avantajı ve dezavantajı bulunmaktadır ve bilim insanları tarafından ortak bir tekniğe karar verilememiştir. Çünkü metatarsın proksimalden mi distalden mi veya orta noktasından mı girişim yapılması gerektiği metatarsın konumu art. metatarsophalangea'nın ve IMA'nın açısı gibi çeşitli faktörlere bağlıdır (Aksoy 1998). Örneğin en sık kullanılan tekniklerden olan Scarf osteotomisinde öncelikle metatars şaftına paralel olacak şekilde osteotomi yapılır (Wassink 2009). Kısa kesiler ise proksimal ve distal metafizde, transvers kesiye 60-70 derece açı ile gerçekleştirilir (Galeote 2011). Ancak scarf osteotomisinin yapılabilmesi için art. metatarsophalangea'nın uyumlu olması ve kemik kalitesinin iyi olduğu gençlerde uygulanması gerektiği ifade edilmiştir (Easley 2012). Operasyon sonrasında da bu tekniğin karışık ve komplike olmasından kaynaklanan başarısızlıkların olabileceği ifade edilmektedir. Ayrıca osteotomi esnasında kırık gelişebildiği de belirtilmiştir (Beeson

2004). Bu sebeplerden dolayı biz, cerrahi işlemlerin başarılı olabilmesi için öncelikle os metatarsale I' in anatomisinin ayrıntılı bir şekilde bilinmesi gerektiğini, özellikle proksimal ve distal baş çapı ile diyafiz çapının incelenmesi gerektiğini düşünmekteyiz. Bunlara ek olarak proksimal ve distal eklem yüzünün çapı, proksimal ve distal metatarsal eklem açısını etkileyecekleri için doğrudan halluks valgus ile bağlantı göstermektedirler (Jastifer 2014). Dolayısıyla, genel bir kanı olarak hem postoperatif komplikasyonları gidermek için hem de ayağın normal anatomik pozisyonunu korumak için modern osteosentez teknikleri kullanılmadan önce eklem açılarının bilinmesi ve anatomik değerlerinin korunması gerektiği vurgulanmıştır (Roukis 2010, Roukis 2011).

MTFE, MKE ve NKE sadece bahsettiğimiz halluks valgus, halluks varus ve halluks rijitus gibi dejeneratif artritlerde değil aynı zamanda ayağın medial arkının korunmasında da önemlidirler (Lombardi 2002). O yüzden çalışmamızda sadece açıların horizontal plandaki değerlerini değil sagittal düzlemdeki açılarını da değerlendirdik. Bizim sonuçlarımızda sagittal düzlemdeki MTFE'nin ayak tabanı ile yaptığı açı, MTFEA2 (metatarsın shaft eksenini ile yaptığı açı), ayak boyu ve ayak genişliği ile bağlantılıydı. Sagittal düzlemdeki MKEA2, horizontal düzlemdeki NKEA2 ve MKEA1 ile bağlantılıydı. Aynı şekilde sagittal düzlemdeki NKEA2; Horizontal düzlem MTFEA2, Sagittal düzlem NKEA1 ile korelasyon göstermekteydi. Lambordi ve ark.'na (2002) göre os metatarsale I'in plantar fleksiyonu ve yine metatarsın deklinasyon açısı art. metatarsophalangea, art. metatarsocuneiforme ve art. naviculocuneiforme ile birbirlerini etkilemektedir.

Os metatarsale I'e girişim yapılırken kemiğin arteriyel beslenmesi de unutulmamalıdır. Çünkü kemik proksimal uç, distal uç ve diyafizinden ayrı ayrı dallar aldığı için osteotomi yapılırken ana arterlerinin kesilmemesine dikkat edilmelidir (Rath 2009).

Çalışmamızın dikkat çekici sonuçlarından biri ise tibia boyu ile MKE ve NKE eklemleri arasında korelasyon olmasıydı. Tibia boyu arttıkça eklem açısı da artmaktaydı. Aynı şekilde ayak boyu ile MTFE ve NKE eklemleri korelasyon göstermekteydi ki bu da bize aslında tarsometatarsal eklemlerin sadece buldukları anatomik bölgeleri değil aynı zamanda daha proksimaldeki veya daha distaldeki bölgeleri de fonksiyonel olarak etkilediklerini göstermektedir.

Ayrıca kas tendonu- eklem- kemik ilişkisine baktığımızda aynı durumun burada da geçerli olduğunu rahatça görebilmekteyiz. Yaptığımız literatür taramalarında PL ve TA tendonunun MTFE, MKE ve NKE ile bağlantısını açıklayan herhangi bir çalışmaya rastlayamadık. Os metatarsale I'in 1 derecelik protrüzyonu bile ayak anatomisini değiştirirken bu kadar güçlü kas tendonlarının os metatarsale I'i nasıl etkiledikleri ile ilgili çalışmanın bulunmaması oldukça hayret vericidir. Sadece Laporta ve ark. (1995), halluks valgus'un sebeplerini kategorize ederken PL'nin instabil olmasından bahsetmektedir.

Yaptığımız çalışma sonucunda PL tendonunun uzunluğunun da metatars boyunu etkilediği ve PL tendonunun, os metatarsale I'e tutunma mesafesi ve tutunduğu yerdeki boyutunun, hem metatarsın uzunluğunu hem de doğrudan MTFE açısını etkileyebileceğini bulduk. TA tendonun insersiyodaki boyutu distal eklem yüzü çapı ile doğru orantılı olarak arttığını bulduk.

PL ve TA tendonun os metatarsale I'in kaç cm distaline kadar uzandığı ve insersiyodaki çaplarının bilinmesi gerektiğine de inanmaktayız. Çünkü PL insersiyon tendonu ne kadar büyük ve distale doğru uzanıyorsa, TA tendonu ne kadar küçük ve proksimalde kalıyorsa metatarsus adductus olacağını ve halluks valgus'a yatkınlık artacaktır. Araştırmamızda MTFE ile PL ve TA tendonlarının insersiyodaki boyutları ile lateral planda ise NKE eklem açısı arasında ilişki olduğu sonucuna vardık. Fakat TA tendonunun etkisinin istatistiksel olarak daha fazla olduğu sonucuna vardık. Sonuçlarımızda, PL tendonunun kadınlarda ortalama 9,1 mm proksimale, erkeklerde ise

10,5 mm proksimale kadar tutunduğu, TA tendonunun ise kadınlarda 12,7 mm, erkeklerde ise 13 mm proksimalden distale kadar indiği ölçüldü. TA tendonu insersiyoda kadınlarda 10,7x3,8 mm, erkeklerde ise 12,6x 5 mm olarak ölçüldü. PL tendonu ise insersiyoda kadınlarda ise ortalama 10x 4 mm, erkeklerde ise 9x4 mm olarak ölçüldü. Özetle TA metatars bazisini mediale doğru çekerek, PL ise laterale doğru çekerek birbirlerini dengelerler. Biri büyük ve fazla gelişmiş ise normal anatomiyi bozmaktadır.

Bu sonuçlardan yola çıkarak MTFE, NKE veya MKE eklemlerinde meydana gelebilecek deformatenin tedavisinde PL ve TA tendonlarının yerlerini değiştirmek ya da boyutlarını küçültmek suretiyle osteotomi uygulanmadan tedaviye yönelik bir işlem yapılabileceğini düşünmekteyiz. Ancak literatürde PL ve TA'un os metatarsale I ve MTFE ile ilişkisini açıklayan herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Farklı anatomik bölgelerde olduğu gibi birinci metatarsın dejeneratif artritlerinde bu kasların tendonlarından faydalanılabileceğini düşünüyoruz. Örneğin tendonlar kısmi olarak yerleri değiştirilebilir veya tamamen alınarak şartlara göre os cuneiforme veya os navicula rezeke edilebilir. Halluks rijitusun tedavisi için Ozan ve ark. (2009), Coughlin ve Shurnas'ın halluks rijituslu yedi hastada grasilis tendon grefti ile gerçekleştirdikleri yumuşak doku interpozisyon artroplastisi sonucunda tüm hastalarda çok iyi fonksiyonel sonuç elde edildiğini, başparmağın fleksiyon gücünün korunmuş olduğunu ve eklem hareket açıklığında artış olduğu sonucuna vardıklarını belirtmişlerdir.

Sonuç olarak, os metatarsale I'in uzunluğunun, proksimal ve distal eklem yüzleri ile boyutlarının ve baş şeklinin ayak deformatelerinin gelişiminde önemli bir faktör olduğunu düşünmekteyiz. Çeşitli eksternal deforme edici kuvvetler her ne kadar medial arkı bozup ayakta ağrı ve şekil bozukluklarına sebep oluyorsa da, PL ve TA tendonlarının insersiyon noktasındaki boyutları ve os metatarsale I ile ilişkileri tam olarak belirlenmesi halinde birçok ayak deformatesinin düzeltilebileceğini düşünmekteyiz. Böylece halluks valgus, halluks varus, halluks rijidus gibi deformateler açısından risk taşıyan ayakların erken dönemde saptanması ve önlemlerin alınması mümkün olacaktır. Seçilmiş klinik vakalarda PL ve TA kasları biyomekanik olarak değerlendirildiğinde çalışmamızın anatomik verilerini doğrulayacağını tahmin etmekteyiz.

SONUÇLAR

- ♣ Tibia boyu arttıkça ayak boyu ve genişliği artmaktadır.
- ♣ Tibia boyu arttıkça horizontal düzlemdeki MKE'nin ayak orta hattı ile yaptığı açı azalmakta, lateral düzlemde ise NKE'nin yer ile yaptığı açılanma artmaktaydı.
- ♣ Tibia uzunluğu arttıkça TA'nın insersiyodaki çapı azalmaktaydı.
- ♣ PL'un tendon uzunluğu kadınlarda 30,4 cm iken erkeklerde 32 cm, TA'nın tendon uzunluğu kadınlarda 20,3 cm iken, erkeklerde 20,6 cm idi.
- ♣ PL tendonunun insersiyodaki boyutu kadınlarda 10,2x4,4 mm, erkeklerde 9,2x4,5 mm, TA tendonunun insersiyodaki boyutu ise kadınlarda 10,7x3,8 mm, erkeklerde 12,3x5,1 mm olarak ölçüldü.
- ♣ PL tendonunun insersiyodaki boyu arttıkça baş şekli artışa bağlı olarak değişebilmektedir.
- ♣ Os metatarsale I'in boyu; kadınlarda 5,6 cm, erkekler de ise 6 cm olarak ölçüldü.
- ♣ Os metatarsale I boyu ile MTFE açısı arasında herhangi bir anlamlılık bulamadık.
- ♣ Horizontal plan ölçümleri değerlendirildiğinde MTFE açısının kadınlarda ortalama 6,8°, erkeklerde 7,2° olduğu; MKE açısının kadınlarda 6,7°, erkeklerde 7,2° olduğu görüldü. NKE açısının ise kadınlarda 6,1°, erkeklerde 6,5° olduğu bulundu. IMA da kadınlarda 8,7°, erkeklerde ise 8,3° şeklindeydi.

- ♣ Horizontal planda MTFE açısı arttıkça MKE ve NKE açıları da artış göstermekteydi.
- ♣ Lateral plandaki MTFE açısı arttıkça NKEA1 ve A2 açıları artış göstermekteydi.
- ♣ Horizontal plandaki art. metatarsophalangea ile sagittal planda art. metatarsocuneiforme'nin birbirleri ile pozitif ilişki göstermekteydi.
- ♣ NKE açısı arttıkça TA tendonunun insersiyodaki çapı artmaktaydı.
- ♣ Lateral plandaki MTFE açısı arttıkça PL tendonunun insersiyodaki boyutları azalmaktaydı.
- ♣ Yukarıdaki iki maddeyi değerlendirdiğimizde aslında TA'nın daha çok NKE ve MKE eklemlerini etkilediğini, PL nin ise daha çok MTFE eklemi üzerinde etkili olduğunu görmüş oluyoruz.
- ♣ MKE açıları arttıkça proksimal eklem yüzü boyutlarında artış göstermekteydi.
- ♣ Metatars başı yuvarlaktan kareye değişim gösterirken MTFE açısında azalma gözlenmekteydi. Yani os metatarsale I, in baş şekli kare olan kişilerde MTFE açısı da daha düşüktü.
- ♣ Horizontal plandaki NKE açısı arttıkça ayak boyu ve ayak genişliği azalma göstermekteydi.

KAYNAKLAR

AAS, M., JOHNSEN, T.M., FİNSEN, W. 2008. Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint for hallux rigidus—Optimal position of fusion. *The Foot*. 18: 131–135.

AKÇELİ A., ÇELEBİ D, C., KAYA, B., YILDIRIM, T., YÜCEMEN, U. Çalışma grubu. (Danışman İlhami Kuru). 2011. Halluks Valgusu Olan Hastalarda Mc Bride ve Chevron Yöntemlerinin Karşılaştırılması. *Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi 23. Öğrenci kongresi*. 17-18 Mayıs 2011. Ankara.

AKMAN, B. (Danışman Abdullah Eren). 2008. Tibial torsiyon Değerlendirmesinde yeni Konvansiyonel radyografik Ölçüm Metodu. *Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi* 11. Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği.

AKMAN, Y.E. (Danışman Mustafa Caniklioğlu). 2009. Halluks Valgus Cerrahi Tedavisinde Proksimal Metatarsal Acık Kama Osteotomisi ve Distal Yumuşak Doku Girişimi Sonuçlarımız. İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi 11. *Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği*.

AKSOY, B., ESENYEL, C.Z., OLCA Y, E., ÖZTÜRK, K., KARA, A.N. 1998. Hallux valgus hastalığının Lindgren-Turan yöntemi ile tedavisi. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 32: 211-214.

ALEXANDER, P., LAU, L. 2008. First Metatarsophalangeal Arthrodesis. *Oper Tech Orthop*. 18: 221-225.

ANAFOROĞLU, B. 2012. Halluks Valgus Deformitesinin Yaşam Kalitesi Üzerine Etkisi. *Ankara Sağlık Hizmetleri Dergisi*, 11: 12-19.

ASTER, A.S., FORSTER, M.C., RAJAN, R.A., PATEL, K.J., ASİRVATHAM, R., GİLLİES, C. 2004. Radiographic pre-operative assessment in hallux valgus: is it reliable?. *The Foot*. 14: 129–132.

BAYSAL, Ö., BAYSAL, T., ALTAY, Z., AYKOL, G. 2004. Romatoid Artritte Görülen Ayak Deformiteleri. *İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*. 11:173-176.

BEESON, P. 2004 . The surgical treatment of hallux limitus/rigidus: a critical review of the literature. *The Foot*. 14: 6–22.

BEESON, P., PHILLIPS, C., CORR, W. S., RIBBANS, J. 2009 . Hallux rigidus: A cross-sectional study to evaluate clinical parameters. *The Foot*. 19: 80–92.

BEESON, P., PHILLIPS, C., CORR, W. S., RIBBANS, J. 2009 . Cross-sectional study to evaluate radiological parameters in hallux rigidus. *The Foot*. 19 :7–21.

BOCK, P., KRISTEN, K.-H., KRÖNER, A., ENGEL, A. 2004. Hallux valgus and cartilage degeneration in the first metatarsophalangeal joint. *J Bone Joint Surg*. 86: 669-690.

BORTON, D. C., STEPHENS, M. M. 1994. Basal metatarsal osteotomy for hallux valgus. *The Journal Of Bone and Joint Surgery*. 76: 202-208.

BRENNER, E. 2003. The intersesamoidal ridge of the first metatarsal bone: anatomical basics and clinical considerations. *Surg Radiol Anat*. 25: 127–131.

BRYANT, A., TINLEY, P., SINGER, K. 2000. A comparison of radiographic measurements in normal, Halluks valgus, and hallux limitus feet. *J Foot ankle Surg*. 3: 39-43.

CALVO, A., VILADOT, R., GINE, J., ALVAREZ, F. 2009. The importance of the length of the first metatarsal and the proximal phalanx of hallux in the etiopathogeny of the hallux rigidus. *Foot and Ankle Surgery*. 15: 69–74.

CARPENTER, B., SMITH, J., MOTLEY, T., GARRETT, A. 2010. Surgical Treatment of Halluks rijidus Using a Metatarsal Head Resurfacing Implant: Mid-term Follow-up. *The Journal of Foot & Ankle Surgery*. 49: 321–325.

COUGHLIN, M. J., CARLSON, R. E. 1999. Treatment of Hallux Valgus with an Increased Distal Metatarsal Articular Angle: Evaluation of Double and Triple First Ray Osteotomies. *Foot & Ankle International*. 20: 761-764.

COUGHLIN, M. J., SHURNAS, P.J. 2003. Soft-tissue arthroplasty for hallux rigidus. *Foot Ankle Int*. 24: 661-72.

ÇAKMAK, G., KANATLI, U., KILINÇ, B., YETKİN, H. 2013. The effect of pronation and inclination on the measurement of the hallucal distal metatarsal articular set angle. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 47: 354-358.

DALÇIK, H., YILDIRIM, M. 2008. Klinik Yönleriyle İnsan Embriyolojisi. İskelet Sistemi. Nobel Tıp Kitabevi. 339-350.

DAWOODİ, A I.S., PERERA, A. 2012. Radiological assessment of metatarsus adductus. *Foot and Ankle Surgery*. 18: 1–8.

DEREYMAEKER, G., MULIER, T., GİRİSCH, P. 2011. The first metatarsophalangeal joint meniscus and its relation to hallux valgus deformity—An anatomical and clinical study. *Foot and Ankle Surgery* 17: 270–273.

DYKYJ, D., ATESHIAN, G. A., TREPAL, M. J., MACDONALD, L. R. 2001. Articular Geometry of the Medial Tarsometatarsal Joint in the Foot: Comparison of Metatarsus Primus Adductus and Metatarsus Primus Rectus. *The journal of foot & ankle surgery*. 40: 354-358.

DOĞAN, A., ÜZÜMCÜGİL, A., AKMAN, Y.E. 2007. Halluks Valgus. *TOTBİD (Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği) Dergisi*. 6: 88-94.

DOĞAN, A., ÜZÜMCÜGİL, O., ZORER, G., YALÇINKAYA, M. 2007. Çocuk Ayak Radyografisinin Değerlendirilmesi ve Sık Görülen Konjenital Ayak Deformitelerinin Radyografik Özellikleri. *TOTBiD (Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği) Dergisi*. 6: 77-88.

EASLEY, M. E., TRNKA, HANS-JOERG. 2007. Current Concepts Review: Hallux Valgus Part II: Operative Treatment. *Foot & Ankle International*. 6-751-761.

EASLEY, M. E., DARWİSH, H. H., SCHREYACK, D.W., JAMES, K. D., TRNKA, H. 2012. Hallux Valgus: Proximal First Metatarsal Osteotomies. *International Advances in Foot and Ankle Surgery*. DOI: 10.1007/978-0-85729-609-2.

ELHAN, A., ARINCI, K. 2014. Alt ekstremite Eklemleri ve Kasları. *Anatomi*. 5. Baskı. Güneş Tıp Kitabevleri. Syf: 110-111, 214-215.

EL SAİD, CRİSTOPHER, T., DONLEY, B., SFERRA, J., NETH D., DAVİS, B. 2006. First metatarsal bone: An anatomic study. *Foot Ankle Int*. 27: 10-41.

ERDİL, M., BİLSEL, K., İMREN, Y., MUTLU, S., GULER, O., GURKAN, ELMADA, M.N., TUNCAY, M. 2012. Metatarsal head resurfacing hemiarthroplasty in the treatment of advanced stage hallux rigidus: outcomes in the short-term. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 44: 281-285.

ERKAN, S., YERCAN, H. S., OKCU, G. 2007. The clinical and radiographic results of closed wedge proximal metatarsal osteotomy for the treatment of hallux valgus. *Joint Diseases and Related Surgery*. 18: 29-32.

ERTÜRER, E., AKSOY, B., BEKÜ, S., TOKER, S., ÖZTÜRK, R. 2004. Radiographic and functional results of the Lindgren – Turan operation in the treatment of hallux valgus. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 38:125-129.

FAYMONVILLE, C., ANDERMAHR, J., SEİDEL, U., MÜLLER U. S., SKOURAS., STEİN, G.E. 2012. Compartments of the foot: topographic anatomy. *Surg Radiol Anat*. 8: 929–933.

FERRARİ, J., MALONE-LEE , J. 2003. A Radiographic Study of the Relationship Between Metatarsus Adductus and Hallux Valgus. *The Journal of Foot & Ankle urgery*. 42:92-99.

GALEOTE, J.E., MARCO, F., TOMÉ, J.L., CHAOS, A., LÓPEZ-DURÁN, L. 2011. Hallux valgus correction in metatarsus adductus. *Rev esp cir ortop traumatol*. 55: 26-30.

GÜLÇİMEN B., ÜLKÜ S. İnsan ayağı biyomekaniğinin incelenmesi. 2008. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 13:2.

GUİDE N. 2007. Hallux valgus. *Orthopaedics One Articles*. 171-372.

HAINES R. WHEELER, SHEFFIELD. 1954. The anatomy of hallux valgus. *The journal of bone and joint surgery*. 273-280.

HORTON G. A., PARK YONG-W., MYERSON M. S. 2012. Role of Metatarsus Primus Elevatus in the Pathogenesis of Hallux Rigidus. *Foot & Ankle International*. 20: 777-784.

İLİMKEN M (Uzmanlık tezi Tez danışmanı Ulunay KANATLI). 2008. Metatars basları altındaki yük dağılımını etkileyen faktörler. *Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi Ve Travmatoloji Anabilim Dalı*. Ankara.

JAMES R., COUGHLIN M. J., S. S, CHRISTOPHER H., MICHAEL K., BRETT ., SMİTH B, TRUİTT C., PAU G., RAMON V. AND JESSE F. D.2014. Comparison of Radiographic and Anatomic Distal Metatarsal Articular Angle in Cadaver Feet. *Foot & Ankle International* 35(4): 389-394.

JOSSİE, S., ABRAHAM, A., HUMMİRA, H., BRADLEY, M. LAMM. 2012. Hinged External Fixation Distraction for Treatment of First Metatarsophalangeal Joint Arthritis. *The Journal of Foot & Ankle Surgery*. 51- 604–612.

İNCEL, N.A. (UZMANLIK TEZİ DANIŞMAN REZAN YORGANCIOĞLU). 2001. Halluks valgus deformitesinin biyomekaniksel ve kineziyolojik analizinin konservatif tedaviyi yönlendirmedeki önemi. *Ankara eğitim araştırma hastanesi*. Ankara.

JOSEPH, T. N., MROCZEK, K. J., 2007. Decision Making in the Treatment of Hallux Valgus. *Bulletin of the NYU Hospital for Joint Diseases*. 65: 19-23.

KILMARTIN, T. E., BARRINGTON, R. L., WALLACE, W. A. 1991. Metatarsus Primus varus. *J Bone Joint Surg.* 73: 937-40.

KENNETH, J.G., TIMOTHY, M. G., CLAIRE, R.K. 1994. The embryology of lower extremity torsion. *Clin. Orthop.* 302:17-21.

KILMARTIN, T. E., FLINTHAM, C. 2003. Hallux Valgus Surgery: A Simple Method for Evaluating the First-Second Intermetatarsal Angle in the Presence of Metatarsus Adductus. *The journal of foot & ankle surgery.* 42: 52-59.

LAPORTA, D. M., MELILLO, T. V., VINCENT, J. HETHERINGTON D. 1995. Preoperative Assessment in Hallux Valgus. *Hallux valgus and forefoot surgery.* 123: 107-123.

LOMBARDI, C. M., SILHANEK, A. D., CONNOLLY, F. G., DENNIS, L.N., KESLONSKY, A. J. 2001. First Metatarsophalangeal Arthrodesis for Treatment of Hallux Rigidus: A Retrospective Study. *The Journal of Foot & Ankle Surgery.* 40: 135-140.

LOMBARDI, C. M., SILHANEK, A. D., CONNOLLY, F. G., DENNIS, L. N. 2002. The Effect of First Metatarsophalangeal Joint Arthrodesis on the First Ray and the Medial Longitudinal Arch: A Radiographic Study. *The Journal of Foot & Ankle Surgery.* 41: 96-103.

LOWERY, N.J., WUKICH D, K. 2009. Adolescent Hallux Valgus: Evaluation and Treatment. *Oper Tech Orthop* 19: 52-57.

LUNDEEN, R. O., ROSE, J. M. 2000. Sliding Oblique Osteotomy for the Treatment of Hallux Abducto Valgus Associated with Functional Hallux Limitus. *The Journal of Foot & Ankle Surgery.* 39:161.170.

MAH, C.D., BANKS, A. S. 2009. Immediate Weight Bearing Following First Metatarsophalangeal Joint Fusion with Kirschner Wire Fixation. *The Journal of Foot & Ankle Surgery.* 48: 3- 8.

MAHER, A. J., METCALFE, S.A. 2008. First MTP joint arthrodesis for the treatment of hallux rigidus: Results of 29 consecutive cases using the foot health status questionnaire validated measurement tool. *The Foot*. 18: 123–130.

MANN, R.A., COUGHLIN, M.J. 1999. Adult valgus. In coughlin MJ. Mnan RA. *Surgery of the foot and ankle*. Mosby. Inc. St. Louis. Pp. 158.

MELVİN, H. JAHSS, M. D. 1992. The Metatarsals. *Disorders of the Foot & Ankle Medical and Surgical Management Second Edition*. 994-999 pp

MİNOR, J.M. L.E. 1999. Congenital absence of the lateral metatarso-phalangeal sesamoid bone of the human hallux: a case report. *Surg Radiol Anat*. 21: 225-227.

MUNUERA, P. V., POLO, J., REBOLLO, J. 2008. Length of the first metatarsal and hallux in hallux valgus in the initial stage. *International Orthopaedics (SICOT)*. 32: 489–495.

SUNGUR, İ., KURAL, C., YILMAZ, M., ERTÜRK, H. 2010. Halluks Valgus. B. *Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği*. 8: 44-52.

OZAN, F., BORA, O. A., FİLİZ, M. A., KEMENT, Z. Halluks rijidus tedavisinde interpozisyon artroplastisi. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 44: 143-151.

ÖZTUNA, V., ESKANDARI, M. M., MİLCAN, A., GÖLPINAR, A., KUYURTAR, F. 2003. Halluks valgus tedavisinde uyguladığımız proksimal metatarsal kresent osteotomi sonuçlarımız. *Journal of Arthroplasty & Arthroscopic Surgery*. 4: 214-218.

POLİTİ J., HAYES J., NJUS G., BENNETT G. L., KAY D. B. 2003. First Metatarsal-Phalangeal Joint Arthrodesis: A Biomechanical Assessment of Stability. *Foot & Ankle International*. 24:332-335.

RATH, B., NOTERMANS, H.P., FRANZEN, J., KNİFKA, J., WALPERT, J., FRANK, D., KOEBKE, J. 2009. The microvascular anatomy of the metatarsal bones: a plastination study. *Surg Radiol Anat*. 31: 271–277.

RAHN, A., RAVENELL, CRAIG, A. CAMASTA, DONALD, POWELL R.. 2011. The Unreliability of the Intermetatarsal Angle in Choosing a Hallux Abducto Valgus Surgical Procedure. *The Journal of Foot & Ankle Surgery* 50: 287–292.

RICHARDSON, M., HANSEN, S., KILCOYNE, R. 2005. Radiographic Evaluation of Hallux Valgus. *Radiology and Orthopaedic Surgery*. 145: 45-57.

ROBINSON, A. H. N., LIMBERS, J. P. 2005. Modern concepts in the treatment of hallux valgus. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 87: 1038-1045.

RONCONI, P., MONACHINO, M., BALEANU. 2000. Distal Oblique Osteotomy of the First Metatarsal for the Correction of Hallux Limitus and rigidus Deformity. *The Journal of Foot & Ankle Surgery*. 1067-2S16f00f3903-01S4\$4.00fO.

ROUKIS T, S. 2010. Clinical Outcomes after Isolated Periarticular Osteotomies of the First Metatarsal for Hallux Rigidus: A Systematic Review. *The Journal of Foot & Ankle Surgery*. 49: 553–560.

ROUKIS, T. S.. 2011. Nonunion after Arthrodesis of the First Metatarsal-Phalangeal Joint: A Systematic Review. *The Journal of Foot & Ankle Surgery*. 50: 710–713.

SAGE, R. A., LAM, A. T., TAYLOR D. T., 1997. Retrospective Analysis of First Metatarsal Phalangeal Arthrodesis. *The Journal of Foot & Ankle Surgery*. 36: 425-429.

SAMANCI, N., SOYUNCU, Y., MERT, M., BİLGİLİSOY, M. 2005. Common pediatric orthopedic problems in lower limbs and its rehabilitation. *Fiziksel tıp*. 8: 117-125.

SCHUH, R., WILLEGGER, M., HOLINKA, J., RISTL, R., WINDHAGER, R., WANIVENHAUS, A. H. 2012. Angular correction and complications of proximal first metatarsal osteotomies for hallux valgus deformity. *International Orthopaedics (SICOT)*. DOI 10.1007/s00264-013-2012-4.

SNELL, R.S. Klinik anatomi. 2004. 6. Baskı, Nobel Tıp Kitabevi İstanbul. Syf: 551-595

WAN, S. C., 2006. Metatarsus Adductus and Skewfoot Deformity. *Clin Podiatr Med Surg.* 23: 23–40.

SINGH, A. P., SINGH, A. P., CHADHA, M. Reverse Floating First Metatarsal and Floating Third Metatarsal With Lisfranc Fracture Dislocation: An unusual injury. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 44:169-171.

SMITH, B. W., COUGHLIN, M. J. 2008. The first metatarsocuneiform joint, hypermobility, and hallux valgus: What does it all mean?. *Foot and Ankle Surgery.* 14: 138–141.

SMITH, S. E., LANDORF, K. B., GILHEANY, M. F., MENZ H. 2011. Development and Reliability of an Intraoperative First Metatarsophalangeal Joint Cartilage Evaluation Tool for Use in Hallux Valgus Surgery. *The Journal of Foot & Ankle Surgery* 50: 31–36.

SPRUCE, M. C., BOWLING F. L., METCALFE, S. A. 2011. A longitudinal study of hallux valgus surgical outcomes using a validated patient centred outcome measure. *The Foot.* 21: 133–137.

SRIVASTAVA, S., CHOCKALINGAM, N., EL FAKHRİ, T. 2010. Radiographic measurements of hallux angles: A review of current techniques. *The Foot* 20: 27–31.

SRIVASTAVA, S., CHOCKALINGAM, N., EL FAKHRİ T. 2011. Radiographic Angles in Hallux Valgus: Comparison between Manual and Computer-Assisted Measurements. *The Journal of Foot & Ankle Surgery.* 49: 523–528.

STEIN, G., PAWEL, A., KOEBKE, J., MÜLLER, L. P., EYSEL, P., THELEN, U., DARGEL, J., WILLIAM, J., MICHAEL, P. 2012. Morphology of the Wrst metatarsal head and hallux rigidus: a cadaveric study. *Surg Radiol Anat.* 34: 589–592.

SUNG, W., KLUESNER, A. J., IRRGANG, J., BURNS, P., WUKICH, D. K. 2010. Radiographic Outcomes Following Primary Arthrodesis of the First Metatarsophalangeal Joint in Hallux Abductovalgus Deformity. *The Journal of Foot & Ankle Surgery* 49: 446–451.

TAŞER, F. (Editör; Sarsılmaz M). 2014. Alt Ekstremitte Kemikleri. İnsan Anatomisi. Akademi Yayınları. Syf: 49-51.

TRNKA, H. J., MÜHLBAUER, M., ZETTL, R., MYERSON M. S., RİTSCHL, P. 1999. Comparison of the Results of the Weil and Helal Osteotomies for the Treatment of Metatarsalgia Secondary to Dislocation of the Lesser Metatarsophalangeal Joints. *Foot Ankle Int.* 20: 72-79.

UCHİYAMA, E., KİTAOKA, H.B., LUO, Z.P., GRANDE, J.P., KURA, H., AN, K.N. 2005. Pathomechanics of hallux valgus: biomechanical and immunohistochemical study. *Foot Ankle Int.* 26(9):732-8.

UNGER, K., RAHİMİ, F., BAREİTHER, D., MUEHLEMAN, C. 2000. The Relationship Between Articular Cartilage Degeneration and Bone Changes of the First Metatarsophalangeal Joint. *The Journal of Foot & Ankle Surgery.* 39: 24-33.

UZUNCA, K. 2009. Ankle and Foot Osteoarthritis. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg.* 55: 15-19.

ÜNAL, A. M. (uzmalık tezi danışman Önder Baran). 2008. Birinci metatars shaft osteotomilerinin ve yeni tanımlanan modifikasyonunun temas yüzey alanlarının değerlendirilmesi ve vida fiksasyon stabilitelerinin karşılaştırılması (biyomekanik çalışma). *Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp fakültesi Ortopedi ve travmatoloji Anabilim dalı.* İzmir.

ÜNAL, K.O. (Uzmanlık Tezi Danışman Ulunay Kanatlı). 2008. Birinci metatars başı şeklinin halluks valgus deformitesi ile ilişkisi. *Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı.* Ankara.

ÜNAL, A. M., BARAN, Ö., UZUN, B., TURAN, A. C. 2010. Comparison of screw-fixation stabilities of first metatarsal shaft osteotomies: a biomechanical study. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 44: 70-75.

DOĞAN D. 2013. Ayak ve Ayak bileği Anatomisi. <http://www.drdenizdogan.com/2013/03/ayak-ve-ayak-bilegi-anatomisi.html>

WASSINK, S., OEVER, M., VAN, D. 2009. Arthrodesis of the First Metatarsophalangeal Joint Using a Single Screw: Retrospective Analysis of 109 Feet. *The Journal of Foot & Ankle Surgery*. 48: 653–661.

WILLEGGER, M., HOLINKA, J., RISTL, R., WANIVENHAUS, A. H. WINDHAGER, R., SCHUH, R. 2014. Correction power and complications of first tarsometatarsal joint arthrodesis for hallux valgus deformity. *International Orthopaedics (SICOT)* DOI 10.1007/s00264-014-2601-x.

WRIGHT, S. A., FILIPPUCI, E., MCVEIGH, C., GREY, A., MCCARRON, M., GRASSI, W., WRIGHT, G. D, TAGGART, A. J. 2014. High-resolution ultrasonography of the first metatarsal phalangeal joint in gout: a controlled study. *Ann Rheum Dis*. 66: 859–864.

YAĞMURLU, B. 2013. Magnetic resonance imaging of the ankle: Trauma lesions. *TOTBİD Dergisi*. 12: 88-104.

ZGONIS, T., PETER, J. G., GARBALOSA, J. C., CINDRIĆ, T., GODHANIA, V., SHANE, Y. 2005. The Value of Radiographic Parameters in the Surgical Treatment of Hallux Rigidus. *The Journal of Foot & Ankle Surgery* 44: 184-189.