T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YARIŞ ATLARINDA ÇATAL-ÖKÇE YASTIĞININ YAPISAL ÖZELLİKLERİNİN MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME (MRG), HİSTOLOJİ, GAZ KROMATOGRAFİ YÖNTEMLERİYLE ARAŞTIRILMASI

Araş. Gör. EBRU GÖKŞAHİN

DOKTORA TEZİ

CERRAHİ (VET) ANABİLİM DALI

Danışman
Prof. Dr. CELAL İZCİ

KONYA – 2015

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YARIŞ ATLARINDA ÇATAL-ÖKÇE YASTIĞININ YAPISAL ÖZELLİKLERİNİN MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME (MRG), HİSTOLOJİ VE GAZ KROMATOGRAFİ YÖNTEMLERİYLE ARAŞTIRILMASI

Araş. Gör. EBRU GÖKŞAHİN

DOKTORA TEZİ

CERRAHİ (VET) ANABİLİM DALI

Danışman
Prof. Dr. CELAL İZCİ

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 12102020 proje numarası ile desteklenmiştir.

KONYA – 2015

ÖNSÖZ

Atlar hareket kapasitesi yüksek hayvanlardır. Hareket yürüme ile gerçekleşen bir eylemdir. Yürüyüş ayak ve bacakların düzenli bir şekilde kullanılarak hareket ettirilmesi olarak tanımlanabilir. Yürüyüş adım ile gerçekleştirilir. Adım, yere basar konumdaki ayağın yerden kaldırılması, bir süre havada ilerletilmesi ve tekrar yere basması olayıdır.

Ayak yapısı normal olan bir at yere bastığında, tırnağın biçiminde bir takım değişiklikler oluşur. Tırnaktaki biçim değişikliklerinin, tırnak içindeki anatomik oluşumlar arasındaki uyumun bir sonucu olduğu düşünülür. Böylece duruş ve hareket halinde iken; tırnak içinde oluşan basıncın etkisi en aza indirilir. Ayak darbelerden tırnak ekleminin yapısı, tırnak kemiği ve tabanın aşağı inmesi, çatal ve çatal-ökçe yastığının elastikiyeti, kıkırdakların esnekliği ve tırnak duvarının terbi ve ökçeler bölgesindeki genişlemesiyle korunur. Tırnakta meydana gelen biçim değişiklikleri; tırnak duvarının şekli, kuru, soğuk veya nemli çevre şartları, hatalı besleme, nal, tırnak duvarının medio-lateral dengesinin bozulması ve zemin gibi faktörlerden etkilenir.

Yürüme sırasında ayak, atın ağırlığının birkaç kat fazlası düzeyde etkiyen bir güçle yere basar ve tırnağa büyük bir yük biner. Bu yükün farklı yürüyüş şekilleri veya topallık durumlarında; ayak içindeki dağılımı değişir. Ayak yere bastığında, zeminden gelen ve aşağıdan yukarıya doğru etkiyen basınç ile hayvanın vücut ağırlığına bağlı oluşan ve yukarıdan aşağıya etkiyen yüke bağlı olarak tırnak içerisinde büyük bir basınç oluşur. Tırnak içerisindeki canlı dokuların zarar görmemesi için bu basıncı absorbe eden bir yapıya/yapılara ihtiyaç vardır. Ayağa binen yükün dağılımını izah eden basınç teorisine göre; ayak yere bastığında çatal ve taban, aşağıdan yukarıya doğru çatal-ökçe yastığını sıkıştırır. Bu esnada oluşan basıncı çatal-ökçe yastığı absorbe ederken, aynı zamanda kartilago ungulaları da abaksiyal olarak zorlar.

Atlarda tırnak üzerine binen mekanik yükü azaltan yapılar çatal-ökçe yastığı, tırnak (kapsula ungula) ve kartilago ungulalardır. Tırnak içerisindeki canlı dokuların zarar görmemesi için ayak üzerine binen mekanik yükü azaltan ve oluşan basıncı absorbe eden en önemli anatomik oluşum çatal-ökçe yastığıdır.

Ayakta yastık görevi yaptığı için, ‘digital cushion/pulvinus digitalis/pulvinus subcutaneus’ olarak adlandırılır. Çatal-ökçe yastığı ülkemizdeki bütün kitaplarda eskiden beri *‘taban yastığı’* olarak adlandırılmaktadır. Sadece bir kaynakta ‘ayak yastığı’ tanımlaması kullanılmaktadır. Oysa at tırnağının taban kısmında yastık niteliğinde herhangi bir anatomik oluşum bulunmamaktadır. Bu tanımlamanın, ayak yere bastığında tırnağın yere temas eden toprak yüzeyinin tamamının taban olarak değerlendirilmesi şeklindeki bir yanlış algılamaya dayandığı söylenebilir. Halbuki; ayak yere bastığında tırnağın yere temas eden yüzeyi, taban, çatal, destekler ve ökçelerden oluşmaktadır. Yani taban tırnağın yere temas eden yüzeyinin sadece bir bölümünü oluşturur.

Bu çalışmada; yarış atı olarak kullanılan kısrak ve aygırların çatal-ökçe yastıklarının; çatal yastığı ve ökçe yastığı kısımlarının ayrı ayrı yapısal özelliklerinin gaz kromotoğrafik ve histolojik olarak ortaya konmasının yanı sıra; radyolojik ve ultrasonografik olarak görüntülenemeyen çatal-ökçe yastığının, çatal ve ökçe kısımlarının manyetik rezonans (MR) görüntüleme tekniği ile elde edilen görüntüleri arasındaki farklılıkların, karşılaştırılmalı olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Doktora eğitimim boyunca bana inanan, bu zorlu süreçte benden her türlü yardımını esirgemeyen, bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşarak bilimsel sorunlarımın çözümlerine ışık tutan danışman hocam Prof. Dr. Celal İZCİ’ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tezimin histolojik verilerinin incelenmesinde yardımcı olan histoloji ABD öğretim üyesi Prof. Dr. İlhami ÇELİK ve Doç. Dr. Yasemin ÖZNURLU’ya, MR çekimlerinde göstermiş oldukları yardımlardan ötürü S.Ü. Tıp Fakültesi Radyoloji ABD öğretim üyesi Doç. Dr. Ali Sami KIVRAKve teknik personelden Ahmet BOSTANCI, Hasan ÖZKARSLI istatistik analizlerde bana yardımcı olan S.Ü. Ziraat Fakültesi Öğretim Üyesi Doç. Dr. İsmail KESKİN`e, eğitim sürecim boyunca katkılarından ötürü S.Ü. Veteriner Fakültesi Cerrahi ABD öğretim üyelerine ve bu zorlu süreçte beni hiç yalnız bırakmayan sevgili aileme teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SİMGELER ve KISALTMALAR xiii

1. GİRİŞ 1

1.1. Ayağın Yapısı 1

1.1.1. Tanım ve Terminoloji 1

1.1.2. Klinik Anatomi 2

1.1.3. Tırnak (Cansız Tırnak-Boynuz Tırnak-Capsula Ungulae) 2

1.1.4. Koryum (Canlı Tırnak-Pododermae-Corium Ungulae) 8

1.1.5. Kartilago Ungula (Cartilago Ungulae-Tırnak Kıkırdağı) 9

1.1.6. Çatal-Ökçe Yastığı (Pulvinus Digitalis-Pulvinus Subcutaneus-Digital Cushion) 10

1.1.7. Çatal-Ökçe Yastığı ve Ayak Fizyolojisi (Biyomekaniği) 12

1.1.8. Ayağın Kemik Yapısı 14

1.1.9. Ayağın Eklem Yapıları 15

1.1.10. Ayağın Hareket Organları 16

1.1.11. Ayağın Damar Yapısı 17

1.1.12. Ayağın Sinir Yapısı 17

1.2. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) 17

1.2.1. Manyetizma ve Atomaltı Parçacıkları 17

1.2.2. Nükleer Manyetizma ve MRG 18

1.2.3.Atom ve MR Sinyali 20

1.2.4. Protonların Topaç Hareketi (Pression) ve Larmor Denklemi 21

1.2.5. Rezonans ve Radyofrekans Dalgası (RF) 22

1.2.6. B_0 Alanı 22

1.2.7. Dokunun Manyetizasyonu 22

1.2.8. Sapma Açısı (Flip Angle-FA) 23

1.2.9. Relaksasyon 23

1.2.10. Relaksasyon Zamanları 25

1.2.11. MR Parametreleri 26

1.2.12. MRG'de Görüntü Oluşumu 28

1.2.13. Manyetik Görüntülemede Temel Sekanslar 31

1.2.14. Manyetik Rezonansta Terminoloji 34

1.2.15. MRG'nin Avantajları 36

1.2.16. MRG'nin Dezavantajları 37

1.3. Atlarda Alt Ekstremitenin Manyetik Rezonans ile Görüntülenmesi 37
1.3.1. Atlarda MRG Protokolü 40
1.3.2. Normal ve Patolojik Dokunun MR'daki Görünümü 42
2. GEREÇ ve YÖNTEM 48
2.1. Hayvan Materyali 48
2.2. Canlı Hayvanlarda MRG çekimlerinin yapılması 48
2.3. Kadavra Ayaklar Üzerinde Yapılan İşlemler 55
2.3.1. Kadavra ayakların temini 56
2.3.2. Kadavra Ayakların MRG Çekimlerinin Yapılması 57
2.3.3. Çatal-Ökçe Yastığının Diseksiyon ve Ekstirpasyonu 61
2.4. Gaz Kromatografisi (GK) 64
2.4.1. Yağ Asitleri Analizi 65
2.4.2. Yağ Asitlerinin Türevlendirilmesi ve GK'de Analizi 65
2.5. Histolojik İncelemeler 66
2.6. İstatistiksel Analiz 67
3. BULGULAR 68
3.1. Kadavra Ayakların Post Mortem Bulguları 68
3.2. Manyetik Rezonans Görüntü Bulguları 75
3.2.1. Kadavra Ayakların Manyetik Rezonans Bulguları 75
3.2.2. Canlı At Ayaklarının Manyetik Rezonans Bulguları 85
3.3. Çatal-Ökçe Yastığının Makroskobik Bulguları 90
3.4. Çatal-Ökçe Yastığının Yağ Asitleri Analiz Bulguları 91
3.5. Çatal-Ökçe Yastığının Histolojik Bulguları 100
4. TARTIŞMA 109
5.SONUÇ ve ÖNERİLER 130
6.KAYNAKLAR 131
7. EKLER 136
EK A: SÜVF Etik Kurul Onayı .....
EK B: Tübitak Kabul Yazısı .....
8. ÖZGEÇMİŞ 138

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 1.1. Dokuların MRG özellikleri 41
Çizelge 2.1. Canlı atlarda MR çekim protokolü 54
Çizelge 2.2. T1- tse - tra- fs (axial) sekans parametreleri 60
Çizelge 2.3. T1- SE – coronal sekans parametreleri 60
Çizelge 2.4. T1- tse- sagital sekans parametreleri..... 60
Çizelge 2.5. Pd- tse-tra-fs-(axial) sekans parametreleri 60
Çizelge 2.6. T2- tse- cor.sekans parametreleri..... 61
Çizelge 2.7. Kadavra ayakların çatal-ökçe yastığı ağırlıkları (gr) 63
Çizelge 2.8. Gaz Kromotografisi Koşulları..... 66
Çizelge 3.1. Grupların ortalama dorsal kenar uzunlukları (cm) ve bu verilerin analiz sonuçları……..68
Çizelge 3.2. Grupların ortalama lateral terbi uzunluk değerleri (cm) gruplara göre dağılımı ve bu verilerin istatistiksel analiz sonuçları…….69
Çizelge 3.3. Grupların ortalama medial terbi uzunlukları (cm) ve bu verilerin istatistiksel analiz sonuçları……69
Çizelge 3.4. Grupların ortalama lateral ökçe uzunlukları (cm) ve bu verilerin analiz sonuçları……...70
Çizelge 3.5. Grupların ortalama medial ökçe uzunlukları (cm) ve bu verilerin istatistiksel analiz sonuçları……70
Çizelge 3.6. Grupların ortalama tırnak yükseklikleri (cm) ve bu verilerin analiz sonuçları…….71
Çizelge 3.7. Grupların ortalama medial ökçe yükseklikleri (cm) ve bu verilerin analiz sonuçları……71
Çizelge 3.8. Grupların ortalama lateral ökçe yükseklikleri (cm) ve bu verilerin istatistiksel analiz sonuçları……72
Çizelge 3.9. Grupların ortalama tırnak açıları (^{0}) ve bu verilerin istatistiksel analiz sonuçları……72
Çizelge 3.10. Kadavra tırnaklarda belirlenen yapısal bozukluklar ve bunların gözlenme sıklıkları……...74
Çizelge 3.11. Grupların ortalama çatal-ökçe yastığı ağırlıkları (gr) ve bu verilerin analiz sonuçları……91
Çizelge 3.12. Çatal ve ökçe yastığı dokusu içerisindeki yağ oranlarının (%) gruplara göre dağılımı ve bu verilerin istatistiksel analiz sonuçları……..92

Çizelge 3.13. Grupları ortalama MUFA oranları (%) ve bu verilerin istatistiksel analiz sonuçları……92
Çizelge 3.14. Grupların ortalama PUFA oranları (%) ve bu verilerin istatistiksel analiz sonuçları……93
Çizelge 3.15. Grupların ortalama SFA oranları (%) ve bu verilerin istatistiksel sonuçları……..93
Çizelge 3.16. Grupların ortalama miristik asit oranları (%) ve bu verilerin analiz sonuçları……94
Çizelge 3.17. Grupların ortalama myristoleik asit oranları (%) ve bu verielerin sonuçları……94
Çizelge 3.18. Grupların ortalama palmitik asit oranları (%) ve bu verilerin analiz sonuçları……95
Çizelge 3.19. Grupların ortalama palmitoleik asit oranları (%) ve bu verilerin istatistiksel analiz sonuçları……...95
Çizelge 3.20. Grupların ortalama stearik asit oranları (%) ve bu verilerin istatistik sel analiz sonuçları……96
Çizelge 3.21. Grupların ortalama oleik asit oranlarıı (%) ve bu verilerin istatistik sel analiz sonuçları……....96
Çizelge 3.22. Grupların ortalama linoleik asit oranları (%) ve bu verilerin analiz sonuçları……97
Çizelge 3.23. Grupların ortalama linolenik asit oranları (%) ve bu verilerin istatistiksel analiz sonuçları……...97
Çizelge 3.24. Grupların ortalama araşidik asit oranları (%) ve bu verilerin istatistik sel analiz sonuçları……98
Çizelge 3.25. Grupların ortalama cis-11-eocosenoic asit oranları (%) ve bu değer lerin istatistiksel analiz sonuçları……..98
Çizelge 3.26. Grupların ortalama cis-11-14-eocosenoic asit oranları ve bu verilerin istatistiksel analiz sonuçları……...…99
Çizelge 3.27. Grupların ortalama erusik asit oranları (%) ve bu verilerin istatistik analiz sonuçları……...……...99
Çizelge 3.28. Grupların çatal-ökçe yastığının içermiş olduğu yağ oranı (%) ortalama değeri ile çatal ve ökçe yastığı dokularının ayrı ayrı içermiş olduğu yağ oranına (%) ilişkin verilerin istatistiksel analiz sonuçları……102
Çizelge 3.29. Grupların çatal ve ökçe yastığı'nın içermiş olduğu Tip I kollagen iplik

oranları ve bu değerlerin analiz sonuçları……103
Çizelge 3.30. Grupların çatal ve ökçe yastığı'nın ortalama AB-pozitif matriks oranları (%) ve bu verilerin istatistiksel analiz sonuçları…….105
Çizelge 3.31. Grupların çatal ve ökçe yastıklarının Safranin O-pozitif ara madde oranları (%) ve bu değerlerin istatistiksel analiz sonuçları…….....107
Çizelge 3.32. Grupların çatal ve ökçe yastığının elastik iplik oranları ve bu verilerin istatistiksel analiz sonuçları……..108

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Ayağın dorsal ve palmar/plantar yüzü……1
Şekil 1.2. Tırnağın temel dokuları……...2
Şekil 1.3 Tırnakta bulunan lamellar yapılar…….5
Şekil 1.4. Taban koryumunun papillar yapısı……..5
Şekil 1.5 Kartilago ungula……...9
Şekil 1.6. Çatal ökçe yastığının tırnak içerisindeki konumu……11
Şekil 1.7. Çatal ökçe yastığının biyomekaniği……..14
Şekil 1.8. Protonların manyetik spin hareketi……..19
Şekil 1.9. Protonların manyetik alan vektörlerinin madde içinde rastgele Dağılımı…….20
Şekil 1.10. Protonların topaç hareketi……...21
Şekil 1.11. Dokudaki protonların manyetik alan içerisindeki konumları……..23
Şekil 1.12. T1 ve T2 relaksasyon eğrisi…….24
Şekil 1.13. T1 ve T2 relaksasyon……...25
Şekil 1.14. T1-ağırlıklı görüntü……..27
Şekil 1.15. T2 ağırlıklı görüntü……..27
Şekil 1.16. Proton ağırlıklı görüntü……28
Şekil 1.17. TE ve TR zamnlarının T1, T2 ve proton ağırlıklı görüntü ile ilişkisi...28
Şekil 1.18. Manyetik rezonans cihazının şematize görüntüsü……29
Şekil 1.19. Spin-eko sekans……32
Şekil 1.20. STIR sekasta görüntü……....33
Şekil 1.21. MRG'de skala……...34
Şekil 1.22. STIR görüntüde kemik ödeminin belirlenmesi…….36
Şekil 1.23. Atlarda genel anestezide ve ayakta MRG alınması……..40
Şekil 1.24. Nonferromanyetik MRG salonu……...41
Şekil 1.25. MRG de kemik ve tendon görünümü……...43
Şekil 1.26. MRG de ligament görüntüsü……44
Şekil 2.1. Bir atın MR görüntülemesi için hazırlanması……49
Şekil 2.2. Bir atın MR görüntüleme için anesteziye alınması……50
Şekil 2.3. Bir atın MR cihazına yerleştirilmesi……...51
Şekil 2.4. Pilot MR görüntüsü……52
Şekil 2.5. Canlı hayvanda transverse ve dorsal lokalizatörlerin kullanılması……52

Şekil 2.6. Canlı hayvanda sagital ve dorsal lokalizatörlerin kullanılması…….53
Şekil 2.7. Canlı hayvanda sagital ve dorsal lokalizatörler kullanılması……53
Şekil 2.8. Canlı hayvanda sagital lokalizatörler kullanılması…….54
Şekil 2.9. Canlı hayvanda transverse ve dorsal lokalizatörler kullanılması……..54
Şekil 2.10. Hayvanın uyanma odasına alınması……...55
Şekil 2.11. Kadavra aygır, kısrak ve tay ayakları…….56
Şekil 2.12. -20 ^{0}C'deki derin donduruda saklanan kadavra at ayakları……..56
Şekil 2.13. Çözünmeye bırakılan kadavra at ayakları……..57
Şekil 2.14. Kadavra ayakların fiziksel muayenesi……57
Şekil 2.15. Kadavra tırnağın renet ile temizlenerek MR çekimine hazırlanması….58
Şekil 2.16. Kadavra ayakların Manyetik Rezonans Görüntülenmesi……...59
Şekil 2.17. Kadavra ayaklarda çatal ökçe yastığının diseksiyonu……...62
Şekil 2.18. Diseke edilen çatal-ökçe yastığının tartım işlemi……..63
Şekil 2.19. Kadavra ayaklarda çatal ökçe yastığının gaz kromotografi ve histoloji işlemeleri için hazırlanması……....64
Şekil 2.20. Analizde kullanılan gaz kromotografi (GK) cihazının genel görünümü…….....66
Şekil 3.1-3.7 Kadavra Aygırlarda Çatal-Ökçe Yastığının Sagital Görüntü Bulguları……..76
Şekil 3.8-3.14 Kadavra Aygırlarda Çatal-Ökçe Yastığının Sagital Görüntü Bulguları……..77
Şekil 3.15-3.19 Kadavra Aygırlarda Çatal-Ökçe Yastığının Transversal Görüntü Bulguları……78
Şekil 3.20-3.23 Kadavra Aygırlarda Çatal-Ökçe Yastığının Koronar Görüntü Bulguları……79
Şekil 3.24-3.27 Kadavra Taylarda Çatal-Ökçe Yastığının Sagital Görüntü Bulguları……...79
Şekil 3.28 Kadavra Taylarda Çatal-Ökçe Yastığının Sagital Görüntü Bulguları….80
Şekil 3.29-3.32 Kadavra Taylarda Çatal-Ökçe Yastığının Sagital Görüntü Bulguları……...80
Şekil 3.33-3.37 Kadavra Taylarda Çatal-Ökçe Yastığının Transversal Görüntü Bulguları……...81
Şekil 3.38-3.40 Kadavra Taylarda Çatal-Ökçe Yastığının Koronar Görüntü Bulguları……...81

Şekil 3.41-3.43 Kadavra Taylarda Çatal-Ökçe Yastığının Koronar Görüntü Bulguları……82
Şekil 3.44-3.47 Kadavra Kısraklarda Çatal-Ökçe Yastığının Sagital Görüntü Bulguları……..83
Şekil 3.48-3.53 Kadavra Kısraklarda Çatal-Ökçe Yastığının Sagital Görüntü Bulguları……83
Şekil 3.54-3.57 Kadavra Kısraklarda Çatal-Ökçe Yastığının Transversal Görüntü Bulguları……84
Şekil 3.58-3.60 Kadavra Kısraklarda Çatal-Ökçe Yastığının Koronar Görüntü Bulguları……84
Şekil 3.61-3.63 Kadavra Kısraklarda Çatal-Ökçe Yastığının Koronar Görüntü Bulguları……85
Şekil 3.64-3.67 Canlı Aygırlarda Çatal-Ökçe Yastığının Sagital Görüntü Bulguları……86
Şekil 3.68 Canlı Aygırlarda Çatal-Ökçe Yastığının Sagital Görüntü Bulguları…86
Şekil 3.69-3.70 Canlı Aygırlarda Çatal-Ökçe Yastığının Sagital Görüntü Bulguları…….86
Şekil 3.71-3.73 Canlı Aygırlarda Çatal-Ökçe Yastığının Transversal Görüntü Bulguları……...87
Şekil 3.74-3.76 Canlı Aygırlarda Çatal-Ökçe Yastığının Transversal Görüntü Bulguları……...87
Şekil 3.77-3.79 Canlı Aygırlarda Çatal-Ökçe Yastığının Koronar Görüntü Bulguları…….88
Şekil 3.80-3.83 Canlı Kısraklarda Çatal-Ökçe Yastığının Sagital Görüntü Bulguları…….88
Şekil 3.84-3.86 Canlı Kısraklarda Çatal-Ökçe Yastığının Sagital Görüntü Bulguları…….89
Şekil 3.87-3.89 Canlı Kısraklarda Çatal-Ökçe Yastığının Transversal Görüntü Bulguları……..89
Şekil 3.90-3.92 Canlı Kısraklarda Çatal-Ökçe Yastığının Transversal Görüntü Bulguları……..90
Şekil 3.93-3.95 Canlı Kısraklarda Çatal-Ökçe Yastığının Koronar Görüntü Bulguları……....90
Şekil 3.96 Crossmon'un üçlü boyasıyla boyanan çatal ve ökçe yastığı kesitleri..101

Şekil 3.97 Crossmon'un üçlü boyasıyla boyanan çatal ve ökçe yastık kesitlerinde Tip I kollagen iplikler…….103
Şekil 3.98 Alcian Blue ile pH 2.5'ta boyanan çatal ve ökçe yastığı kesitleri…….105
Şekil 3.99 Safranin O ile boyanan çatal ve ökçe yastığı kesitleri……..106
Şekil 3.100 Verhoeff'ün elastik iplik boyasıyla boyanan taban ve ökçe yastığı kesitleri……...108

SİMGELER VE KISALTMALAR

A : Atomun Kütle Numarası

AB : Alcian Blue

B_0 : Dış Manynetik Alan Vektörü

CT/BT : Computed Tomography -Bilgisayarlı Tomografi

DDFT : M. Flexor Digitorum Profundus / Deep Digital Fleksor Tendon

DKU : Dorsal Kenar Uzunluğu

DP : Dorsopalmar/Plantar

FA : Sapma Açısı

FID : Free Induction Decay

FOV : Görüntü Alanı

GK : Gaz Kromatografisi

GRE : Gradient Echo

H^+ : Hidrojen İzotopu

IR : Inversion Recovery

IV : İntravenöz

LM : Lateromedial

LÖU : Lateral Ökçe Uzunluğu

LÖY : Lateral Ökçe Yüksekliği

LTU : Lateral Terbi Uzunluğu

MTU : Medial Terbi Uzunluğu

MÖU : Medial Ökçe Uzunluğu

MÖY : Medial Ökçe Yüksekliği

MRG : Manyetik Rezonans Görüntüleme

MUFA : Monounsaturated Fatty Acids / Tekli Doymamış Yağ Asitleri

N : Nötron Sayısı / Nötron Numarası

NEX : Eksitasyon Sayısı

NMR : Nükleer Manyetik Rezonans

PD : Proton Dens

PUFA : Çoklu Doymamış Yağ Asitleri / Polyunsaturated Fatty Acids

RF : Radyofrekans Dalgası

RG : Radyonükleik Görüntüleme

SE : Spin Echo

SFA : Çoklu Doymuş Yağ Asitleri / Saturated Fatty Acids

SNR : Sinyal/Gürültü Oranı

STIR : Shorth T1 Inversion Recovery

T : Tesla

T1 : T_1-Ağırlıklı

T2 : T_2-Ağırlıklı

TA : Tırnak Açısı

TE : Echo Time

TİGEM : Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü

TJK : Türkiye Jokey Kulübü

TR : Repetition Time/ Tekrarlama Zamanı

TSE : Turbo Spin Echo

TY : Tırnak Yüksekliği

US : Ultrasonografi

W_0 : Salınım (precession) Frekansı

Z : Atom Numarası

γ : Gyromanyetik Sabit

ÖZET

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Yarış Atlarında Çatal-Ökçe Yastığının Yapısal Özelliklerinin Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG), Histoloji ve Gaz Kramatografi Yöntemleriyle Araştırılması

Ebru GÖKŞAHİN

Cerrahi (VET) Anabilim Dalı

DOKTORA TEZİ / KONYA-2015

Bu çalışmanın amacı; radyolojik ve ultrasonografik olarak görüntülenemeyen çatl ve ökçe yastığı yapısal özelliklerinin, gas kromotoğrafik ve histolojik olarak ortaya konması ve manyetik rezonans görüntüleri (MRG) arasındaki farklılıkların değerlendirilmesidir.

Çalışmada canlı materyal olarak toplam 13 adet yarış atı, 18 adet kadavra yarış atına ait ayaklar kullanıldı. Kadavra ayak materyali 6 adet aygır, 6 adet kısrak ve 6 adet taya ait toplam 72 adet at ayağı oluşturdu. Ayrıca bu çalışma kapsamında 121 ata ait daha önceden alınmış olan MR görüntüleri incelendi.

Kadavra ve canlı hayvanların çatal-ökçe yastığının MRG, karşılaştırmalı olarak incelendi. Canlı hayvanlardan alınan MRG protokolünde, SE T1/PD sagital, SE T1/PD sagital, SE T1/PD sagital transversal, STIR sagital, STIR transversal, SE T2 transversal, 3D GE T1 dorsal pozisyonlar ve sekanslar kullanıldı. Kadavra tırnakların MRG protokolünde, T1- tse - tra- fs (axial) sekans, T1- SE – coronal sekans, T1- tse- sagital sekans, Pd- tse-tra-fs-(axial) sekans, T2- tse- cor.sekans kullanıldı.

MRG tamamlanan her bir kadavra tırnaktan, histolojik ve gaz kromatografik değerlendirme için doku alındı. Histolojik değerlendirmede, hematoksilen-eozin, safranin O, alcian blue pH 2.5, triple, Gordon ve Sweet'in retiküler iplik boyamaları yapıldı. Gaz kromatografi ile yağ asitleri analizi gerçekleştirildi. Çatla ve ökçe yastığı dokusu içerisinde bulunan yağ miktarlarının gruplar arası farklılıkları istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulundu. Çatal ve ökçe yastığındaki SFA oranlarının gruplar arasındaki farklılıkları istatistiksel olarak önemsiz ($P>0,05$) bulunurken, MUFA ve PUFA oranlarının gruplar arasındaki farklılıkları istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulundu. Çatal ve ökçe yastıkları kalın kollagen iplik demetlerinden oluşmakla birlikte, yağ hücresi toplulukları kalın kollogen iplik demetleriyle ayrılmış durumdaydı. Grupların çatal-ökçe yastığı dokularının yağ oranları arasında önemli farklar ($P<0,01$) tespit edildi. MR görüntülerinin karşılaştırılmasında; ökçe yastığının görüntüsü farklı kesitlerde değerlendirilirken, çatal yastığı görüntüsü 10. kesit görüntüsü ile değerlendirilmeye başlandı.

Sonuç olarak atlarda çatal ve ökçe yastığının yapısal özelliklerinin farklı olduğu, bu farklılığında MR görüntülerine yansıdığı söylenebilir.

Anahtar Sözcük: At; çatal-ökçe yastığı; gaz kromatografi; histoloji; MRG.

SUMMARY

REPUBLIC of TURKEY
SELCUK UNIVERSITY
HEALTH SCIENCES INSTITUTE

A STUDY of RACE HORSE DIGITAL CUSHION'S IN THE LIGHT OF MRI, HISTOLOHICAL AND GAS CHROMATOGRAPHIC ANALYSIS

Ebru GÖKŞAHİN

Department of Surgery Veterinary Medicine

PhD THESIS / KONYA-2015

The aim of this study is to reveal the structural properties of digital cushion on the light of gas chromatographic and histogical analysis- which is not possible to do using X-Ray and ultrasonography- and the differences between individual digital cushion MRI scans.

In this study, we examined feet from 13 live and 18 cadaver race horses. Of the cadaver equie feet, 6 belong to stallions, 6 to mares and the other 6 to foals, which amount to a total of 72. Additionally, we referred to MR scans of equine feet from 121 rece horses, which were imaged by another researcher. We compared MRI scanes of digital cushion's of live equine feet to those of cadavers'. The MRI scans of live equine feet were taken in SE T1/PD sagital, SE T1/PD sagital, SE T1/PD sagital transversal, STIR sagital, STIR transversal, SE T2 transversal, 3D GE T1 dorsal positions and sequences. On the other hand, the cadaver feet and imaged in T1- tse - tra- fs (axial) sekans, T1- SE – coronal sekans, T1- tse- sagital sekans, Pd- tse-tra-fs-(axial) sekans, T2- tse- coronal positions and sequences. After completing MRI scaning process, we extracted tissue samples in order to be analysed both histologicaly and gas chromatographically. The histological analysis was conducted fallowing Gordon and Sweet's staining protocol for reticulin fibers and using hematoksilen-eozin, safranin O, alcian blue pH 2.5 and triple. The variation of the lipid contet of the toric and cuneal parts of digital cushion between the three groups proved to be statistically significant ($P< 0.01$).We found out that lipid cell groups are seperated by thick collagen fibers both in cuneal and toric parts. We detected significant differences in lipid content's of cuneal and toric parts between the groups. While the toric parts become clearly visible in various MRI slices, the cuneal parts become visible starting from the 10^{th} slices in all scans.

Consequently, we can conclude that there are structural differences between toric and cuneal parts of digital cushion and MRI scans support thise.

Key words: Equine; digital cushion; gas chromatograph; histology; MRI.

yoksundur. Altındaki canlı doku (corium ungulae-pododerma) tarafından üretilir ve beslenir. Koryum ungula ile lamellalar vasıtasıyla çok sıkı bir bağlantısı vardır. Tırnak, içerisindeki temel ve canlı anatomik oluşumları (2. falanksın distal kısmı, 3. falanks, tırnak eklemi, naviküler kemik, naviküler bursa, lateral ve medial kartilago ungula, çatal ve ökçe yastığı (digital cushion), eklem ligamentleri, fleksor ve ekstensor tendoların son kısımlarını) sürtünmeden, aşırı sıcak ve soğukla dehidrasyondan korur. Ayak yere bastığında oluşan basıncı dağıtarak ağırlığı taşır. Sadece ağırlık taşımakla kalmaz, yıpranmaya karşı da dirençlidir ve darbeleri abzorbe eder. Bu özelliğiyle bir nevi ayakkabı gibidir. Ön tırnaklar daha geniş, arka tırnaklar daha oval bir biçim almıştır **(**Rooney 1996, Yücel ve Özsoy 1999**,** Stashak 2002, Pilliner ve Davies 2004, Thomas 2006, Floyd ve Mansmann 2007, Baxter 2011).

Tırnağın aylık uzaması yaklaşık olarak 5-8 mm kadardır. Tamamen yenilenmesi 9-12 ay sürer. Sertliği kapsadığı nem oranına bağlıdır. Nem oranı arttıkça sertlik azalır. Tırnağın ağırlık taşıyan kısımları tırnak duvarı, destekler ve çataldır. Tırnağın ısı iletkenliği oldukça zayıftır. Bu özelliği ile sıcak ve soğuk ortamlarda, içindeki canlı dokular için iyi bir koruyucudur. Tırnaklar açık veya koyu tonlarda renge sahiptir. Pigment üreten hücreler (melanositler) epidermal hücrelere melanin pigmenti salarak tırnağın çoğunlukla siyah koyu rengin değişik tonlarını almasını sağlar **(**Rooney 1996, Yücel ve Özsoy 1999**,** Stashak 2002, Pilliner ve Davies 2004, Thomas 2006, Floyd ve Mansmann 2007, Baxter 2011).

Boynuz tırnak; tırnak duvarı, taban, çatal, ökçeler, destekler ve beyaz çizgiden oluşur **(**Rooney 1996, Yücel ve Özsoy 1999**,** Stashak 2002, Pilliner ve Davies 2004, Thomas 2006, Floyd ve Mansmann 2007, Baxter 2011).

Tırnak duvarı (paries ungulae - kasnak)

Yere basmış konumdaki tırnağın ön ve yandan görünen kısmı olup, koni biçimindedir. Üst kenarını derinin sona erdiği yerde margo koronaryus, alt kenarını margo solaris (margo soleare) oluşturur. Dış yüzeyi yanlardan dış bükey ve aşağı doğru meyillidir. Tırnak duvarının ön kısmının (sünbük) zeminle yaptığı açı ön ayaklarda 45-50^0, arka ayaklarda 50-55^{0}dir. Bu açılanma terbi ve ökçelerde daha diktir. Her tırnakta iç ökçeler dış ökçelerden daha diktir. Tırnak duvarının dışı

düzdür. Tırnağın en sert kısmıdır. Yaklaşık % 25 oranında su içerir. Tırnak duvarı, dış yüzünde önden arkaya doğru sünbük (ön), terbi (iç ve dış) ve ökçe (iç ve dış) diye kısımlara ayrılır. Tırnak duvarının üst kenar (margo koronaryus) çevresi alt kenar (margo solaris) çevresinden daha dar ve incedir. Alt kenar düzeyinde beyaz çizgi ile tabana (solea ungulea) bağlanır. Kasnak, tırnağın yük taşıyan en önemli dokusudur. Kasnak, ökçeler bölgesinde öne doğru kıvrılarak bir açılanma ile ökçe köşelerini oluşturur. Tırnak duvarının öne yönelen bu kısmı çatalın ucuna doğru uzanarak, burada ökçe dayaklarını (destek-pila ungulea) oluşturur. Tırnağın en kalın kısmı burasıdır (Artun 1968, Yücel ve Özsoy 1999**,** Stashak 2002, Pilliner ve Davies 2004, Thomas 2006, Floyd ve Mansmann 2007, Baxter 2011).

Tırnak duvarı dıştan içe doğru üç tabakadan oluşur. En dışta perioplik epidermis (periople, perioplik cornu) bulunur. Periople tırnak duvarının proksimalinde deriyi boynuz tırnağa bağlayan ve koroner bantın altında ona paralel olarak ökçelere doğru uzanan bir banttır. Kirli beyaz renkte ve yaklaşık 2 cm genişliğindedir. Ökçelere doğru genişliği artar ve ökçeler düzeyinde kaybolur**.** Tırnak duvarının orta katmanı koryum koronaryum tarafından üretilir. Keratinize hücrelerden oluşmuştur. Tubuler yapıdadır. Tırnağın rengi bu katman tarafından belirlenir**.** Tırnak duvarının iç katmanı epidermal lamellar (laminar) yapıdadır. Bu laminar tabaka koryum parietale tarafından üretilen 550-600 kadar primer laminadan oluşur. Primer laminaların her biri 100-200 kadar sekonder laminaya, bunların da her biri mikroskopik düzeyde gözlenebilen 30-40 adet tersiyer lamellaya sahiptir. Epidermal ve dermal lamellalar, bir nevi tarak dişleri gibi birbirine sıkıca kenetlenmiş konumda bulunurlar. Bu laminar bağlantı sayesinde canlı ve cansız tırnak birbirine çok sıkı bir şekilde bağlanır. Epidermal lamellalar distalde beyaz çizgiyi oluşturmak için taban (solea ungulae) ile birleşirler (Şekil 1.3) **(**Pollitt 1995, Price ve Fisher 1995, Rooney 1996, Finci 1998, Yücel ve Özsoy 1999**,** Stashak 2002, Pilliner ve Davies 2004, Thomas 2006, Floyd ve Mansmann 2007, Baxter 2011).

Çatal (cuneus corneus)

Tırnağın toprak yüzeyinde, ökçelerden tabana doğru sivrileşen -V- harfi biçiminde bir oluşumdur. Dört yüzeyi (toprak, lateral, medial, internal), bir ucu (apex cunei cornei), iki kolu (crura cunei cornei), bir orta oluğu (sulcus intermedius cunei cornei), iki tane de yan oluğu (sulcus lateralis cunei cornei) vardır. Çatalın toprak yüzü üçgen biçimindedir. İnternal yüz koryum kunale (cuneale) ile örtülü olan çatal yastığına yaslanır ve onun şekline benzer. Bu yüzde horoz ibiği denilen (spina cunei cornei) bir çıkıntı bulunur. Bu çıkıntı çatal orta oluğunun karşılığıdır. Çatalın kolları ökçelere doğru açılarak kasnağın ökçe bölümüne karışır ve kaybolur **(**Yücel 2005, Floyd ve Mansmann 2007**).** Çatal orta oluğuna çatal yastığındaki ter bezlerinin kanalları açılır. Çatal yastığındaki yağ bezleri çatalın kurumasını engeller. Bu bölge tırnağın diğer kısımlarından daha fazla nem oranına (yaklaşık % 40) sahiptir. Bu nedenle tırnağın en yumuşak kısmını oluşturur. En önemli fonksiyonlarından birisi çatal ve ökçe yastığını desteklemek ve dengede tutmaktır. Bu sayede çatal koryumuna, tırnak eklemine ve profund tendoya koruma sağlar. Ayak yere bastığında basıncın etkisiyle çatal yayılır. Ayak kaldırıldığında çatal kontrakte olur. Çatalın küçülmesi tırnağın küçülmesi ve daralması ile sonuçlanır **(**Pollitt 1995, Price ve Fisher 1995, Stashak 2002, Floyd ve Mansmann 2007, Budras ve Röck 2009, Baxter 2011**).**

Ökçeler (torus ungulae)

Ayağın palmar/plantar yüz bukağılık çukurluğunun altında yerleşmiştir. Her ayakta lateral ve medial olmak üzere bir çift yumuşak ökçe bulunur. Büyük kısmı ökçe yastığı tarafından oluşturulur. Üzeri kısmen deri, kısmen de boynuz tırnak tarafından örtülür. Buradaki boynuz tırnak kasnağa göre daha yumuşaktır. Bu nedenle oldukça esnek bir yapıya sahiptir. Bu özelliği ve kartilago ungulaların da katkısıyla, ayağın fizyolojisinde önemli rol oynar (Stashak 2002, Floyd ve Mansmann 2007, Budras ve Röck 2009, Baxter 2011).

Destekler-Ökçe Dayakları (pila ungulae)

Tırnak duvarı ökçeler bölgesinde öne doğru kıvrılarak bir açılanma oluşturur. Tırnak duvarının öne yönelen bu kısmı, çatalın ucuna doğru uzanarak ökçe dayaklarını (destek-pila ungulea) oluşturur. Burada meydana gelen açı (yaklaşık 40-

50^0) taban açısı olarak isimlendirilir. Tırnağın en kalın kısmı burasıdır. Destekler çatalın kollateral oluklarına paralel olarak öne doğru seyreder ve yaklaşık çatalın ortalarına doğru zayıflayarak kaybolarak tabana karışırlar. Destekler, ayak yere bastığında yay benzeri fonksiyon yaparak, terbi ve ökçe bölgesindeki tırnak duvarının içe ve dışa doğru aşırı hareket etmelerini önler **(**Price ve Fisher 1995, Stashak 2002, Floyd ve Mansmann 2007, Baxter 2011).

Beyaz çizgi (linea alba)

Tırnak duvarı ile tabanın birleşme hattıdır. Tabana bakıldığında margo solarise paralel seyreden dar bir çizgi halinde görülür. Tabanı ökçelere kadar saran açık gri-beyaz renkte, tabana göre daha yumuşak, halka niteliğinde bir oluşumdur. Genişliği yaklaşık 0.5 cm kadardır. Belli şartlarda bu genişlik artabilir. Taban ile tırnak duvarı arasında esneme payı gibi bir rol oynar. Tırnak duvarının kalınlığının belirlenmesinde rehberlik yapar. Özellikle nallama sırasında önemli bir referans olarak kullanılır **(**Pollitt 1995, Price ve Fisher 1995, Stashak 2002, Thomas 2006, Floyd ve Mansmann 2007, Budras ve Röck 2009, Baxter 2011**)**.

Koroner yastık

Koryum koronaryumun altında bulunan esnek yapıda bir oluşumdur. Korium koronaryum ile birlikte sulkus koronaryus (sulcus coronarius) içinde yer alır. En kalın kısmı ayağın dorsalinde bulunur. Koroner yastık ökçelere doğru incelir ve ökçelerin proksimalinde ökçe yastığı ile birleşir **(**Stashak 2002, Floyd ve Mansmann 2007, Budras ve Röck 2009, Baxter 2011).

Koroner bant

Tırnağın proksimalinde deriden boynuz tırnağa geçiş hattı, koroner bant olarak isimlendirilir. Korium limitans, korium koronaryum ve koroner yastıktan meydana gelmiştir. En dışta periople ile kuşatılmıştır. Ayak hastalıklarının tanımında önemli bir referans bölgesidir **(**Stashak 2002, Floyd ve Mansmann 2007, Budras ve Röck 2009, Baxter 2011).

Mahmuzlar (Torus metacarpeus)

Topuk ekleminin palmar/plantar yüzünde yerleşen küçük rudimenter

boynuzsu oluşumlardır. Aslında bunlar 2. ve 4. parmağın rudimenter tırnaklarıdır. Soğukkanlı atlarda daha belirgin olarak bulunur. Mahmuzların etrafında uzun topuk kılları bulunur **(**Stashak 2002, Floyd ve Mansmann 2007, Budras ve Röck 2009, Baxter 2011).

1.1.4. Koryum (Canlı tırnak-Pododermae-Corium Ungulae)

Koryum, tırnağın beslenmesini sağlayan vasküler bir tabakadır. Tırnağın ve tırnak kemiğinin şekline uygun biçimde yapılanmıştır. Bu yapı 5 bölüm altında incelenir. Her bölüm ilgili tırnak kısmının beslenmesi ve büyümesinden sorumludur **(**Stashak 2002, Floyd ve Mansmann 2007, Budras ve Röck 2009, Baxter 2011).

Koryum limitans-perioplik koryum (corium limitans-sınır koryumu)

Perioplik olukta yerleşmiştir. Kasnağın periople tabakasını üretir. Koroner bantın oluşumuna katılır. Kasnağın üst kenarının altında ince bir çember şeklinde yerleşmiştir. Ökçelere doğru genişler ve sonunda ökçeler ve çatala birleşir **(**Stashak 2002, Floyd ve Mansmann 2007, Budras ve Röck 2009, Baxter 2011).

Koryum koronaryum (corium coronarium-taç koryumu)

Perioplik koryumun hemen altında yerleşen geniş ve kalın bir banttır. Tırnak duvarının sulkus koronaryusunda yerleşir. Perioplik koryum ile koroner bandı oluşturur. Ana fonksiyonu, yapısında mevcut olan papillalar ile tırnağın büyümesi ve beslenmesini sağlamaktadır. Damar bakımından oldukça zengindir. Kasnağın parietal epidermisini üretir **(**Stashak 2002, Floyd ve Mansmann 2007, Budras ve Röck 2009, Baxter 2011).

Koryum parietale (corium parietale – yapraklı koryum)

Koryum koronaryumun distalinden başlayarak distal falanksın ön ve yan yüzlerini bütünüyle sarar. Tırnak kemiğinin distal kenarı boyunca taban koryumu ile karışır. Dermal primer, sekonder ve tersiyer lamellaları oluşturur. Kasnağın epidermal lamellaları ile kenetlenir **(**Stashak 2002, Floyd ve Mansmann 2007).

Koryum solare (corium soleare-taban koryumu)

Tırnak kemiğinin çatal ve destekler dışında kalan toprak yüzünü tamamen

1.1.6. Çatal-Ökçe Yastığı (Pulvinus Digitalis-Pulvinus subcutaneus-Digital cushion)

Çatal-ökçe yastığı, ayağın palmar/plantarında (ayağın arka yarımında) ve çatalın tam üzerinde bulunan kama biçiminde piramidal bir oluşumdur. Tırnağın çatal ve ökçe bölgesinde yastık görevi yaptığı için 'digital cushion/pulvinus digitalis/pulvinus subcutaneus/çatal-ökçe yastığı olarak adlandırılır (Bowker ve ark 1998, Finci 1998, Hickman ve Humphrey 1999, Floyd ve Mansmann 2007). Bir kaidesi, bir apeksi, dört de yüzeyi vardır. Çatalın üzerinde, 3. falanks, naviküler kemik ve profund tendonun altında ve arkasında, kartilago ungulalar arasında yerleşmiştir. Tırnak kemiğinin solar yüzünde profund tendonun yapıştığı yerden kaudale doğru kartilago ungulaların aksiyal yüzlerinin arasını doldurarak dorsopalmar/plantara doğru uzanır (Şekil 1.6). Ayağın palmar/plantarında subkutaneal konumda yerleşmiştir. Dorsoproksimal yönde şişkinlik oluşturan ve yüzeysel bir olukla ortadan ikiye ayrılmış konumdaki ökçelerin yuvarlak çıkıntılarını oluşturur ve distal digital annular ligament ile birleşir. Deri ile profund tendo arasını doldurur (Artun 1972, Kainer 1989, Price ve Fisher 1995, Finci 1998, Hickman ve Humphrey 1999, Stashak 2002, Ross ve Dyson 2003, Floyd ve Mansmann 2007). Tırnak, çatal-ökçe yastığı ve kartilago ungulalar ayak üzerine binen mekanik yükü azaltan yapılardır. Çatal-ökçe yastığı, ayağın yere temas etmesiyle birlikte oluşan yükü önemli oranda abzorbe eder (Kainer 1989, Butler 1995, Hickman ve Humphrey 1999). Fibro-adipoz yapıda, damardan fakir ve duyarsız bir doku olan çatal-ökçe yastığı, bu özelliği ile ayak içerisinde oluşan basıncı ağrı duymadan absorbe etme yeteneğine sahiptir. Ayak yere basıp vücut ağırlığı topuk eklemine bindiğinde, çatal-ökçe yastığı yukarıdan binen basınç altında kalarak sıkışır. Alttan çatal tarafından sıkıştırılır. Oluşan basınç her iki yandaki kartilago ungulalara aktarılır. Böylece ökçeler bölgesinde ayak genişler (Price and Fisher 1995, Hickman ve Humphrey 1999).

Çatal-ökçe yastığı, fonksiyonları birbirinden farklı iki kısımdan oluşur (Artun 1972, Floyd ve Mansmann 2007). Ökçe yastığı (toric part) büyük olan kısmıdır. Yağ dokusundan zengin olup, kollagen ipliklerden oluşan bir bağ dokusu yapısına sahiptir ve hücresel içeriği azdır. Fonksiyonu, ökçeler yere temas ettiğinde oluşan etkiyi dağıtmak ve parmağın (tırnağın) taşıdığı ağırlığı azaltmaktır. Çatal yastığı (cuneal part) daha küçüktür. Ökçe yastığından daha sert, dayanıklı ve katıdır. Ökçe yastığının

arterden köken alan birkaç damar kolundan beslenir (Artun 1972, Bowker ve ark 1998, Finci 1998, Yücel ve Özsoy 1999, Stashak 2002, Ross ve Dyson 2003, Floyd ve Mansmann 2007).

Değişik yaşlardaki atların çatal-ökçe yastıklarının makroskobik ve mikroskobik olarak incelendiği bir çalışmada (Wilhelm ve ark 2005), çatal-ökçe yastığının bileşiminin atların kullanım amacına ve iş yüklerinin farklılığına göre bireysel farklılıklar gösterdiği belirtilmektedir. Makroskopik olarak çatal yastığının daha kompakt, ökçe yastığının daha yumuşak ve esnek bir yapıda olduğu bildirilmiştir. Mikroskopik olarak; çatal yastığında bağ dokusu yoğunluğunun fazla olduğu belirtilmektedir. Çatal-ökçe yastığının % 39.7 oranında sıkı ve düzensiz bağ dokusu, % 37.7 oranında gevşek bağ dokusu, % 17.4 oranında elastik doku ve % 5.7 oranında yağ dokusu içerdiği bildirilmiştir. Elastik dokunun ise daha çok ökçe yastığında ve çatal yastığı ile ökçe yastığı arasındaki geçiş hattında bulunduğu görülmüştür. Ayrıca tayların ökçe yastığının yetişkin atlara göre daha fazla yağ dokusu içerdiği, ancak bu yapının zamanla yoğun bağ dokusu ve hiyaluronik asitten zengin gevşek dokusuna dönüştüğü bildirilmektedir.

1.1.7. Çatal-Ökçe Yastığı ve Ayak Fizyolojisi (Biyomekaniği)

Ayak yapısı normal olan bir at yere bastığında, tırnağın biçiminde birtakım değişiklikler (tırnak mihanikiyeti) olur. Tırnağın uğradığı bu biçim değişiklikleri oldukça kompleks bir mekanizma (hoof mechanism) sonucu gerçekleşir. Bu mekanizmanın temel özelliği, ayağın yere basması (vurması) esnasında oluşan basıncın absorpsiyonudur. Tırnaktaki bu biçim değişikliğinin, tırnak içindeki anatomik oluşumlar arasındaki uyum sonucu gerçekleştiği düşünülür. Böylece tırnağa etkiyen yük ve basınç zararsız hale gelir. Ayak bu darbelerden; tırnak ekleminin yapısı, tırnak kemiği ve tabanın aşağı inmesi, çatal ve ökçe yastığının elastikiyeti, çatal ve kıkırdakların esnekliği ile terbi ve ökçe bölgesindeki tırnak duvarının genişlemesiyle korunur (König ve ark 2003).

Ayak yere bastığında tırnakta meydana gelen biçimsel değişiklikleri şu şekilde belirlemek mümkündür. Ayak yere bastığında önce ökçeler daha sonra terbiler ve en son sünbük yere temas eder. Taban iç bükeyliğini kaybeder. Nalsız bir ayakta tırnak duvarı, her iki yanda (terbi ve ökçelerde) dışa doğru açılır. Ökçeler

Ayak biyomekanığinde çatal-ökçe yastığının etkinliğine ilişkin, çatal-ökçe yastığının anatomik konumu ve fonksiyonel özellikleri dikkate alınarak birkaç teori oluşturulmuştur. Basınç teorisine göre; ayak yere bastığında çatal ve taban, aşağıdan yukarıya doğru çatal-ökçe yastığını sıkıştırır. Bu esnada oluşan basıncı çatal-ökçe yastığı abzorbe ederken, aynı zamanda kartilago ungulaları da abaksiyal olarak zorlar (Dhyre-Poulsen ve ark 1994, Butler 1995, Hickman ve Humphrey 1999). Depresyon teorisine göre ise ayak yere bastığında 2. falanks yukarıdan aşağıya doğru alçalır. Bu esnada oluşan basınç, tırnak duvarı ve kartilago ungulaları dışarıya doğru iterken, tırnak duvarının laminar bağlantıları boyunca yayılır ve dağılır (Dhyre-Poulsen ve ark 1994, Butler 1995, Hickman ve Humphrey 1999). Her iki görüşe göre de; çatal-ökçe yastığı, kartilago ungulaları dışa doğru itmeden önce oluşan basıncı absorbe eder ve ayağın damar sistemi (kılcal ven ağları-pleksuslar) üzerindeki tulumba etkisiyle ayaktaki kanın boşalmasını sağlar (Bowker ve ark 1998).

1.1.8. Ayağın Kemik Yapısı

Ön ve arka ayak kemikleri üç kısımda incelenir (Yücel ve Özsoy 1999, Stashak 2002, Floyd ve Mansmann 2007, Budras ve Röck 2009, Baxter 2011).

- Karpal ve tarsal kemikler
- Metakarpal ve metatarsal kemikler
- Parmak kemikleri

Parmak Kemikleri

Her parmağın yapısındaki kemik oluşumları yukarıdan aşağıya doğru sırasıyla şunlardır (Yücel ve Özsoy 1999, Stashak 2002, Floyd ve Mansmann 2007, Budras ve Röck 2009, Baxter 2011):

- Birinci falanks (phalanx proximalis, bukağılık kemiği),
- İkinci falanks (phalanx media, taç kemiği),
- Üçüncü falanks (phalanx distalis, tırnak kemiği)
- Proksimal sesamoid kemik
- Distal sesamoid (naviküler) kemik

Birinci falanks (proximal phalanx-bukağılık kemiği): Metakarpus/metatarsus ile 2. phalanks arasında bulunur. En uzun parmak kemiğidir. Distal ucu 2. falanks ile

eklemleşir (Yücel ve Özsoy 1999, Stashak 2002, Floyd ve Mansmann 2007, Budras ve Röck 2009, Baxter 2011).

İkinci falanks (middle phalanx-taç kemiği): Proksimal ve distal falanks arasında bulunur. Distal ucu 3. falanks ve naviküler kemik ile eklemleşir (Yücel ve Özsoy 1999, Stashak 2002, Floyd ve Mansmann 2007, Budras ve Röck 2009, Baxter 2011).

Üçüncü falanks (distal phalanx-tırnak kemiği): Tırnağın içinde onun şekline uygun olarak yerleşmiştir. Yandan görünüşü üçgene benzer. Üzerindeki dermal laminalarla tırnak duvarına bağlanırlar. Diğer kemiklerinden daha hafif bir yapıya sahiptir (Yücel ve Özsoy 1999, Stashak 2002, Floyd ve Mansmann 2007, Budras ve Röck 2009, Baxter 2011).

Proximal seasamoid kemik: Topuk ekleminin palmar/plantarında iki adet olarak bulunur. Birbirine lig.intersesamoidea ile bağlanmışlardır. En önemli görevleri m.flex.dig. tendosuna fibrocartilaj bir oluk sağlamak, kaldırma gücü vermek ve suspensör ligament için bir dayanak sağlamaktır (Yücel ve Özsoy 1999, Stashak 2002, Floyd ve Mansmann 2007, Budras ve Röck 2009, Baxter 2011).

Distal sesamoid kemik (naviküler kemik): Tırnak ekleminin arkasında transversal olarak yerleşmiş küçük, fakat önemli bir kemiktir. Hem ikinci falanks hem de tırnak kemiği ile eklemleşir. Fleksor yüzeyi dış bükeydir ve ve bu yüzeyi fibrokartilaj özelliktedir. Bu yüzeyden profund tendo geçer. Kemik ile tendo arasında naviküler bursa yer alır. Naviküler bursa, tendo ile naviküler kemik arasındaki sürtünmeyi azaltan bir sinovyal sıvı üretir. Böylece tendonun daha kolay hareket etmesini sağlar (Yücel ve Özsoy 1999, Stashak 2002, Floyd ve Mansmann 2007, Budras ve Röck 2009, Baxter 2011).

1.1.9. Ayağın Eklem Yapıları

Atlarda ön ve arka ayağın eklem (articulatio manus/pedis) yapıları şunlardır:

Karpal eklem (Articulatio carpi - Ön ayak bilek eklemi: Antebrachiumun alt ucu ile metakarpusun üst ucu arasında, iki sıra halindeki karpal kemiklerden oluşan bileşik bir eklemdir.

Tarsal eklem (articulatio tarsi - arka ayak bilek eklemi): Krus kemiklerinin (tibia ve fibula) alt ucu ile metatarsusun üst ucu arasında bulunur. Hayvan türlerine göre

değişik sayıda ve üç sıra halinde dizilmiş tarsal kemiklerden oluşan birleşik bir eklemdir.

Parmak eklemleri: Metakarpusun/metatarsusun alt ucundan itibaren herbir parmaktaki falankslar arasında oluşan eklemlerdir. Bunlar yukarıdan aşağıya doğru sırası ile;

Birinci parmak eklemi-topuk eklemi (art. metacarpo/metatarsophalangeae-fetlock joint): Metakarpus/tarsus'un distal ucu, proksimal falanks ve proksimal susam kemiklerinin oluşturduğu bir eklemdir. Esas olarak fleksiyon ve ekstensiyon hareketi yapar.

İkinci parmak eklemi-taç-korona eklemi (art. interphalangea proximalis-pastern joint): Birinci falanksın distal ucu ile ikinci falanksın proksimal ucu arasında oluşan bir eklemdir. Esas olarak fleksiyon ve ekstensiyon hareketi yapar.

Üçüncü parmak eklemi-tırnak eklemi (articulatio interphalangea distalis-coffin joint-pedal joint) : İkinci ve üçüncü falanks ile distal sesamoid kemik arasında oluşan bir eklemdir. Normal olarak ekstensiyon ve fleksiyon hareketi yapar. Tırnak eklemi; kartilago ungulea, çatal-ökçe yastığı ve tırnak kemiği üzerindeki lamellalar vasıtasıyla basınçları abzorbe etme yeteneğine sahiptir **(**Stashak 2002, Floyd ve Mansmann 2007, Budras ve Röck 2009, Baxter 2011).

1.1.10. Ayağın Hareket Organları

Ayağın en önemli hareket organları tendo ve ligamentlerdir. Ön ve arka ayağın en önemli ekstensor tendoları m.ext.dig.com. ve m.ext.dig.lat. dir. Bunlar ayağın dorsal ve lateralinde bulunurlar. En önemli fonksiyonları karpal, topuk, taç ve tırnak eklemine extensiyon hareketi yaptırmaktır. Ön ve arka ayağın en önemli fleksor tendoları, m.flex.dig.supf. ve m.ext.dig.prof.'dur. Ayağın palmar/plantar yüzünde bulunurlar. En önemli fonksiyonları karpal, topuk, taç ve tırnak eklemine fleksiyon hareketi vermektir. Suspansor ligament (M.interosseus medius), karpal eklemin palmarında alt sıra karpal kemiklerin distal ucundan orijin alır. Bu ligamentin asıl fonksiyonu ekstremiteye aşırı yük bindiğinde kuvvetli bir dorsal fleksiyon ile topuk eklemine destek vermektir **(**Stashak 2002, Floyd ve Mansmann 2007, Budras ve Röck 2009, Baxter 2011).

1.1.11. Ayağın Damar Yapısı

Ayağın damarları arterler, kapillerler ve venlerden oluşmuştur. Ön ayağın ana arteri a.metacarpea dorsalis'tir. Alt ekstremite ve ayaklara kanı a.digitales palmares communes taşır. Her bir digital arter ayağın değişik dokularına kollar verir. Arka ayak arterleri a.metatarsea dorsalisten köken alır. Ayak içindeki dağılımı aynen ön ayaklardaki gibidir. Çatal-ökçe yastığı, proksimalden kartilago ungulaların aksiyal yüzü boyunca distaline kadar uzanan ve sonunda çatala ulaşan iki arterden köken alan birkaç damar kolundan beslenir (Stashak 2002, Ross ve Dyson 2003). Çatal-ökçe yastığına giden arter (ramus tori digitalis) iki kola ayrılır. Abaksiyal kolu yumuşak ökçeler ve ökçe koryumunun kan ihtiyacını karşılar. Aksiyal kol çatal ve destek koryumlarının kan ihtiyacını karşılar. Ayrıca çatal-ökçe yastığı ile kartilago ungulaların proksimal kısmı arasında bir venöz pleksus bulunur (Kainer 1989).

1.1.12. Ayağın Sinir Yapısı

N. palmaris medialis, n.medianus devamı niteliğindedir. N. digitalis dorsalis ayağın dorsalinde proc.extensorius, dorsal korona ve tırnak ekleminin dorsal yüzünün innervasyonunu yapar. N. digitalis palmaris distal falanks, naviküler kemik, çatal-ökçe yastığı ve taban koryumunun innervasyonunu sağlar. N.plantaris mediyalis ve lateralis n.tibialis'den köken alırlar. Ayağın canlı dokularının innervasyonu bu digital sinirler tarafından sağlanır.

1.2. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

1.2.1. Manyetizma ve Atomaltı Parçacıkları

Doğada bulunan tüm maddeler atomlardan meydana gelir. Atomlar ise proton, nötron, elektronlar ve diğer subatomik yapılardan oluşmaktadır. Elektronlar negatif, protonlar pozitif yüklü olup, nötronlar ise yüksüzdür. Proton ve nötron atomun çekirdek (nükleus) kısmını oluşturur. Elektronlar ise nükleus çevresinde değişik seviyelerde bulunan yörüngeler (orbit) üzerinde bulunur. Çekirdek, atomun merkezinde bulunan ağır ve pozitif yüklü kısımdır. Atom kütlesinin büyük bölümünü oluşturur ve oldukça yoğundur (atomun dansitesi 1 g/cm^3, nükleusun densitesi 10^{-15} g /cm^3) (Konez 1995, Asyalı 2006). Çekirdekte bulunan proton ve nötronları belirli mesafede tutan nükleer bir güç vardır. Aynı güç nötronlar arasında da mevcuttur.

Atom çekirdeğinde bulunan proton sayısı atom numarası (Z), nötron sayısı nötron numarası (N), proton ve nötron sayısının toplamı ise atomun kütle numarası (A) olarak tanımlanır (Konez 1995).

Bilinen tüm görüntüleme yöntemlerinde üç temel prensip söz konusudur (Asyalı 2006).

1. Emisyon (yayınım)
2. Transmisyon (geçirim)
3. Refleksiyon (yansıma)

Emisyon: Bu yöntemde enerji kaynağı canlı vücudu olup, görüntünün elde edilmesi için canlı vücudundan salınan enerjinin alınması ve işlenmesi gerekmektedir. Radyonükleik görüntüleme (RG) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) bu prensibe göre gerçekleşir (Asyalı 2006).

Transmisyon: Bu prensipte, kullanılan enerji vücudu geçerek diğer tarafta bulunan alıcıya ulaştırılır. Burada enerji kaynağı ve alıcı farklı olup, vücudu geçebilecek kadar güçlüdür. Röntgen ve bilgisayarlı tomografi (CT-BT) bu prensip ile çalışır (Asyalı 2006).

Refleksiyon: Üretilen enerji vücuda gönderildikten sonra, vücuttan yansıyan enerji alınarak görüntüleme sağlanır. Ultrasonografi (US) bu yöntem ile çalışır (Asyalı 2006).

Bu temel prensipler çerçevesinde; röntgen, manyetik rezonans, bilgisayarlı tomografi, ultrasonografi ve radyonüklid görüntüleme olmak üzere beş temel görüntüleme yönteminden bahsetmek mümkündür (Asyalı 2006).

1.2.2. Nükleer Manyetizma ve MRG

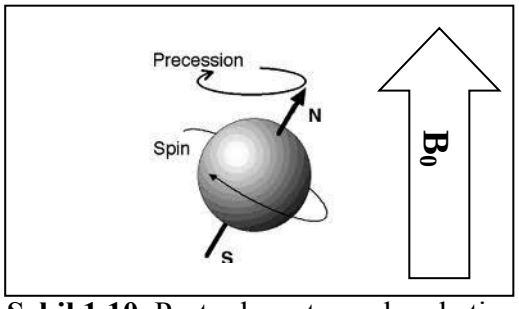
Atom çekirdeği proton ve nötronlardan oluşur. Bu yapılar elektriksel yük taşıyan partiküllerdir. Elektrik yüklü proton ve nötronların kendi eksenleri etrafında salınım (spin) hareketi (Şekil 1.8) yapmaları sonucu, çevrelerinde manyetik alan oluştururlar (Konez 1995, Güzel ve Yavru 1997, Hashemi ve ark 2010, Mitchell ve Cohen 2004, Asyalı 2006, Bitar ve ark 2006, Werpy ve ark 2006, Kaspar ve ark 2007, Nibeyro 2008, Olsen 2008, Khanna 2009, Sharma 2009, Yoshioka ve ark 2009, Elliott ve Skerritt 2010, Barrett ve Frisbie 2012, Winter 2012). Atom

Khanna 2009, Sharma 2009, Elliott ve Skerritt 2010, Hashemi ve ark 2010, Elmaoğlu ve Çelik 2012).

Bu şekildeki MR cihazında bulunan hastaya spesifik frekansta radyo dalgası (RF) gönderildiğinde salınım hareketi yapmakta olan bazı protonlar, aldıkları enerji ile mevcut yönlerinin tam tersi yönde hizalanırlar. Mevcut yönleri değişen protonlar RF sinyali kesildiğinde tekrar eski konumlarına geri dönerler. Bu esnada ise kendilerine özgü-spesifik bir sinyal yayarlar. İşte oluşan bu sinyaller, MR sisteminin görüntü oluşturmak için kullanılan sinyallerdir. Hastadan alınan sinyallerin, canlının hangi bölgesinden geldiğinin anlamak amacıyla gradient bobin (gradient coil-sargı) olarak adlandırılan spesifik aparat kullanılarak boyutsal kodlama prosesi gerçekleştirilir (Ryan ve ark 1997, Werpy ve ark 2006, Yoshioka ve ark 2009, Elliott ve Skerritt 2010, Hashemi ve ark 2010, Barrett ve Frisbie 2012).

1.2.4. Protonların Topaç Hareketi (Presesyon) ve Larmor Denklemi

Güçlü manyetik alanın protonlar üzerine diğer bir önemli etkisi, protonlara topaç hareketi olarak da isimlendirilen presesyon (precession-salınım) hareketi yaptırmasıdır. Yani, proton belirli bir doğrultuda kendi ekseni etrafında dönmesinin yanı sıra, dış manynetik alan vektörü (B_0) etkisiyle salınım hareketi de yapar (Şekil 1.10). Protonların bu dış manynetik alan vektörü etrafındaki salınımı Larmor Denklemiyle belirlenir. Larmor denkleminde γ (gayromanyetik sabit) vücuttaki her atom türü için farklıdır. Bundan faydalanarak; gönderilen radyofrekans dalgasının frekansı ayarlanarak manyetik alan içerisinde istenilen atom (C13, P31, H1, Na23 vs) spesifik olarak uyarabilir (Konez 1995, Ryan ve ark 1997, Brown ve Semelka 1999, Mitchell ve Cohen 2004, Asyalı 2006, Bitar ve ark 2006, Werpy ve ark 2006, Kaspar ve ark 2007, Gavin ve Bagley 2009, Khanna 2009, Sharma 2009, Yoshioka ve ark 2009, Sharma 2009, Elliott ve Skerritt 2010, Hashemi ve ark 2010, Elmaoğlu ve Çelik 2012).



Şekil 1.10. Protonların topaç hareketi.

Larmor denklemi: $W_0 = \gamma . B_0$

W_0= Salınım (precession) frekansı

B_0 = Manyetik alan şiddeti/yoğunluğu

γ = Gyromanyetik sabit

1.2.5. Rezonans ve Radyofrekans (RF) Dalgası

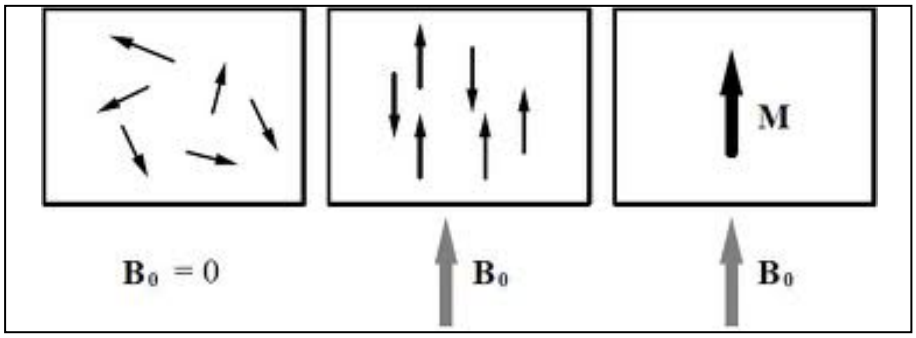
Radyo dalgası (RF) ile uyarılan protonlar daha yüksek enerji seviyesine çıkarlar. Gönderilen radyo dalgası kesildiğinde ise eski durumlarına geri dönmek için aldıkları enerjiyi etraflarındaki protonlara vererek eski konumlarını alırlar. İşte bu esnada, aldıkları enerjiyi geri veren protonların etrafa yaydıkları bu enerji spesifik bir RF sinyali oluşturur. Böylece, larmor frekansında sinyaller elde edilmiş olur. Bu sinyaller alıcı sargı tarafından alınır. Bu protonların yüksek enerji seviyesine geçmesi ve buna bağlı olarak dönüş yönlerini değiştirmeleri ardından da eski konumlarına geri dönmek için ortama enerjilerini aktarması olayına rezonans, tüm bu olaylar manyetik alan etkisiyle oluştuğu için de manyetik rezonans olarak adlandırılır. Bu yöntemle elde edilen görüntülemeye de Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) denir. MRG sisteminde radyo dalgaları sürekli olarak uygulanmaz, belirli güçte kısa aralıklı demetler halinde uygulanır. Bu nedenle RF atımlar (pulse) adını alır (Konez 1995, Mitchell ve Cohen 2004, Asyalı 2006, Khanna 2009, Sharma 2009, Elliott ve Skerritt 2010, Hashemi ve ark 2010).

1.2.6. B_0 Alanı

MRG'de uygulanan eksternal manyetik alan şiddeti/yoğunluğu B_0 ile ifade edilir. MRG sisteminde uygulanan alan şiddeti (B_0) genellikle 1 Tesla (1T) civarındadır. 1T 10.000 Gauss`a eşittir. Yeryüzündeki manyetik alan şiddeti ise yanlızca 0.5 Gauses kadardır (Sharma 2009, Winter 2012).

1.2.7. Dokunun Manyetizasyonu;

Tüm bu bilgiler ışığında konuyu özetleyecek olursak; normal şartlarda (eksternal manyetik alan yokluğunda- manyetik alan oluşturan magnet dışında), rastgele spin hareketi yapan protonlar magnet içerisine konulduklarında mevcut manyetik alanın (B_0) etkisine girerler (Şekil 1.11).



Şekil 1.11. Dokudaki protonların manyetik alan içerisindeki konumları.

Bu etki ile rastgele dağılmış olan proton atomları rezonansa geçerek manyetik alan çizgilerine paralel durumda konumlanırlar (faz birliği ya da in-faz). Bu hizalanma güçlü manyetik alan etkisi ile paralel ve anti-paralel olarak (vektör yönleri alan yönünde ve ters yönde) gerçekleşir. Daha öncede belirtildiği gibi paralel dizilim gösteren protonların sayısı anti paralel dizilim gösteren protonların sayısından çok az bir farkla fazladır. Mevcut olan bu fazlalık ile dokunun net manyetik vektörü ortaya çıkar. İşte güçlü manyetik alan vektörüne paralel olarak ortaya çıkan dokunun bu net manyetik vektörüne longitudinal magnetizasyon denir (Konez 1995, Ryan ve ark 1997, Mitchell ve Cohen 2004, Asyalı 2006, Khanna 2009, Sharma 2009, Elliott ve Skerritt 2010, Hashemi ve ark 2010, Elmaoğlu ve Çelik 2012).

1.2.8. Sapma Açısı (Flip Angle- FA)

Manyetik alan içerisine giren dokuya RF verilmesiyle dokunun net manyetik alan vektöründe oluşan sapma açısıdır. Sapma açısı, RF'nin uygulama süresine ve şiddetine (amplitütüne) bağlı olarak değişir. Bu parametre değiştirildiğinde farklı açılar elde edebilir (Konez 1995, Werpy ve ark 2010).

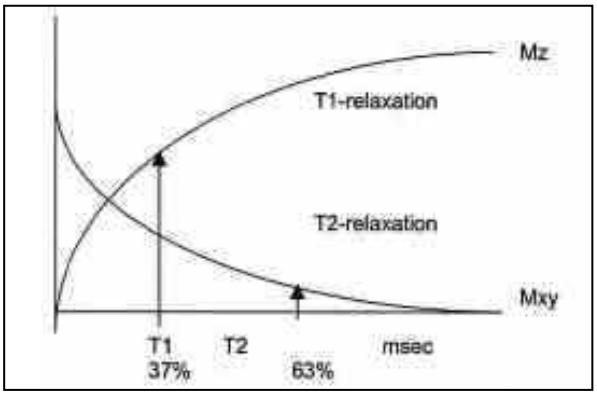
1.2.9. Relaksasyon

Relaksasyon, RF atımıyla (pulse, darbe) konumu değişen protonların tekrar eski konumlarına ulaşmasıdır (out-of-phase). Bu olayın gerçekleşmesi için X-Y ekseni doğrultusunda dönmekte olan manyetik vektörün yani transvers magnetizasyonun ortadan kaybolması ve B_0 ile paralel eski manyetik vektörün yani longitudinal magnetizasyonun oluşması gerekir (Konez 1995, Mitchell ve Cohen 2004, Asyalı 2006, Bitar ve ark 2006, Kaspar ve ark 2007, Khanna 2009, Sharma

2009, Yoshioka ve ark 2009, Elliott ve Skerritt 2010, Hashemi ve ark 2010, Barrett ve Frisbie 2012).

Longitudinal relaksasyon (T1)

Manyetik alan içerisine konulan dokuda oluşan o dokuya ait net manyetik alan vektörü (longitudinal manyetizasyon), B_0'a paralel olur. RF dalgası ile bazı protonların paralelden antiparalele geçişleri ve protonların in-phase konumuna gelmesi ile longitudinal magnetizasyon azalarak kaybolur (Şekil 1.13). Longitudinal relaksasyon, transversal relaksasyondan daha uzun sürede tamamlanmaktadır (**T1 hemen her zaman T2'den daha uzundur**). Şekil 1.12'deki grafiğe baktığımızda, "T1" longitudinal relaksasyon zamanın tamamını kapsamadığı, 0 noktasından % 63 kadar longitudinal magnetizasyon'un oluştuğu an arasındaki süreyi göstermektedir. "T2" transversal relaksasyon süresi de aynı şekilde tamamını kapsamayıp, 90^0 RF sonrası oluşan maksimum güçteki transvers magnetizasyon ile bu gücün % 63 oranında azaldığı an arasındaki zamanı göstermektedir (Konez 1995, Mitchell ve Cohen 2004, Asyalı 2006, Dyson ve Murray 2007, Murray ve ark 2007, Gavin ve Bagley 2009, Khanna 2009, Sharma 2009, Elliott ve Skerritt 2010, Hashemi ve ark 2010, Elmaoğlu ve Çelik 2012).



Şekil 1.12. T1 ve T2 relaksasyon eğrisi.

Transversal relaksasyon (T2 relaksasyon- spin-spin durulma zamanı)

Transversal relaksasyon, X-Y ekseni doğrultusunda dönmekte olan manyetik vektörün yani transversal magnetizasyonun zaman içinde azalarak ortadan kaybolmasıdır. Transversal magnetizasyonda RF dalgasıyla protonlar in-phase konumuna ulaşır. Protonların bu birlikteliğinin bozulmasıyla transversal

miktarı azaldıkça T2 relaksasyon zamanı kısalır. Eğer incelenen dokuda su oranı fazla ise T1 relaksasyon zamanı uzar. Buna karşın dokuda makromoleküller arttıkça T1 relaksasyon zamanı kısalır. (Konez 1995, Khanna 2009, Hashemi ve ark 2010).

1.2.11. MR Parametreleri

Manyetik rezonans görüntülemede elde edilen görüntülerin üç temel karakteri vardır:

1. Proton ağırlıklı görüntü (dokulardaki proton miktarının farklılığına göre)
2. T1 ağırlıklı görüntü (dokuların T1 sürelerindeki farklara göre)
3. T2 ağırlıklı görüntü (dokuların T2 sürelerindeki farklara göre)

MRG'nin en az iki sekansda ve farklı iki düzlemde alınması gerekir. MRG sisteminde bir kesit görüntüsü elde edilebilmek için dokudan çok sayıda sinyal elde edilmesi gerekir. Bu nedenle sadece bir defa RF uygulaması ile kesit görüntü elde etmek mümkün değildir. Sadece bir kesit görüntüsü için RF dalgası yüzlerce defa uygulanır. Bu tekrarlamalar arasındaki süreye tekrarlanma zamanı (time to repeat-TR) denir. Belirli zaman aralıkları ve şiddette uygulanan RF dalga demetlerine ise pulse sekansları denir (Konez 1995, Werpy ve ark 2006, Hashemi ve ark 2010).

T1 ağırlıklı görüntü

Dokuların T1 relaksasyon süreleri farklıdır. T1 süresi kısa ve uzun olan dokuların boyutsal vektörleri arasında önemli farklar oluşmaktadır. Bu esnada kullanılan 90^0 RF ile tekrar X-Y düzlemine yatırılan vektör, eğer T1 süresi kısa ise uzun olana göre daha büyük olacaktır. Gönderilen pulslar arasında dokulardan gelen sinyaller dinlendiğinde, T1 süresi kısa olan yani boyutsal vektörün daha hızlı toplandığı dokulardan daha güçlü sinyal alınır. Bu tip dokular daha beyaz görülürken; T1 süresi uzun olan dokularda görüntü daha koyu renkte kodlanacaktır (Şekil 1.14) (Konez 1995, Asyalı 2006, Werpy ve ark 2006 Khanna 2009, Elliott ve Skerritt 2010, Hashemi ve ark 2010).

Dolayısıyla protonların presesyon frekanslarında kademeli bir değişim meydana getirilir. Sonrasında alınmak istenilen kesitlerdeki protonların larmor frekanslarına eşit RF dalgaları kullanılarak ve sadece bu kesit içerisinde kalan protonlar uyarılarak sinyal elde edilir. Yani hasta hareket ettirilmeden örneğin; sadece Z aksisinde gradiyent çalışıyorken, RF dalgası gönderilerek sadece bir aksiyal kesit içerisine giren protonlar etkilenir. Böylece diğer aksiyal kesit içerisindeki protonlar etkilenmez (Partain 1988, Konez 1995, Mitchell ve Cohen 2004, Asyalı 2006, Nibeyro 2008, Khanna 2009, Elliott ve Skerritt 2010, Hashemi ve ark 2010).

Frekans kodlama gradienti

Kesit belirlendikten sonra, elde edilen sinyallerin kesitin hangi noktasından geldiğini belirlemek için frekans kodlama gradienti kullanılır. Bu kesit belirleme gradientine dik eksen boyunca çalıştırılır. Buna bağlı olarak sinyal kaydına başlamadan hemen önce çalıştırılan bu gradient, sinyal kaydı boyunca açık kalır. Bu gradient, kesit boyunca protonların salınım (prosesyon) frekanslarını değiştirir. Sinyal kaydı sırasında bu gradientin etkisiyle, kesit içerisindeki her protonun salınım frekansına uygun frekansta sinyal yayılır (Konez 1995, Mitchell ve Cohen 2004, Asyalı 2006, Khanna 2009, Elliott ve Skerritt 2010, Hashemi ve ark 2010, Elmaoğlu ve Çelik 2012, Winter 2012).

Faz kodlama gradienti

Faz kodlama gradienti diğer iki gradiente (kesit belirleme ve frekans kodlama gradienti) dik olarak çalışır. Bu, çok kısa bir süre devreye sokulup hemen kaldırılır. Faz kodlama gradienti'nin asıl amacı, kesit içerisindeki sıralar arasında faz kayması (şifti) oluşturmaktır (Konez 1995, Mitchell ve Cohen 2004, Asyalı 2006, Khanna 2009, Hashemi ve ark 2010, Elmaoğlu ve Çelik 2012, Winter 2012). K-space (K-Space 2D Fourier Transformation) (data matrix) sinyal kaydından sonraki ilk işlemdir. Elde edilen sinyal sırasıyla K uzayına yerleştirilir ve bu alanı oluşturan her satır ve sütun Fourier Transformasyon işleminden geçirilir. Elde edilen sinyaller ile görüntüyü oluşturan vokseller birbirinden ayırt edilir ve tüm pikseller değişik parlaklıkta izlenebilir (Partain 1988, Konez 1995, Asyalı 2006, Bitar ve ark 2006, Khanna 2009, Elliott ve Skerritt 2010, Hashemi ve ark 2010).

MRG'de görüntü kalitesini etkileyen başlıca üç faktör; sinyal gürültü oranı (signal to noise ratio-SNR), görüntü alanı (fild of vision, FOV) ve eksitasyon sayısıdır (NEX) (Konez 1995, Hargreaves ve ark 2004, Asyalı 2006, Westbrook 2008, Nibeyro 2008, Gavin ve Bagley 2009, Khanna 2009, Hashemi ve ark 2010, Barrett ve Frisbie 2012).

SNR yüksek ise görüntü kalitesi de yüksek, düşük ise görüntü kalitesi de düşük olur. İncelediğimiz dokular dışında kalan dokular gürültüye neden olurlar. Kaliteli bir MR görüntüsü için gürültünün azaltılması gerekir. Matriks, görüntüdeki piksel sayısını belirler. Görüntüyü oluşturan karelerin küçük olması uzaysal rezolüsyonu arttırır, SNR'yi düşürür (Konez 1995, Hargreaves ve ark 2004, Asyalı 2006, Westbrook 2008, Nibeyro 2008, Gavin ve Bagley 2009, Khanna 2009, Hashemi ve ark 2010, Barrett ve Frisbie 2012).

NEX, görüntünün elde edilebilmesi için faz kodlama basamaklarını kaç defa tekrarlandığını gösterir. NEX arttırıldığında inceleme süresi artar ancak sinyal ile birlikte gürültü miktarı da artacağından SNR değeri NEX değerinin karekökü oranında artırılır (Konez 1995, Hargreaves ve ark 2004, Asyalı 2006, Westbrook 2008, Nibeyro 2008, Gavin ve Bagley 2009, Khanna 2009, Hashemi ve ark 2010, Barrett ve Frisbie 2012).

MRG 3 farklı düzlemde elde edilebilir. Bunlar transversal, sagittal ve dorsal düzlemlerdir. Manyetik görüntüleme cihazı içerisindeki magnet, bulunduğu eksene göre değişen 3 gradient coil içerir. Bunlar; Z-gradient (**transverse**): Manyetik alanı uzun eksen boyunca etkiler, Y-gradient (**dorsal)**: Manyetik alanı vertikal eksen boyunca etkiler. X-gradient (**sagittal**): Manyetik alanı horizontal eksen boyunca etkiler. Magnetin izomerkezi (magnetin merkez noktasında) bu üç gradientin kesişim noktasını gösterir (Dyson ve ark 2002, Mitchell ve Cohen 2004, Nykamp 2005, Tucker ve Sampson 2007, Elmaoğlu ve Çelik 2012, Smith ve ark 2012, Winter 2012).

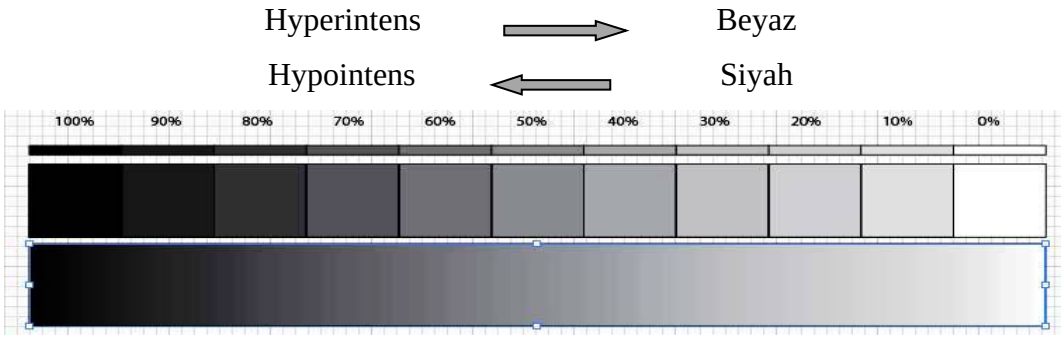
1.2.13. Manyetik Görüntülemede Temel Sekanslar

Yoğun olarak bilinen ve kullanılan MR sekansları şunlardır: Spin Echo (SE), Turbo Spin Echo (TSE), Gradient Echo (GRE), Inversion Recovery (IR). Bu sekanslar arasındaki fark, uygulama metodları ve zaman ayarlarıdır. TR ve TE

RF kullanılmaz. Longitudinal vektör 90^0'den küçük açıda olmak üzere, kısa kısa RF ile uyarılır (90^0 den küçük sapma açısı ayarlanır). Bu nedenle bu sekansta kısa TR değerleri kullanılır. GRE'de longitudinal vektör tam olarak X-Y düzlemine yatırlamaz. Bu nedenle uygulanan RF`den sonra oluşan vektörün hem longitudinal ve hemde transvers bileşeni olur (Brown ve Semelka 1999, Mitchell ve Cohen 2004, Werpy 2004, Asyalı 2006, Werpy ve ark 2006, Zubrod ve Barrett 2007, Westbrook 2008, Khanna 2009, Hashemi ve ark 2010, Sharma 2010, Elmaoğlu ve Çelik 2012, Winter 2012).

1.2.14. Manyetik Rezonansta Terminoloji

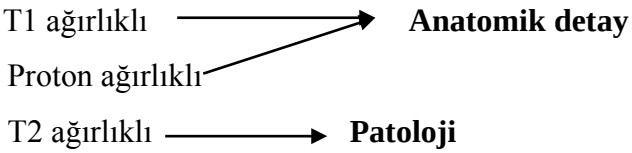
MRG'de sekans, görüntüyü belirlemek için kullanılan bir parametredir. MR'da alınan görüntü dokudan dokuya değişmekle beraber, farklı gri tonlarda oluşur. Sinyal yoğunluğu elde edilen görüntünün tonlarını belirler (Şekil 1.21). Bu terminolojiye göre; yüksek sinyal yoğunluğu (hyperintense/hiperintens ya da high signal intensity) beyaz görüntü verir. Diğer taraftan düşük sinyal yoğunluğu (hypointense/hipointens ya da low signal intensity) siyah görüntü verir. İsointense terimi ise ya gri tonlar için ya da aynı yoğunluktaki iki yapıyı belirtmek amacıyla kullanılır. MRG'de kullanılan sekansa ve dokuya bağlı olarak elde edilen görüntü, birçok tonda (multiple) gri gölgelenmeye sahiptir (Werpy 2004, Werpy ve ark 2006, Winter 2012).



Şekil 1.21. MRG'de skala.

T1- ağırlıklı ve proton ağırlıklı görüntüde, iyi bir anatomik detay alınır. (Werpy 2004, Nykamp 2005, Schneider ve ark 2005, Werpy ve ark 2006, Winter 2012). Sıvı, T1-ağırlıklı görüntüde orta düzeyde sinyal yoğunluğuna sahiptir. Proton ağırlıklı görüntü yüksek sinyal yoğunluğuna sahiptir. Kemik dokudan alınan görüntüde, T1 ve proton ağırlıklı sekanslar birbirlerine benzerdir. T1 ve proton

ağırlıklı görüntü ile T2 görüntüsü kıyaslandığında ise T2 daha az anatomik, ancak daha fazla patolojik detay verir (Werpy 2004, Werpy ve ark 2006).



Sıvı, T2 ağırlıklı görüntüde hyperintense, kemik, tendon ve ligamentler ise hypointens görüntü verir (Werpy 2004, Werpy ve ark 2006). Bu nedenle, yumuşak doku içerisindeki sıvının belirlenmesinde T2 ağırlıklı görüntü Proton ağırlıklı ve T1 ağırlıklı görüntü ile kıyaslandığında daha elverişlidir (Werpy ve ark 2006). Kullanılan MR sistemleri değiştiğinde, dokudan alınan sinyal yoğunluklarında da değişimler olur. Inversion recovery, beyin dokusunun görüntülenmesinde kullanılır. Gradient echo hem T1 hem de T2 ağırlıklı görüntü elde etmek için kullanılabilir (Werpy 2004, Werpy ve ark 2006).

Doku hasarı oluştuğunda, etkilenen dokunun kimyasal kompozisyonu ve /veya fiziksel karakteri normal doku ile karşılaştırıldığında tipik olarak sinyal farkı oluşturur. Değişen bu sinyal farklılıkları ile elde edilen MR görüntüsünde, artmış doku sıvısı, mineralizasyon ya da fibröz doku varlığı belirlenebilir. Çünkü oluşan sinyal farkı görüntüye yansır. MRG'de anormal dokuda şekillenecek sıvı birikimi de belirlenir. Biriken sıvının içerdiği yüksek protein düzeyi, kemik içerisindeki birikmiş sıvının (kemik ödemi) belirlenmesini sağlar (Werpy ve ark 2006).

Farklı patolojilerin belirlenmesi için tercih edilen farklı sekanslar vardır. Örneğin sıvı, inversion recovery ya da T2 ağırlıklı görüntüde daha kolay belirlenir. Çünkü bu tip görüntüde sıvı beyaz, kemik ise koyu griden siyaha doğru değişen bir görüntü verir. Sıvı artışıyla karakterize akut yaralanmalarda, T2 ağırlıklı ve inversion recovery sekans kullanımı daha kolay teşhis sağlar (Şekil 1.22). Sklerozis, T1 ağırlıklı ve proton ağırlıklı görüntüde daha iyi teşhis edilebilir (Werpy ve ark 2006).

1.2.16. MRG'nin Dezavantajları

- Bu görüntüleme sisteminde birçok patolojik dokunun sinyal özelliği birbirine benzer. Bu nedenle dokudaki patoloji kolaylıkla belirlenmesine rağmen, tanı koymada aynı oranda başarı sağlamaz (Konez 1995).
- İnce kesit elde etmek zordur (tgr.dergisi.org/ text.php3?id 502)
- Kalp pili, metalik implant, nörostimülatör ve anevrizma klipleri taşıyan hastalara uygulanamaz (www.radyoloji.net).
- Cihazın maliyetinden ötürü pahalı bir inceleme yöntemidir.
- Klostrofobisi olan hastalar için uygun değildir (İnsanda) (Konez 1995).

1.3. Atlarda Alt Ekstremitenin Manyetik Rezonans ile Görüntülenmesi

Manyetik rezonans görüntüleme tekniği, 1997`den beri at hekimliğinde daha çok kranio-servikal vertebralar, kafatası ve distal ekstremitelerle ayak yapılarının görüntülenmesinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Schneider ve ark 2005, Sampson ve ark 2006). Yetişkin atlarda daha çok alt ekstremitelerin yumuşak doku problemlerinin teşhisinde kullanılmaktadır (Dyson ve ark 2002, Farrow 2006, Murray ve ark 2006, Sampson ve ark 2006, Werpy ve ark 2006, Dyson ve Murray 2007, Werpy 2010, Nixon 2011). MRG, kemik ve yumuşak dokunun değerlendirilmesinde mükemmel görüntü sağlar. Ancak kemik dokusunun görüntülenmesinde CT (computerize tomografi-bilgisayarlı tomografi) kadar iyi değildir (Werpy 2010). Son dönemlerde MRG'nin diagnostik amaçlı olarak yoğun biçimde tercih edilmesinin sebebi, diğer teşhis yöntemlerinin bu alanda yeterli veriyi sağlamıyor olmasıdır (Werpy 2004, Schneider ve ark 2005, Murray ve ark 2006, Tucker ve Sampson 2007, Bigg ve ark 2012, Nagy ve Dyson 2012). Önceleri çoğu kez genel anestezi altında uygulanabilen bu yöntem, teknolojinin ilerlemesi ile birlikte; atın ayakta durur pozisyonda iken de MR görüntülerinin alınmasına olanak sağlar hale gelmiştir. Bu bağlamda low-field (düşük teslalı) MR sistemi ayakta duran atlarda hafif bir sedasyon uygulaması ile gerçekleştirilebilen bir yöntem olup, maliyeti high-field (yüksek teslalı) MR sistemine göre daha düşüktür (Dyson ve ark 2002, Mair ve ark 2003, Werpy 2004, Nykamp 2005, Murray ve ark 2009, Bolen ve ark 2010, Tranquille ve ark 2012).

MRG tekniği, atlarda tırnak problemlerine bağlı olarak gelişen topallıkların teşhisinde ayrı bir öneme sahiptir (Sampson ve ark. 2006, Bolen ve ark 2010, Xing ve ark 2012). Bunun nedeni, atların tırnak duvarının yapısına bağlı olarak, diğer görüntüleme yöntemlerinin bu konuda yetersiz kalmasıdır. Bir diğer sebep ise MRG sisteminde kullanılan multiplanar görüntüleme sayesinde, tırnak içerisinde bulunan, hem kemik hem de yumuşak dokular hakkında farklı düzlemlerden geçen birçok kesit görüntüsünün elde edilebiliyor olmasıdır (Busoni ve Snaps 2002, Dyson ve ark 2002, Werpy 2004, Schneider ve ark 2005, Murray ve ark 2006, Sampson ve ark 2006, Dyson ve Murray 2007, Sherlock ve ark 2010, Bolen ve ark 2010, Barrett ve Frisbie 2012, Gutierrez-Nibeyro ve White 2012). Ayrıca MR görüntüleme tekniği; radyolojik ve ultrasonografik olarak da görüntülenebilen yapılar hakkında, çok daha net, daha detaylı anatomik ve fiziksel değerlendirme imkanı sağlamaktadır (Werpy 2004, Schneider ve ark 2005, Tucker ve Sampson 2007, Bolen ve ark 2010).

Radyografik görüntüleme, atlarda topallıkların teşhisinde uzun yıllardır kullanılan çok önemli bir görüntüleme sistemidir. Bu görüntüleme yöntemi ile özellikle tırnak içerisindeki kemik yapıları hakkında geniş bir bilgiye sahip olunabilmesine karşın, yumuşak doku ile ilgili sınırlı veri elde edilebilmektedir. Tırnağın ultrasonografisi ise röntgene oranla daha da yetersiz kalmaktadır. Çünkü tırnak ve özellikle taban-çatal bölgesinde, prob ile doku arasında şekillenen yetersiz kontak alanı istenilen kalitede görüntü elde edilmesini engellemektedir (Busoni ve Snaps 2002, Dyson ve ark 2002, Murray 2006, Sampson ve ark 2006, Barrett ve Frisbie 2012). Nükleer sintigrafi, özellikle tırnak kökenli topallıkların teşhisinde tercih edilen görüntüleme sistemlerindendir. Ancak bu yöntem yumuşak doku lezyonları hakkında sınırlı düzeyde bilgi verir. Daha çok kemik dokusunun küçük bir alandaki özellikle de kemik kırıkları ve metabolik kemik aktivitesi şekillenen akut kemik yaralanmalarının görüntülenmesinde daha elverişlidir (Dyson ve ark 2002, Sampson ve ark 2006). Tüm bu nedenlerle MRG, atların diğer radyodiagnostik görüntüleme yöntemleri ile sonuç alınamayan topallık problemlerinin teşhisinde artan bir oranda kullanılmaktadır (Dyson ve ark 2002, Werpy 2004, Mair ve ark 2005, Murray 2007, Werpy 2010). Bunların dışında bazı hastalıkların başlangıç aşamalarında dahi MRG ile teşhis söz konusu olabilmektedir (Werpy 2010).

MRG tekniği, atlarda sıklıkla topallığa neden olan profund tendo, naviküler kemik, naviküler bursa, kollateral sesamoid ligament, distal sesamoid impar ligamenti ve tırnak ekleminin kollateral ligamentlerinin problemleri ile distal sesamoidean ligamentler ve distal digital annular ligament problemleri, topuk ekleminin derin yapıları, tarsal ve karpal eklemin interosseöz ligamentinin problemlerinin belirlenmesinde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Werpy 2004, Zubrod ve Barret 2007, Bigg ve ark 2012, Gutierrez-Nibeyro ve White 2012). Ayrıca atlarda osteokondral lezyonların ve kırıkların teşhisinde de yaygın biçimde kullanılmaktadır. Yarış atlarının ötenazi edilmesinin en yaygın nedeni olan ve yüksek tempolu egzersizler sırasında oluşan metakarpus III'ün lateral kondülüs kırıklarının en önemli sebebi olan kırık öncesi kemik patolojisi ve değişimi hakkında da kıymetli bilgiler verir (Tranquille ve ark 2012).

MRG hem kemik dokusu ve hem de yumuşak dokuya duyarlı bir görüntüleme yöntemidir. Özellikle güçlü magnetlerde (1-5 Tesla) atların ön ve arka alt extremiteleri, baş bölgesi ve taylarda vücudun birçok bölgesi görüntülenebilmektedir (Busoni ve Snaps 2002, Dyson ve ark 2002, Sampson ve ark 2006, Bolen ve ark 2010).

Günümüzde atlar için kullanılan magnet tipleri kullanım amacına göre farklılık gösterir. Yüksek teslalı ve kapalı MR cihazları yanında, düşük teslalı ve açık MR cihazları biçiminde farklı magnet tipleri bulunmaktadır. Alınan görüntünün kalitesi açısından high-field magnetler ki; bunlar 1 tesladan yüksek güce sahiptir, low-field magnetlere göre çok daha kaliteli görüntü sağlar (Schneider ve ark 2005, Sampson ve ark 2006, Khanna 2009, Hashemi ve ark 2010).

Eğer yüksek teslalı bir magnet kullanılacaksa (high-field), atın genel anesteziye alınması gerekmektedir. Yüksek teslalı MR cihazları insan hekimliğinde kullanılmak için dizayn edildiğinden, hastanın yerleştiği kısım (bore) atlarda görüntü alınmak istenen bölgenin, magnetin izosenter kısmına yerleştirilmesi aşamasında sıkıntı olabilmektedir. Buna rağmen kısa bore mesafeli, çıkış kısmı daha geniş olan magnet tipleri optimum görüntü için yeterli olmaktadır. Genel anestezi altında masaya yatırılan hayvan, vücut özellikleri de dikkate alınarak, mümkün olduğu ölçüde masa ile birlikte magnete yaklaştırılarak ekstremitenin uygun biçimde

1.3.2. Normal ve Patolojik Dokunun MR`daki Görünümü

Normal şartlarda sağlıklı bir MR görüntüsünde; doku hattı belirgin ve doku tipine özel sinyal yoğunluğu alınır. Sinyal yoğunluğu sıfır ise (sinyal boşluğu) bu tip doku MRG'de siyah görüntü verir. Düşük sinyal yoğunluğuna sahip doku koyu gri-siyah tonlarda görüntü verir. Orta sinyal yoğunluğuna sahip olan doku gri görüntü verir. Yüksek sinyal yoğunluğuna sahip olan doku ise beyaz görüntü verir (Murray 2010, Werpy ve ark 2006, Werpy 2010).

Kemik dokusu

Kortikal ve subkondral kemik her sekansta siyah görüntü verir. Endosteal, periosteal ya da osteokondral sınırlar açık ve belirgin biçimdedir. Ancak kemik iliği yağı ve bağ dokusu genellikle yüksek sinyal yoğunluğuna sahiptir (Şekil 1.15). Bu da kansellöz kemiğin daha heterojen görünümüne sebep olur (Murray 2010). Özellikle T1 ağırlıklı ve proton ağırlıklı görüntüde yağ dokusu, baskın bir biçimde yüksek sinyal yoğunluğuna sahiptir. Trabeküler kemik dokusu, yağ dokusuna yakın yoğunlukta yüksek sinyal yoğunluğuna sahiptir. Ancak çok açık bir şekilde düşük sinyal yoğunluğuna sahip olan kompakt ve subkondral kemikten ayrılır (Kleiter ve ark 1999, Murray 2010). Trabeküler kemik dokusu, belirsiz bir biçimde granüler bir görüntüye sahiptir. T2 ağırlıklı görüntüde kompakt kemik dokusu düşük sinyal yoğunluğuna sahiptir (Kleiter ve ark 1999, Werpy ve ark 2006, Murray 2010, Werpy 2010).

Kortikal, subkondral ve kansellöz kemiğin kalınlığı ve yoğunluğu hayvanın yaşı, egzersiz geçmişi ve lokalizasyonuna bağlı olarak değişir. Bu durum görüntüler değerlendirilirken göz önüne alınmalıdır. Örneğin; yumuşak zeminde hafif tempoyla çalışan bir atın subkondral ve kortikal kemik görüntüsü, daha sert zeminde gallop yaptırılan bir at ile kıyaslandığında daha ince, zayıf ve daha az yoğun kansellous kemik yapısına sahiptir (Werpy ve ark 2006, Murray 2010, Werpy 2010).

sıvıdan daha düşük sinyal yoğunluğuna sahip bir bağdoku olarak görülür. T1 ağırlıklı görüntüde ise biraz daha yüksek sinyal yoğunluğuna sahiptir. Kapsüler doku T2 ve proton ağırlıklı görüntüde synoviyal sıvıdan daha düşük, T1-ağırlıklı görüntüde ise sinovyal sıvıdan daha yüksek sinyal yoğunluğu sahip bir görüntü verir (Werpy ve ark 2006, Murray 2010, Werpy 2010).

Kas dokusu

T1 ağırlıklı ve proton-ağırlıklı görüntüde kas dokusu, orta dereceden düşük dereceye doğru değişen sinyal yoğunluğuna sahiptir. T2 ağırlıklı görüntüde ise düşük sinyal yoğunluğuna sahiptir (Murray 2010).

Sinir dokusu

Sinirler T1 ağırlıklı ve proton-ağırlıklı görüntülerde orta düzeyde sinyal yoğunluğuna, T2 ağırlıklı görüntüde ise düşük sinyal yoğunluğuna sahiptir (Murray 2010).

Patolojik değişimin tesbiti

Patolojik süreçten etkilenmiş olan dokunun içinde ve etrafında serbest sıvı artışı ile karakterizedir (Murray 2010). Meydana gelen bu değişim MR görüntüleme ile kolayca tesbit edilebilir. Bu durum, proton ağırlıklı ve T2 ağırlıklı görüntüde sinyal yoğunluğunun artması ile, T1 ağırlıklı görüntüde ise sinyal yoğunluğunun azalmasıyla kendini gösterir. Proton ağırlıklı ve T1 ağırlıklı görüntülerden özellikle doku kontrastı ve anatomisinin değerlendirilmesinde etkili biçimde yararlanılabilir. Yağ baskılı teknik ise kemiğin medullar dokusunu değerlendirilmesinde tercih edilir (Werpy ve ark 2006, Murray 2010, Werpy 2010). Genel olarak, sıvı ve ödem T1 ağırlıklı görüntüde hipointens, T2 ağırlıklı görüntüde hiperintensdir. Bunun yanısıra sıvıda artan oranda bulunan protein içeriğinin de dikkate alınması gerekir. Çünkü sinyal yoğunluğunun derecesi, sıvıdaki protein konsantrasyonuna göre değişir. T2 ağırlıklı görüntüde, sahada kan bulunması ödeme göre daha fazla sinyal yoğunluğu verir. Olgunlaşmamış granülasyon dokusu, T2'de yüksek sinyal yoğunluğuna sahiptir. Olgun fibrotik doku T2'de düşük sinyal yoğunluğuna sahiptir (Werpy ve ark 2006, Murray 2010, Werpy 2010).

Yapılan literatür bilgilenmeden de anlaşılacağı üzere; atların hemen hemen tüm alt ekstremite yapılarının MR görüntüleme teknikleri ile görüntülenmesine yönelik çok detaylı ve kaliteli çalışmalar yapılmış olmasına rağmen, çatal-ökçe yastığı ile ilgili herhangi bir yayına rastlanmamıştır. Bu bağlamda, atlarda çatal-ökçe yastığının bir bütün olarak MR görüntülerinin ortaya konmasının, tırnak içerisindeki diğer anatomik yapılara ilişkin görüntülerin doğru değerlendirilmesi bakımından önemli olduğu düşünülmektedir.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Hayvan Materyali

Çalışma, canlı ve kadavra yarış atı ayaklarında gerçekleştirildi. Böylece; materyallerin yarış atlarına ait olmasıyla bir örneklik sağlanmış oldu. Canlı yarış atlarında sadece manyetik rezonans görüntüleme (MRG) yapıldı. Kadavra at ayaklarında ise MRG yapıldıktan sonra çatal-ökçe yastığının diseksiyonu ve ekstirpasyonu yapıldı. Kadavra ayaklardan ekstirpe edilen çatal-ökçe yastığı dokuları, histolojik ve gaz kromatografik metotlarla incelendi.

2.2. Canlı Hayvanlarda MRG çekimlerinin yapılması: Bu amaçla toplam 13 adet yarış atında MRG yapıldı. Bunların 8'i aygır, 5'i kısrak. Aygırların yaş ortalaması 11, kısrakların ise 7. Bu 13 adet yarış atında; 20 adet ön ayak, 6 adet arka ayakta MR görüntülemesi yapıldı. Ülkemizde atlarda MR görüntülemesi yapılamamaktadır. Bu nedenle canlı yarış atlarında ayakların MRG'si Amerika Bileşik Devletlerinde Illinois Üniversitesi Veteriner Fakültesi At Kliniğinde (University Of İllinos Veterinary Medicine Equine Surgery Departmant/ USA) yapıldı. Çalışmanın bu kısmı, TÜBİTAK 2214 Yurt Dışı Araştırma Burs Programı kapsamında sağlanan destek ile, 20 Mart 2013- 20 Eylül 2013 tarihleri arasında 6 aylık süre içerisinde yukarıda adı geçen ülke ve üniversitede gerçekleştirildi. Ayrıca daha önceden MRG'si yapılmış 121 adet at'a ait MR görüntü verileri TUFS üniversitesi veteriner diagnostic görüntüleme departmanında (University of TUFS Veterinary Imaging Department-BOSTON) Prof. Dr. Mauricio SOLANO'nun gözetiminde incelendi.

Canlı atlardaki MR çekimleri, at kliniğine topallık şikayeti ile getirilen yarış atlarında gerçekleştirildi. Bu amaçla atların öncelikle klinik ve rutin topallık muayeneleri yapıldı. Daha sonra gerekli görülen atlarda diagnostik amaçlı radyografik ve ultrasonografik değerlendirmeler tamamlandı. Topallığa neden olan lezyonun tırnak bölgesine lokalize edildiği ancak; tam olarak teşhis konulamayan atlarda MR çekimine karar verildi. MR çekimine karar verilen atlar bir gün öncesinden aç bırakılarak genel anesteziye hazırlandı. Kan-gaz ve tam kan parametreleri kontrol edilen ve anestezi için herhangi bir engel bulunmayan atlarda, öncelikle varsa dört tırnağındaki nallar söküldü. Daha sonra renet yardımı ile taban, çatal, terbi ve ökçeleri temizlenen (Şekil 2.1 A) atların radyoloji ünitesine alınarak,

Çizelge 2.2. T1- tse - tra- fs (axial) sekans parametreleri.

Slice: 30	TR: 668.0 ms
Dist. Factor : 20	TE: 9 ms
Phase oversampling: %25	Avarages: 2
FOV read: 200 mm	Concatenations: 2
FOV phase: %81.3	Coil elements: FL; SP 3,4
Slice thickness: 3.0 mm	Voxel size: 0.5x0.5x0.3 mm
TA: 3:2	PAT: 2

Çizelge 2.3. T1- SE – coronal sekans parametreleri.

Slices: 19	FOV Phase: 100.0%
Dist. Factor: 20%	Coil elements; FL; SP 3.4
Phase enc. H≥F	TA: 2.41
FOV read: 170 mm	PM: FIX
Avarage: 1	Voxel size: 0.5 x 0.5x 0.3 mm
Slice thickness: 3.0 mm	TE: 9.1 ms
TR: 401.0 ms	

Çizelge 2.4. T1- tse- sagital sekans parametreleri.

Slice group: 1	TR: 656.0 ms
Slice: 24	Slice thickness: 3.0 mm
Dist. Factor: 20%	FOV phase: 100.0%
Voxel size: 0.5 x 0.5x 0.3 mm	FOV read: 200 mm
Nex: 3	Flip angle: 90
Avarage: 3	TE: 9.7 ms

Çizelge 2.5. Pd- tse-tra-fs-(axial) sekans parametreleri.

Slices: 30	Avarages: 3
Dist. Factor: 20%	Voxel size: 0.4 x 0.4x 0.3 mm
Phase oversampling: 20%	TA: 4.49
FOV read: 200 mm	Coil elements: FL; SP 3,4
FOV phase: 81.3%	TR: 2210.0 ms
Slice thickness: 3.0 mm	TE: 22 ms

Çizelge 2.6. T2- tse- cor.sekans parametreleri.

Slice: 25	Slice thickness: 3.0 mm
Slice group: 1	TR: 3420.0 ms
Dist. Factor: 20%	TE: 78.0 ms
Phase oversampling: 75%	Avarage: 1
FOV read: 170 mm	Concatenations: 1
FOV phase: 100.0 %	Coil elements: FL: SP 3.4
Voxel size: 0.5x0.5x0.3 mm	TA: 1:41
PM: FIX	

Elde edilen MR görüntüleri tek tek incelendi. Çatal ökçe yastığının anatomik konumu ve oluşabilecek patolojik değişimler dikkate alınarak her bir kesit görüntüsü için kayıtlar tutuldu.

2.3.3. Çatal-Ökçe Yastığının Diseksiyon ve Ekstirpasyonu: MRG işlemi tamamlanan kadavra at ayakları, S.Ü. Veteriner Fakültesi Cerrahi Kliniğine tekrar getirilerek çatal-ökçe yastığının diseksiyonları yapıldı. Bunun için öncelikle tırnağın (capsula ungulae) toprağa temas eden yüzeyini oluşturan taban (solea ungulea), çatal (cuneus corneus), destekler (pila ungulae) ve ökçeler (torus ungulae)'in tırnak duvarı (paries ungulae) ile bağlantısı fleks yardımı ile zayıflatıldı (Şekil 2.17 A-B-C). Daha sonra taban ve ökçelerdeki zayıflatılmış tırnak dokusu, uygun yerlerinden tırnak kerpeteni ile tutulup çekilerek tırnağın (capsula ungulae) toprağa temas eden yüzeyini oluşturan tırnak dokusu soyulurcasına tamamen kaldırıldı (Şekil 2.17 D-E-F). Böylece taban koryumu (corium soleare), çatal koryumu (corium cuneale) ve ökçe koryumu (corium pulvinale) açığa çıkarıldı (Şekil 2.17 G). Çatal ve ökçe koryumu altında bulunan çatal-ökçe yastığı, üzerindeki koryum tabakası dikkatli bir şekilde diseke edilerek bir bütün olarak açığa çıkarıldı (Şekil 2.17 H-I-İ-J-K).

laboratuvarına ulaştırıldı. Sağ-sol ve ön-arka ayak olmak üzere her bir çatal ve ökçe yastığı doku örneklerinde gaz kromotografi yöntemi ile yağ asitleri analizleri yapıldı.

2.4.1. Yağ Asitleri Analizi

Örneklerden yağ çıkartma işlemi Bligh ve Dyer (1959) methoduna göre yapıldı. Bu amaçla, GK için ayrılan her bir ökçe yastığı doku örneği, öncelikle 700 wattlık el blendırı ile 2 dakika boyunca ön parçalama işlemine tabi tutuldu. Daha sonra her bir doku örneği üzerine 1:2 oranında 100 ml methanol+kloroform karışımından eklendikten sonra IKA T25 digital ultra- Turrax cihazı ile homojenize edildi. Daha sonra bu örnekler üzerine % 0.4'lük $CaCl_2$ solüsyonundan 20 ml eklenerek bir süzgeç kağıdından (Scleicher&Schuell, 5951/2 185 mm) süzüldü ve elde edilen örnekler, 105 ^oC'de 2 saat etüvde bekletilip darası alınmış balon jojelere süzdürüldü. Bu balonlar ağızları hava almayacak şekilde parafilm ile kapatılıp 1 gece karanlık bir ortamda bekletildi. Ertesi gün metanol+$CaCl_2$'den oluşan üstte biriken tabaka, bir ayırma hunisi yardımıyla alındı. Balon içinde kalan solüsyondaki kloroform+yağ kısmındaki kloroform, 60^oC'de su banyosunda rotary evaporatör kullanılarak uçuruldu. Daha sonra balonlar 60^0C'lik etüvde etüvde 1 saat bekletilerek içerisindeki kloroformun tamamının uçması sağlandı ve bir desikatör içerisinde oda sıcaklığına kadar soğutulup 0.0001 mg duyarlı hassas terazide tartıldı. Yağ oranının hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanıldı.

$$\text{Yağ oranı (\%)} = \frac{[\text{Balon Darası (g)} + \text{Yağ (g)}] - [\text{Balon Darası (g)}] \times 100}{\text{Örnek Miktarı (g)}}$$

2.4.2. Yağ Asitlerinin Türevlendirilmesi ve GK'de Analizi

Ekstrakte edilen nötral lipit fraksiyonundan yağ asidi metil esterleri, örneklerin n-heptan içinde 2M'lık metanolik KOH'ten oluşmuş transmetillendirme yöntemi (AOAC 1990) ile hazırlandı. 10 mg eksrakte edilmiş yağ örneği üzerine 2 ml heptan ve 4 ml 2M'lık metanolik KOH ilave edildi. Daha sonra oda sıcaklığında 2 dakika vortekste karıştırıldı ve 4000 rpm' de 10 dakika süreyle santrifüje edilen ve heptan tabakası GK'de analiz için tüplere alındı. Analizler Perkin Elmer Clarus 500

3. Hücrelerarası şekilsiz temel maddedeki asit müsinlerin ve mukosubstansın ortaya konması amacıyla alcian blue pH 2.5

4. Genel doku histolojisinin belirlenmesi, oluşan histolojik değişikliklerin ortaya konması ve özellikle de Tip I kollagen ipliklerin boyanması amacıyla Crossmon'un triple,

5. Dokudaki retikulum ipliklerinin ortaya konması için Gordon ve Sweet'in retiküler iplik boyama yöntemleriyle boyanarak ışık mikroskobik preparatlar hazırlandı.

Hazırlanan preparatların ışık mikroskobik incelenmesi, gerekli görülen bölgelerin dijital görüntü kayıtları, bu amaç için gerekli ve yeterli olan Nikon Eclipse E-400 ışık mikroskobuyla (DS Camera Head DS-5M, DS Camera control unit DS-L1, (Nikon Corporation, Chiyoda-ku, Japan) gerçekleştirildi.

Dijital görüntü analiz programıyla ((BS200 PRO, 2005), önceden kaydedilen dijital görüntüler üzerinde yapılan histomorfometrik analizlerle sayısal veriler elde edilir.

İstatistiksel Analizler

Grupların tamamından elde edilen yağ asitleri analizleri, histolojik analizler, çatal ökçe yastığı ağırlıklarının analizleri ve her bir tırnağın fiziksel olarak değerlendirilmesinde elde edilen verilerin gruplar arası ve grup içi karşılaştırılmasında verilerin analizleri tesadüf parselleri faktöriyel deneme tertibine uygun olarak Jump (7,0) paket programında analiz edilmiştir. Farklı çıkan grup ortalamalarının tespitinde ise asgari önemli fark çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Kalaycı 2005).

3. BULGULAR

Canlı ve kadavra yarış atı ayaklarında gerçekleştirilen bu çalışmadan elde edilen bulgular;

- Kadavra tırnakların postmortem incelenmesinde tespit edilen morfolojik özelliklerine ilişkin veriler
- Canlı ve kadavra ayakların MRG bulguları
- Kadavra ayaklardan elde edilen çatal ve ökçe yastığı dokularının yağ asitleri analiz sonuçları,
- Kadavra ayaklardan elde edilen çatal ve ökçe yastığı dokularından elde edilen histolojik ve histo morfometrik bulgular kayıt altına alındı.

3.1. Kadavra Ayakların Post-Mortem Bulguları

Kadavra ayakların MRG ve diseksiyon işlemleri öncesinde yapılan klinik muayenesinde, tırnağın morfolojik yapısını tanımlayıcı özellikleri kayıt altına alındı. Belirlenen her bir morfolojik özelliğin istatistiksel olarak önem kontrolü yapıldı.

Grupların ortalama dorsal kenar uzunluğu (DKU) arasındaki farklar istatistiki olarak önemli (P<0,01) bulundu (Çizelge 3.1). Tayların DKU'nun aygır ve kısraklara göre önemli oranda daha küçük olduğu belirlendi.

Çizelge 3.1. Grupların ortalama dorsal kenar uzunlukları (cm) ve bu verilerin analiz sonuçları.

GRUPLAR (n)	Arka sağ $\bar{x}$ ±SD/SE	Arka sol $\bar{x}$ ±SD/SE	Ön sağ $\bar{x}$ ±SD/SE	Ön sol $\bar{x}$ ±SD/SE	GENEL $\bar{x}$ ±SD/SE
AYGIR (n=6)	9,383 ±0.478	9,316±0.478	9,300±0.478	9,283±0.478	9,320 ±0,239^{A}
KISRAK(n=6)	9,250±0.586	9,050±0.586	9,425±0.586	9,275±0.586	9,250±0,293^{A}
TAY(n=6)	6,083 ±0.478	6,150±0.478	5,816±0.478	5,750±0.478	5,950±0,239^{B}
GENEL(n=18)	8,238± 0.298	8,172±0.298	8,180±0.298	8,102±0.298	

A,B : Grupların ortalama değerleri arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir P <0,01.

Grupların ortalama lateral terbi uzunluğu (LTU) ve medial terbi uzunlukları (MTU) arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulundu (Çizelge 3.2, 3.3).

Tayların LTU ile MTU değerlerinin aygır ve kısraklara göre önemli derecede (P<0,01) daha düşük olduğu belirlendi.

Çizelge 3.2. Grupların ortalama lateral terbi uzunluk değerleri (cm) gruplara göre dağılımı ve bu verilerin istatistiksel analiz sonuçları.

GRUPLAR (n)	Arka sağ $\bar{x}$ ±SD/SE	Arka sol $\bar{x}$ ±SD/SE	Ön sağ $\bar{x}$ ±SD/SE	Ön sol $\bar{x}$ ±SD/SE	GENEL $\bar{x}$ ±SD/SE
AYGIR(n=6)	8,550±0.593	8,366±0.593	8,150±0.593	8,433±0.593	8,375±0,296^{A}
KISRAK(n=6)	8,900±0.726	8,550±0.726	9,000±0.726	9,250±0.726	8,925±0,363^{A}
TAY(n=6)	5,333±0.593	5,250±0.593	5,200±0.593	5,316±0.593	5,275±0,296^{B}
GENEL(n=18)	7,431±0.370	7,243±0.370	7,256±0.370	7,468±0.370	

A,B : Grupların ortalama değerleri arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir P<0,01.

Çizelge 3.3. Grupların ortalama medial terbi uzunlukları (cm) ve bu verilerin istatistiksel analiz sonuçları.

GRUPLAR (n)	Arka sağ $\bar{x}$ ±SD/SE	Arka sol $\bar{x}$ ±SD/SE	Ön sağ $\bar{x}$ ±SD/SE	Ön sol $\bar{x}$ ±SD/SE	GENEL $\bar{x}$ ±SD/SE
AYGIR(n=6)	8,900±0.594	8,800±0.594	8,866±0.594	8,700±0.594	8,816 ±0,297^{A}
KISRAK(n=6)	8,650±0.728	8,775±0.728	8,800±0.728	7,725±0.728	8,487±0,364^{A}
TAY(n=6)	5,183±0.594	5,500±0.594	5,233±0.594	5,350±0.594	5,316±0,297^{B}
GENEL(n=18)	7,577±0.370	7,691±0.370	7,633±0.370	7,258±0.370	

A,B: Grupların ortalama değerleri arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir P<0,01.

Grupların ortalama lateral ve medial ökçe (LÖU, MÖU) uzunlukları (cm) arasındaki farklar istatistiki olarak önemli (P <0,01) bulundu (Çizelge 3.4, 3.5). Tayların LÖU ve MÖU değerleri aygır ve kısraklara göre önemli derecede (P <0,01) daha düşük olduğu tespit edildi.

Çizelge 3.4. Grupların ortalama lateral ökçe uzunlukları (cm) ve bu verilerin analiz sonuçları.

GRUPLAR (n)	Arka sağ $\bar{x}$ ±SD/SE	Arka sol $\bar{x}$ ±SD/SE	Ön sağ $\bar{x}$ ±SD/SE	Ön sol $\bar{x}$ ±SD/SE	GENEL $\bar{x}$ ±SD/SE
AYGIR(n=6)	4,733±0.351	4,583±0.351	4,500±0.351	4,666±0.351	$4,620±0,175^{A}$
KISRAK(n=6)	4,475±0.430	4,600±0.430	4,625±0.430	4,825±0.430	$4,633±0,223^{A}$
TAY(n=6)	3,600±0.351	3,433±0.351	3,516±0.351	3,650±0.351	$3,547±0,180^{B}$
GENEL(n=18)	4,269±0.225	4,205±0.234	4,213±0.219	4,380±0.219	

A,B : Grupların ortalama değerleri arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir P<0,01.

Çizelge 3.5. Grupların ortalama medial ökçe uzunlukları (cm) ve bu verilerin istatistiksel analiz sonuçları.

GRUPLAR(n)	Arka sağ $\bar{x}$ ±SD/SE	Arka sol $\bar{x}$ ±SD/SE	Ön sağ $\bar{x}$ ±SD/SE	Ön sol $\bar{x}$ ±SD/SE	GENEL $\bar{x}$ ±SD/SE
AYGIR(n=6)	4,916±0.340	4,616±0.340	5,116±0.340	4,450±0.340	$4,775±0,170^{A}$
KISRAK(n=6)	4,500±0.417	4,500±0.481	4,750±0.417	4,666±0.481	$4,607±0,225^{A}$
TAY(n=6)	3,600±0.340	3,400±0.340	3,516±0.340	3,633±0.340	$3,537±0,170^{B}$
GENEL(n=18)	4,338±0.212	4,172±0.227	4,461±0.212	4,250±0.227	

A,B : Grupların ortalama değerleri arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir P<0,01.

Grupların tırnak yükseklikleri (TY) (cm) arasındaki farklar istatistiki olarak önemli (P <0,01) bulundu (Çizelge 3.6). TY'nin aygır ve kısraklarda taylara göre önemli derecede (P <0,01) daha yüksek olduğu tespit edildi.

Çizelge 3.6. Grupların ortalama tırnak yükseklikleri (cm) ve bu verilerin analiz sonuçları.

GRUPLAR(n)	Arka sağ $\bar{x}$ ±SD/SE	Arka sol $\bar{x}$ ±SD/SE	Ön sağ $\bar{x}$ ±SD/SE	Ön sol $\bar{x}$ ±SD/SE	GENEL $\bar{x}$ ±SD/SE
AYGIR(n=6)	7,000±0.424	6,760±0.465	7,000±0.424	6,833±0.424	6,898±0,217^{A}
KISRAK(n=6)	7,000±0.520	7,000±0.520	6,975±0.520	6,875±0.520	6,962±0,260^{A}
TAY(n=6)	4,216±0.424	4,250±0.424	4,233±0.424	4,183±0.424	4,220±0,212^{B}
GENEL(n=18)	6,072±0.264	6,003±0.264	6,069±0.264	5,963±0.264	

A,B : Grupların ortalama değerleri arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir P<0,01.

Grupların ortalama medial ökçe yüksekliği (MÖY) ve lateral ökçe yükseklikleri (LÖY) (cm) arasındaki farklar istatistiki olarak önemli (P <0,01) bulundu (Çizelge 3.7, 3.8). Tayların MÖY ve LÖY değerlerinin aygır ve kısraklara göre önemli derecede (P <0,01) daha düşük olduğu tespit edildi. Grupların tamamında ön tırnakların MÖY ve LÖY değerlerinin arka tırnaklardan önemli derecede (P <0,01) daha yüksek olduğu belirlendi.

Çizelge 3.7. Grupların ortalama medial ökçe yükseklikleri (cm) ve bu verilerin analiz sonuçları.

GRUPLAR(n)	Arka sağ $\bar{x}$ ±SD/SE	Arka sol $\bar{x}$ ±SD/SE	Ön sağ $\bar{x}$ ±SD/SE	Ön sol $\bar{x}$ ±SD/SE	GENEL $\bar{x}$ ±SD/SE
AYGIR(n=6)	1,933±0.194	2,000±0.213	2,666±0.194	2,250±0.194	2,221±0,099^{A}
KISRAK(n=6)	1,925±0.238	2,166±0.274	2,125±0.238	2,600±0.238	2,206±0,123^{A}
TAY(n=6)	0,950±0.194	0,950±0.194	1,200±0.194	1,346±0.194	1,111±0,097^{B}
GENEL(n=18)	1,602±0.121	1,705±0.132	1,997±0.121	2,065±0.121	

A,B : Grupların ortalama değerleri arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir P<0,01.

Çizelge 3.8. Grupların ortalama lateral ökçe yükseklikleri (cm) ve bu verilerin istatistiksel analiz sonuçları.

GRUPLAR(n)	Arka sağ $\bar{x}$ ±SD/SE	Arka sol $\bar{x}$ ±SD/SE	Ön sağ $\bar{x}$ ±SD/SE	Ön sol $\bar{x}$ ±SD/SE	GENEL $\bar{x}$ ±SD/SE
AYGIR(n=6)	1,933±0.224	1,840±0.246	2,716±0.224	2,283±0.224	$2,208±0,115^{A}$
KISRAK(n=6)	2,075±0.275	2,366±0.317	2,175±0.275	2,500±0.275	$2,273±0,143^{A}$
TAY(n=6)	0,900±0.246	1,050±0.224	1,266±0.224	1,363±0.224	$1,155±0,115^{B}$
GENEL(n=18)	1,636±0.144	1,752±0.153	2,052±0.140	2,048±0.140	

A,B : Grupların ortalama değerleri arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir P<0,01.

Grupların ortalama tırnak açısı (TA) değerleri (^{0}) arasındaki farklar istatistiki olarak önemsiz (P> 0,05) bulundu (Çizelge 3.9). Grupların ön ve arka tırnak açıları arasında da önemli fark tespit edilmedi.

Çizelge 3.9. Grupların ortalama tırnak açıları (^{0}) ve bu verilerin istatistiksel analiz sonuçları.

GRUPLAR (n)	Arka sağ $\bar{x}$ ±SD/SE	Arka sol $\bar{x}$ ±SD/SE	Ön sağ $\bar{x}$ ±SD/SE	Ön sol $\bar{x}$ ±SD/SE	GENEL $\bar{x}$ ±SD/SE
AYGIR(n=6)	46,250±2.244	48,000±2.244	48,250±2.244	50,750±2.244	48,312±1,122
KISRAK(n=6)	47,000±4.488	46,000±4.488	47,000±4.488	47,000±4.488	46,750±2,244
TAY(n=6)	49,833±1.832	50,666±1.832	52,833±1.832	51,666±1.832	51,250±0,916
GENEL(n=18)	47,694±1.780	48,222±1.780	49,361±1.780	49,805±1.780	

Grupların ortalama değerleri arasındaki farklar istatistiki olarak önemsizdir (P>0,05).

Kadavra tırnakların genel klinik muayenesinde belirlenen yapısal bozukluklar Çizelge 3.10'da gösterilmiştir. Buna göre;

Kısraklar da: iki adet sağ ön ayakta aşırı uzama; bir sağ ön tırnak, iki adet sağ ve bir adet sol arka tırnağın lateralinde dışarıya doğru yayılma (flaire); bir adet sağ arka tırnak çatal orta oluğunda sığlaşma, bir adet sağ ön tırnak çatalında küçülme, iki

adet sağ ön bir adet sağ arka, bir adet sol arka tırnak tabanının sünbük kısmında dolgunluk; bir adet sağ arka ve bir adet sol ön tırnak tabanının terbi kısmında dolgunluk, bir adet sol ön tırnakta vertikal çatlak, bir adet sağ ön ve bir adet sol ön tırnakta yatay çatlak; bir adet sağ ön ve bir adet sol ön tırnakta beyaz çizgide hemoroji; bir adet sağ arka tırnak duvarı yukarıya kalkmış durumda; bir adet sağ ön tırnakta laminitis halkası; bir adet sol arka tırnakta çatal ile zeminin teması yok olmuş; bir adet sağ ön ve bir adet sol ön tırnakta yayvan tırnak, üç adet sağ ön ve iki adet sol ön tırnak ile bir adet sol arka tırnakta medial desteklerde aşırı uzama; iki adet sağ ön ve iki adet sağ arka tırnak ile iki adet sol ön tırnakta lateral desteklerin aşırı uzadığı; bir adet sol arka tırnakta lateral desteklerin yok olduğu tespit edildi.

Aygırlarda; iki adet sağ ön ve üç adet sağ arka tırnak ile iki adet sol ön ve bir adet sol arka tırnakta aşırı uzamış tırnak yapısı; iki adet sağ arka, iki adet sol ön tırnak ve bir adet sol arka tırnağın lateralinde dışarıya doğru yayılma (flaire); bir adet sağ arka tırnağın medialinde dışarıya doğru yayılma (flaire), üç adet sol ön ve bir adet sol arka tırnağın çatal orta oluğunda sığlaşma; bir adet sol ön tırnak çatalında küçülme; iki adet sağ ön ve bir adet sağ arka tırnakla, üç adet sol ön tırnak tabanının sünbük kısmıda dolgunlaşma; bir adet sol ön ve iki adet sağ arka tırnakla, iki adet sol ön tırnak tabanının terbiler bölgesinde dolgunluk; iki adet sağ ön tırnakta vertikal çatlak, bir adet sol ön ve iki adet sol arka tırnağın ön duvarında konkavite; bir adet sağ ön tırnakta ökçe darlığı, iki adet sağ ön ve bir adet sol ön tırnağın sünbük bölgesinde hemoraji; bir adet sağ arka ve bir adet sol arka ayakta yayvan tırnak, iki adet sağ ön ve üç adet sol arka tırnağın medial desteklerinde aşırı uzama; bir adet sağ ön ve bir adet sağ arka tırnakla, üç adet sol arka ayağın lateral desteklerinde aşırı uzama; bir adet sağ arka tırnağın medial desteğinde zayıflama; bir adet sağ ön ve bir adet sağ arka tırnakğın terbiler bölgesinde hemoraji olgusu görüldü.

Taylarda ise; iki adet sağ arka ve iki adet sol arka tırnağın medialinde dışarıya doğru yayılma (flaire); bir adet sol ön tırnak çatal orta oluğunda sığlaşma; bir adet sağ arka tırnağın sünbük bölgesinde taban dolgunluğu; bir adet sağ ön ve bir adet sağ arka tırnakla, iki adet sol ön ve bir adet sol arka tırnağın medial desteklerinde uzama; bir adet sağ ön ve bir adet sağ arka tırnakla, iki adet sol ön ve bir adet sol arka tırnağın lateral desteklerinde uzama; bir adet sağ arka tırnakta lateral desteğin

ortadan kalkmış olduğu tespit edildi. Elde edilen bulgularin sayisal dökümü aşağıdaki çizelgede (Çizelge 3.1.10) verilmiştir.

Çizelge 3.10. Kadavra tırnaklarda belirlenen yapısal bozukluklar ve bunların gözlenme sıklıkları.

	KISRAK				AYGIR				TAY			
	TIRNAKLAR				TIRNAKLAR				TIRNAKLAR			
Bozukluk	**Sağ Ön**	**Sağ Arka**	**Sol Ön**	**Sol Arka**	**Sağ Ön**	**Sağ Arka**	**Sol Ön**	**Sol Arka**	**Sağ Ön**	**Sağ Arka**	**Sol Ön**	**Sol Arka**
Aşırı Uzamış Tırnak	2				2	3	2	3				
Lateral tırnak duvarında Flaire	1	2		1		2	2	1				
Medial tırnak duvarında Flaire						1				2		2
Çatal orta oluğunda sığlık		1					3	1			1	
Çatalda küçülme	2						1					
Taban dolgunluğu (Sünbük)	2	1		1	2	1	3			1		
Taban dolgunluğu (Terbi)		1	1		1	2	2					
Tırnak çatlağı (vertikal)			1		2							
Tırnak çatlağı (yatay)	1		1									
Beyaz çizgide hemoraji	1		1									
Tırnağın ön duvarında konkavite		1			1			2				
Laminitis halkası	1											
Ökçe darlığı					1							
Sünbükte hemoroji					2		1					
Çatalın alçalması				1								
Yayvan tırnak	1		1			1		1				

Medial dedtek uzaması	3		2	1	2			3	1	1	2	1
Lateral destek uzaması	2	2	2		1	1		3	1	1	2	1
Lateral destek yok olmuş				1						1		
Medial destekte zayıflama						1						
Terbiler bölgesinde hemoroji					1	1						

3.2.Manyetik Rezonans Görüntü Bulguları

3.2.1. Kadavra Ayakların Manyetik Rezonans Bulguları

Oda sıcaklığında (RT 22^0C) 24 saat bekletilerek çözündürülen ve rutin tırnak temizliği yapılan her kadavra tırnağın sagittal, transversal ve dorsal düzlemde MR görüntüleri alındı. MR taramaları sırasında T1 (T_1-ağırlıklı) , T2 (T_2-ağırlıklı), PD (proton dens) ve yağ baskılı T2 sekansları (T_2-TSE-FS) kullanıldı. Alınan görüntülerin diagnostik açıdan değerlendirilmesinde en uygun görüntü transversal ve sagittal düzlemde alındı. Bunlara kıyasla dorsal görüntü orta düzeyde önem gösterdi.

Aygırlarda çatal-ökçe yastığının sagittal görüntü bulguları

Kadavra ayakların sagittal T_1 görüntülerinin incelemesinde, 4.kesit görüntüden (Şekil 3.1) itibaren ökçe yastığı dokusu görüntüye girmeye başladı. 6. kesit görüntüde (Şekil 3.2.2) daha da belirginleşip 8. kesit görüntü ile beraber (Şekil 3.3) tamamen tanımlanıp değerlendirilebilecek konuma gelmiştir. Bu aşamaya kadar çatal yastığı ile ilgili herhangi bir görüntü elde edilemedi. Görüntünün 8. aşmasından itibaren ökçe yastığı orta düzey (isointens/intermediate intense) yoğunlukta granüler bir yapı gösterdi. 11. kesit görüntüden (Şekil 3.4) itibaren ökçe yastığının bir devamı niteliğindeki çatal yastığı görüntüsü oluşmaya başlamıştır. 12. kesit görüntü (Şekil 3.5) ile birlikte çatal yastığı tamamen belirgin hale gelmiştir. Bu görüntüden itibaren çatal-ökçe yastığı bir bütün halinde görülebilir durumdadır.

yumuşak ve elastik bir kıvamda ve daha pembemsi- hiperemik bir görünüme sahip olduğu dikkati çekti.

Grupların çatal-ökçe yastığı dokularının ortalama ağırlıkları (gr) arasındaki farklar istatistiki olarak önemli (P<0,01) bulundu (Çizelge 3.11). Tayların çatal-ökçe yastığı dokularının ortalama ağırlıklarının aygır ve kısraklardan önemli derecede (P<0,01) düşük olduğu tespit edildi.

Çizelge 3.11. Grupların ortalama çatal-ökçe yastığı ağırlıkları (gr) ve bu verilerin analiz sonuçları.

Gruplar (n)	Arka sağ $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka sol $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön sağ $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön sol $\bar{X}$ ±SD/SE	**GENEL** $\bar{X}$ ±SD/SE
Aygır(n=6)	45,473±7.689	45,887±7.689	46,273±7.689	46,638±7.689	46,133±3,844^{A}
Kısrak(n=6)	45,709±7.689	47,720±7.689	46,742±7.689	44,573±7.689	46,186±3,844^{A}
Tay(n=6)	11,434±7.689	11,250±7.689	10,974±7.689	10,762±7.689	11,105±3,844^{B}
Genel(n=18)	34,292±4.439	34,952±4.439	34,663±4.439	33,991±4.439	

A,B : Grupların ortalama değerleri arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir P<0,01.

3.4. Çatal ve Ökçe Yastığının Yağ Asitleri Analiz Bulguları

Gaz kromatografisi yöntemi ile yapılan yağ asitleri analiz çalışmasında grupların, çatal ve ökçe yastığı dokusundan tespit edilen yağ oranları (%) arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli (P<0,01) bulunmuştur (Çizelge 3.1). Özellikle kısraklardaki çatal-ökçe yastığı dokusundaki yağ miktarının, aygır ve taylara göre önemli derecede (P<0,01) düşük olduğu belirlendi. Ayrıca tüm gruplarda ön ve arka ayaklardaki ökçe yastığı dokularının yağ oranları, çatal yastığı dokularına göre önemli derecede daha yüksekti (Çizelge 3.12).

Çizelge 3.12. Çatal ve ökçe yastığı dokusu içerisindeki yağ oranlarının (%)guruplara göre dağılımı ve bu verilerin istatistiksel analiz sonuçları.

Gruplar(n)	Arka Sağ Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka Sağ Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka sol Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka Sol Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sağ Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sağ Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sol Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sol Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Genel $\bar{X}$ ±SD/SE
Aygır (n=6)	1,808± 0,452	2,806± 0,452	1,075± 0,433	1,639± 0,452	1,685± 0,452	2,604± 0,452	0,802± 0,452	1,011± 0,452	1,672±0 ,159^{A}
Kısrak (n=6)	0,721± 0.433	1,118± 0.433	0,850± 0.433	1,024± 0.433	0,692± 0.433	1,289± 0.433	0,635± 0.433	1,892± 0.433	1,028±0 ,153^{B}
Tay (n=6)	1,773± 0.567	2,330± 0.567	1,699± 0.567	2,643± 0.567	1,637± 0.567	2,453± 0.567	1,932± 0.567	1,867± 0.567	2,042±0 ,200^{A}
Genel (n=18)	1,434± 0.281	2,085± 0.281	1,208± 0.278	1,768± 0.281	1,338± 0.281	2,115± 0.281	1,123± 0.281	1,590± 0.281	

A,B: Grupların ortalama değerleri arasındaki farklar önemlidir(P <0,01).

Grupların çatal ve ökçe yastığındaki yağ dokusunda bulunan yağ asitlerinden tekli doymamış yağ asitleri (monounsaturated fatty acids -MUFA) oranlarının (%) ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli (P <0,01) bulunmuştur. Özellikle tayların çatal-ökçe yastığındaki MUFA oranı aygır ve kısraklara göre önemli derecede (P<0,01) yüksek bulunurken, tüm gruplarda ön ve arka ayaklardaki ökçe yastığı dokularındaki MUFA oranlarının çatal yastığı dokularına göre daha yüksek olduğu belirlendi (Çizelge 3.13).

Çizelge 3.13. Grupları ortalama MUFA oranları (%) ve bu verilerin istatistiksel analiz sonuçları.

Gruplar(n)	Arka Sağ Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka Sağ Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka sol Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka Sol Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sağ Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sağ Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sol Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sol Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Genel $\bar{X}$ ±SD/SE
Aygır(n=6)	43,506 ±1.498	43,350 ±1.498	41,881 ±1.498	41,950 ±1.498	45,114 ±1.498	44,019 ±1.498	40,992 ±1.498	41,068 ±1.498	42,735± 0,529^{B}
Kısrak (n=6)	39,814 ±1.434	39,240 ±1.434	40,350 ±1.434	40,647 ±1.434	40,302 ±1.434	41,870 ±1.434	39,500 ±1.434	40,157 ±1.434	40,235± 0,507^{C}
Tay (n=6)	48,862 ±1.757	50,518 ±1.878	48,886 ±2.029	50,352 ±1.878	48,732 ±1.878	49,861 ±1.878	48,567 ±1.878	49,111 ±1.878	49,361± 0,665^{A}
Genel (n=18)	44,061 ±0.906	44,370 ±0.933	43,706 ±0.967	44.316 ±0.933	44,716 ±0.933	45,250 ±0.933	43,020 ±0.933	43,445 ±0.933	

A,B,C: Grupların ortalama değerleri arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (P <0,01).

Grupların çatal ve ökçe yastığında bulunan yağ dokusundaki yağ asitlerinden çoklu doymamış yağ asitleri (polyunsaturated fatty acids - PUFA) ortalama oranları gruplar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli (P <0,01) bulunmuştur (Çizelge 3.14). Özellikle kısrakların çatal-ökçe yastığındaki ortalama PUFA oranı aygır ve

taylara göre önemli derecede(P <0,01) yüksek bulunurken, tüm grupların ön ve arka ayaklarının çatal yastığı dokularındaki PUFA oranları ökçe yastığı dokularındakine göre daha yüksek olduğu belirlendi.

Çizelge 3.14. Grupların ortalama PUFA oranları (%) ve bu verilerin istatistiksel analiz sonuçları.

Gruplar(n)	Arka Sağ Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka Sağ Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka sol Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka Sol Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sağ Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sağ Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sol Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sol Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Genel $\bar{X}$ ±SD/SE
Aygır(n=6)	14,885 ±1.272	15,392 ±1.272	15,590 ±1.272	16,487 ±1.272	16,867 ±1.272	16,049 ±1.272	16,345 ±1.272	18,293 ±1.272	16,238± 0,450^{B}
Kısrak (n=6)	20.101 ±1.218	18,766 ±1.218	19,800 ±1.218	17,980 ±1.218	19,883 ±1.218	19,298 ±1.218	20,466 ±1.218	19,438 ±1.218	19,467± 0,430^{A}
Tay (n=6)	10,547 ±1.492	10,842 ±1.595	10,921 ±1.723	10,492 ±1.595	10,660 ±1.595	11,131 ±1.595	11,058 ±1.595	11,207 ±1.595	10,851± 0,565^{C}
Genel (n=6)	15,178 ±	15,000 ±	15,437 ±	14,986 ±	15,803 ±	15,492 ±	16,956 ±	16,313 ±	

A,B,C: Grupların ortalama değerleri arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir P<0,01.

Grupların çatal ve ökçe yastığında bulunan yağ dokusundaki yağ asitlerinden çoklu doymuş yağ asitleri (saturated fatty acids - SFA) oranları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdi (P>0,05). Tüm gruplarda ön ve arka ayaklardaki çatal yastığı dokularındaki SFA oranlarının, ökçe yastığı dokularına göre önemli derecede (P <0,01) yüksek olduğu görüldü (Çizelge 3.15).

Çizelge 3.15. Grupların ortalama SFA oranları (%) ve bu verilerin istatistiksel analiz sonuçları.

Gruplar(n)	Arka Sağ Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka Sağ Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka sol Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka Sol Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sağ Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sağ Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sol Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sol Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Genel $\bar{X}$ ±SD/SE
Aygır(n=6)	35,290 ±0.895	34,077 ±0.895	35,968 ±0.895	34,498 ±0.990	34,209 ±0.895	33,080 ±0.895	35,232 ±0.895	33,690 ±0.895	34,51± 0.321
Kısrak (n=6)	34,844 ±0.857	34,825 ±0.857	34,488 ±0.857	33,711 ±0.857	32,980 ±0.857	33,611 ±0.857	32,871 ±0.857	33,309 ±0.857	33,83± 0.303
Tay (n=6)	34,797 ±1.050	34,737 ±1.123	33,853 ±1.213	33,487 ±1.123	35,057 ±1.123	33,612 ±1.123	33,995 ±1.123	33,292 ±1.123	34,10± 0.398
Genel (n=18)	34,98± 0.541	34,55± 0.557	34,77± 0.578	33,90± 0.575	34,09± 0.557	33,43± 0.557	34,03± 0.557	33,43± 0.557	

Grup ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir (P> 0,05).

Çatal ve ökçe yastığı dokularındaki yağ asitleri türevlerinin gruplara göre dağılım oranlarına (%) ait elde edilen veriler aşağıda sunulmuştur:

Grupların ortalama myristik asit (C14:0) ve miristoleik asit (C14:1) oranları arasındaki farklar istatistiki olarak önemli (P<0,01) bulundu (Çizelge 3.16 ve 3.17). C14:0, taylarda aygır ve kısraklara göre önemli derecede (P<0,01) yüksek bulunurken, C14:1 kısraklarda aygır ve taylara göre önemli derecede (P<0,01) düşük bulunmuştur. Grupların ortalama C14:1 oranları, tüm gruplarda hem ön ve hem de arka ayaklardaki çatal yastığı dokularında ökçe yastığı dokularına göre önemli derecede (P<0,01) daha düşük düzeyde olduğu belirlendi.

Çizelge 3.16 Grupların ortalama miristik asit oranları (%) ve bu verilerin analiz sonuçları.

Gruplar(n)	Arka Sağ Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka Sağ Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka sol Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka Sol Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sağ Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sağ Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sol Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sol Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Genel $\bar{X}$ ±SD/SE
Aygır (n=6)	2,970± 0.192	3,305± 0.192	2,816± 0.192	2,935± 0.192	2,741± 0.192	2,859± 0.192	2,758± 0.192	2,403± 0.192	2,848±0 ,067^{B}
Kısrak (n=6)	3,042± 0.183	3,110± 0.183	2,920± 0.183	3,048± 0.183	2,597± 0.183	2,613± 0.183	2,500± 0.183	2,718± 0.183	2,818±0 ,065^{B}
Tay (n=6)	3,532± 0.240	3,772± 0.240	3,598± 0.240	3,774± 0.240	3,655± 0.240	3,310± 0.240	3,424± 0.240	3,511± 0.240	3,572±0 ,085^{A}
Genel (n=18)	3,181± 0.119	3,396± 0.119	3,111± 0.119	3,252± 0.119	2,998± 0.119	2,927± 0.119	2,894± 0.119	2,877± 0.119	

A,B: Grupların ortalama değerleri arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir P<0,01.

Çizelge 3.17. Grupların ortalama myristoleik asit oranları (%) ve bu verielerin analiz sonuçları.

Grupl ar(n)	Arka Sağ Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka Sağ Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka sol Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka Sol Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sağ Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sağ Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sol Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sol Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Genel $\bar{X}$ ±SD/SE
Aygır	0,286± 0.029	0,330± 0.029	0,247± 0.029	0,260± 0.029	0,263± 0.029	0,284± 0.029	0,228± 0.029	0,172± 0.029	0,259±0 ,010^{A}
Kısrak	0,220± 0.028	0,270± 0.028	0,217± 0.028	0,282± 0.028	0,193± 0.028	0,215± 0.028	0,177± 0.028	0,221± 0.028	0,224±0 ,10^{B}
Tay	0,285± 0.037	0,275± 0.037	0,294± 0.037	0,310± 0.037	0,294± 0.037	0,295± 0.037	0,261± 0.037	0,290± 0.037	0,288±0 ,13^{A}
Genel	0,264± 0.018	0,292± 0.018	0,252± 0.018	0,284± 0.018	0,250± 0.018	0,265± 0.018	0,222± 0.018	0,228± 0.018	

A,B: Grupların ortalama değerleri arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir P<0,01.

Grupların ortalama palmitik asit (C16:0) oranları arasındaki farklar istatistiki olarak önemsiz (P>0,05) iken (Çizelge 3.3.7), palmitoleik asit (C16:1) oranları arasındaki farklar istatistiki olarak önemli (P<0,01) bulundu (Çizelge 3.18). Tayların ortalama C16:1 oranları aygır ve kısraklardan önemli derecede düşüktü. C16:1

oranları tüm gruplarda hem ön ve hem de arka ayaklardaki ökçe yastığı dokularında çatal yastığı dokularına göre daha yüksek orana sahipti.

Çizelge 3.18. Grupların ortalama palmitik asit oranları (%) ve bu verilerin analiz sonuçları.

Gruplar(n)	Arka Sağ Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka Sağ Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka sol Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka Sol Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sağ Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sağ Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sol Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sol Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Genel $\bar{X}$ ±SD/SE
Aygır(n=6)	26,806 ±0.760	25,833 ±0.760	26,769 ±0.760	26,253 ±0.760	26,895 ±0.760	26,475 ±0.760	26,931 ±0.760	25,021 ±0.760	26,373 ±0,268
Kısrak (n=6)	26,811 ±0.728	27,690 ± 0.728	26,331 ±0.728	26,813 ±0.728	25,526 ±0.728	26,737 ±0.728	25,336 ±0.728	26,695 ±0.728	26,492 ±0,257
Tay (n=6)	25,795 ±0.953	27,371 ±0.953	25,685 ±0.953	25,841 ±0.953	27,001 ±0.953	26,062 ±0.953	25,965 ±0.953	25,757 ±0.953	26,185 ±0,337
Genel (n=18)	26,471 ±0.473	26,965 ±0.473	26,262 ±0.473	26,302 ±0.473	26,474 ±0.473	26,425 ±0.473	26,078 ±0.473	25,824 ±0.473	

Grupların ortalama değerleri arasındaki farklar istatistiki olarak önemsizdir (P>0,05).

Çizelge 3.19. Grupların ortalama palmitoleik asit oranları (%) ve bu verilerin istatistiksel analiz sonuçları.

Gruplar(n)	Arka Sağ Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka Sağ Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka sol Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka Sol Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sağ Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sağ Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sol Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sol Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Genel $\bar{X}$ ±SD/SE
Aygır (n=6)	10,000 ±0.827	10,806 ±0.827	9,081± 0.827	9,141± 0.827	10,124 ±0.827	10,197 ±0.827	8,833± 0.827	8,041± 0.827	9,528± 0,292^{A}
Kısrak (n=6)	9,433± 0.792	10,680 ±0.792	8,930± 0.792	10,485 ±0.792	8,197± 0.792	9,840± 0.792	8,133± 0.792	10,037 ±0.792	9,418± 0,280^{A}
Tay (n=6)	7,294± 1.037	8,238± 1.037	7,630± 1.037	7,938± 1.037	7,704± 1.037	7,325± 1.037	7,314± 1.037	7,865± 1.037	7,663± 0,366^{B}
Genel (n=18)	8,779± 0.515	9,908± 0.515	8,547± 0.515	9,188± 0.515	8,675± 0.515	9,121± 0.515	8,093± 0.515	8,648± 0.515	

A,B: Grup ortalama değerleri arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir P<0,01.

Grupları ortalama stearik asit (C18:0) oranları arasındaki farklar istatistiki olarak önemli (P<0,01) bulundu (Çizelge 3.20). Aygırların C18:0 oranları kısrak ve taylara göre önemli derecede (P<0,01) daha yüksek bulunurken, tüm gruplarda hem ön ve hem de arka ayaklardaki çatal yastığı dokularında ökçe yastığı dokularına göre önemli derecede (P<0,01) daha yüksek düzeyde olduğu belirlendi.

Çizelge 3.20. Grupların ortalama stearik asit oranları (%) ve bu verilerin istatistiksel analiz sonuçları.

Gruplar(n)	Arka Sağ Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka Sağ Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka sol Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka Sol Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sağ Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sağ Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sol Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sol Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Genel $\bar{X}$ ±SD/SE
Aygır (n=6)	5,143± 0.668	4,480± 0.668	5,957± 0.668	5,449± 0.668	4,158± 0.668	3,356± 0.668	5,122± 0.668	5,068± 0.668	4,942±0 ,236^{A}
Kısrak (n=6)	4,473± 0.639	3,603± 0.639	4,699± 0.639	3,037± 0.639	4,312± 0.639	3,895± 0.639	4,595± 0.639	3,439± 0.639	4,006±0 ,226^{B}
Tay (n=6)	5,032± 0.837	3,298± 0.837	4,537± 0.837	3,397± 0.837	4,121± 0.837	3,847± 0.837	4,297± 0.837	3,754± 0.837	4,035±0 ,296^{B}
Genel (n=18)	4,883± 0.415	3,794± 0.415	5,064± 0.415	3,961± 0.415	4,197± 0.415	3,699± 0.415	4,671± 0.415	4,353± 0.415	

A,B: Grupların ortalama değerleri arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir P<0,01.

Grupların ortalama oleik asit (C18:1n-9) oranları arasında değerlerinin gruplar arası farklılıkları istatistiki olarak önemli (P<0,01) farklar bulundu (Çizelge 3.21). C18:1n-9 oranı taylarda aygır ve kısraklara göre önemli oranda (P<0,01) yüksek bulunurken, grupların tamamında hem ön ve hem de arka ayaklardaki çatal yastığı dokularındaki oleic asit oranın ökçe yastığı dokularına göre daha yüksek düzeyde (P<0,01) olduğu belirlendi.

Çizelge 3.21. Grupların ortalama oleik asit oranlarıı (%) ve bu verilerin istatistiksel analiz sonuçları.

Gruplar(n)	Arka Sağ Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka Sağ Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka sol Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka Sol Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sağ Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sağ Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sol Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sol Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Genel $\bar{X}$ ±SD/SE
Aygır(n=6)	32,384 ±1.721	31,568 ±1.721	31,923 ±1.721	31,675 ±1.721	34,142 ±1.721	32,916 ±1.721	31,367 ±1.721	32,003 ±1.721	32,247± 0,608^{B}
Kısrak (n=6)	29,921 ±1.648	27,664 ±1.648	30,512 ±1.648	29,291 ±1.648	31,163 ±1.648	31,215 ±1.648	30,695 ±1.648	29,337 ±1.648	29,975± 0,582^{C}
Tay (n=6)	39,765 ±2.158	41,30± 2.158	40,845 ±2.158	41,361 ±2.158	39,984 ±2.158	41,337 ±2.158	40,254 ±2.158	40,178 ±2.158	40,629± 0,763^{A}
Genel (n=18)	34,023 ±1.071	33,513 ±1.071	34,427 ±1.071	34,109 ±1.071	35,096 ±1.071	35,056 ±1.071	34,105 ±1.071	33,839 ±1.071	

A,B,C: Grupların ortalama olek asit oranları arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir P<0,01.

Grupların ortalama linoleik asit (C18:2n-6) oranları arasındaki farklar istatistiki olarak önemli (P<0,01) bulundu (Çizelge 3.22). En yüksek C18:2n-6 oranı kısraklarda bulunurken; taylardaki linoleik asit oranın, kısrak ve aygırlara göre önemli derecede daha düşük (P <0,01) olduğu görüldü. C18:2n-6, arka ayakların

çatal yastığında ökçe yastığına göre daha yüksek oranda bulunurken, ön ayaklarda ökçe yastığında çatal yastığına göre daha yüksek oranda olduğu belirlendi.

Çizelge 3.22. Grupların ortalama linoleik asit oranları (%) ve bu verilerin analiz sonuçları.

Gruplar(n)	Arka Sağ Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka Sağ Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka sol Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka Sol Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sağ Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sağ Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sol Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sol Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Genel $\bar{X}$ ±SD/SE
Aygır(n=6)	12,600 ±1.198	12,475 ±1.198	12,960 ±1.198	13,240 ±1.198	13,415 ±1.198	14,255 ±1.198	13,671 ±1.198	14,810 ±1.198	13,428± 0,423^{B}
Kısrak (n=6)	17,282 ±1.147	15,914 ±1.147	17,389 ±1.147	15,406 ±1.147	17,121 ±1.147	16,176 ±1.147	17,980 ±1.147	16,731 ±1.147	16,750± 0,405^{A}
Tay (n=6)	8,578± 1.502	7,885± 1.502	7,728± 1.502	7,557± 1.502	8,030± 1.502	8,438± 1.502	8,185± 1.502	8,481± 1.502	8,110±0 ,531^{C}
Genel (n=6)	12,820 ±0.746	12,091 ±0.746	12,692 ±0.746	12,068 ±0.746	12,855 ±0.746	12,956 ±0.746	13,279 ±0.746	13,341 ±0.746	

A,B,C: Grupların ortalama değerleri arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir P<0,01.

Grupların ortalama linolenik asit (C18:3n-3) oranları arası farklar istatistiki olarak önemli (P<0,01) bulundu (Çizelge 3.23). C18:3n-3 oranları özellikle kısraklarda aygır ve taylarınkinden önemli derecede yüksekti. C18:3n-3 oranlarının grupların tamamının ön ve arka ayaklardaki çatal yastığı dokularında ökçe yastığı dokularına göre daha düşük düzeyde olduğu belirlendi.

Çizelge 3.23. Grupların ortalama linolenik asit oranları (%) ve bu verilerin istatistiksel analiz sonuçları.

Gruplar(n)	Arka Sağ Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka Sağ Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka sol Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka Sol Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sağ Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sağ Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sol Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sol Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Genel $\bar{X}$ ±SD/SE
Aygır (n=6)	1,347± 0.245	1,685± 0.245	1,339± 0.245	1,490± 0.245	1,425± 0.245	1,934± 0.245	1,446± 0.245	1,606± 0.245	1,534±0 ,086^{B}
Kısrak (n=6)	2,260± 0.235	2,205± 0.235	2,201± 0.235	2.180± 0.235	2,195± 0.235	2,309± 0.235	2,287± 0.235	2,351± 0.235	2,248±0 ,083^{A}
Tay (n=6)	1,337± 0.307	1,645± 0.307	1,301± 0.307	1,647± 0.307	1,375± 0.307	1,507± 0.307	1,405± 0.307	1,528± 0.307	1,468±0 ,108^{B}
Genel (n=18)	1,648± 0.152	1,845± 0.152	1,614± 0.152	1,772± 0.152	1,665± 0.152	1,916± 0.152	1,713± 0.152	1,828± 0.152	

A,B: Grupların ortalama değerleri arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir P<0,01.

Grupların ortalama araşidik asit (C20:0) değerlerinin gruplar arasındaki farkları istatistiki olarak önemli (P<0,01) bulundu (Çizelge 3.24). C20:0 oranı,

kısraklarda aygır ve taylara göre önemli oranda yüksek bulunurken, grupların tamamının ön ve arka ayaklarının çatal yastığı dokularında ökçe yastığı dokularına göre önemli dercede (P<0,01) daha yüksek oranda olduğu belirlendi.

Çizelge 3.24. Grupların ortalama araşidik asit oranları (%) ve bu verilerin istatistiksel analiz sonuçları.

Gruplar(n)	Arka Sağ Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka Sağ Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka sol Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka Sol Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sağ Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sağ Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sol Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sol Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Genel $\bar{X}$ ±SD/SE
Aygır (n=6)	0,417± 0.044	0,356± 0.044	0,379± 0.044	0,360± 0.044	0,413± 0.044	0,389± 0.044	0,420± 0.044	0,396± 0.044	0,391±0 ,015^{B}
Kısrak (n=6)	0,533± 0.042	0,421± 0.042	0,540± 0.042	0,422± 0.042	0,487± 0.042	0,395± 0.042	0,495± 0.042	0,426± 0.042	0,465±0 ,014^{A}
Tay (n=6)	0,271± 0.55	0,294± 0.55	0,331± 0.55	0,295± 0.55	0,278± 0.55	0,392± 0.55	0,308± 0.55	0,270± 0.55	0,305±0 ,010^{C}
Genel (n=18)	0,429± 0.027	0,368± 0.027	0,432± 0.027	0,370± 0.027	0,411± 0.027	0,392± 0.027	0,424± 0.027	0,379± 0.027	

A,B,C: Grupların ortalama değerleri arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir P<0,01.

Grupların ortalama cis-11-eocosenoic asit (C20:1) oranları arasındaki farklar istatistiki olarak önemli (P <0,01) bulundu (Çizelge 3.25). C20:1 oranları taylarda aygır ve kısraklara göre önemli derecede (P <0,01) yüksek bulunurken, grupların tamamında ön ve arka ayakların çatal yastığındaki C20:1 oranının ökçe yastığındakine göre önemli derecede (P <0,01) daha düşük olduğu belirlendi.

Çizelge 3.25. Grupların ortalama cis-11-eocosenoic asit oranları (%) ve bu değerlerin istatistiksel analiz sonuçları.

Gruplar(n)	Arka Sağ Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka Sağ Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka sol Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka Sol Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sağ Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sağ Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sol Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sol Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Genel $\bar{X}$ ±SD/SE
Aygır (n=6)	0,543± 0.839	0,560± 0.839	0,533± 0.839	0,755± 0.839	0,432± 0.839	0,533± 0.839	0,471± 0.839	0,710± 0.839	0,567±0 ,029^{B}
Kısrak (n=6)	0,540± 0.804	0,562± 0.804	0,524± 0.804	0,525± 0.804	0,486± 0.804	0,530± 0.804	0,444± 0.804	0,508± 0.804	0,515±0 ,028^{B}
Tay (n=6)	0,775± 0.105	0,662± 0.105	0,831± 0.105	0,714± 0.105	0,750± 0.105	0,940± 0.105	0,734± 0.105	0,755± 0.105	0,770±0 ,37^{A}
Genel (n=18)	0,620± 0.522	0,695± 0.522	0,629± 0.522	0,665± 0.522	0,556± 0.522	0,667± 0.522	0,550± 0.522	0,658± 0.522	

A,B: Grupların ortalama değerleri arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir P<0,01.

Grupların ortalama cis-11-14-eocosenoic asit (C20:2) oranları arasındaki farklar istatistiksel öneme sahip değildir (P> 0,05, Çizelge 3.26).

Çizelge 3.26. Grupların ortalama cis-11-14-eocosenoic asit oranları ve bu verilerin istatistiksel analiz sonuçları.

Gruplar(n)	Arka Sağ Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka Sağ Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka sol Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka Sol Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sağ Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sağ Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sol Çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön Sol Ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Genel
Aygır (n=6)	0,889± 0350	1,509± 0350	1,278± 0350	1,078± 0350	1,056± 0350	0,576± 0350	1,223± 0350	1,672± 0350	1,160± 0350
Kısrak (n=6)	0,559± 0,336	0,560± 0,336	0,209± 0,336	0,131± 0,336	0,568± 0,336	0,592± 0,336	0,196± 0,336	0,125± 0,336	0,367± 0,336
Tay (n=6)	1,090± 0,439	1,192± 0,439	1,245± 0,439	1,067± 0,439	1,160± 0,439	1,017± 0,439	1,378± 0,439	1,064± 0,439	1,151± 0,439
Genel (n=18)	0,846± 0,804	1,087± 1,056	0,911± 0,843	0,758± 0,697	0,928± 0,885	0,728± 0,685	0,932± 0,849	0,954± 0,911	

Grupların ortalama değerleri arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir (P>0,05).

Grupların ortalama erusik asit (C22:1n-9) oranları arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulundu (P <0,01) (Çizelge 3.27). Taylarda C22:1n-9 oranı aygır ve kısraklara göre önemli derecede (P <0,01) düşük bulundu. Grupların tamamının ön ve arka ayaklarının çatal yastığındaki C22:1n-9 oranının ökçe yastığındakinden önemli derecede (P <0,01) yüksek olduğu belirlendi.

Çizelge 3.27. Grupların ortalama erusik asit oranları (%) ve bu verilerin istatistiksel aliz sonuçları.

Gruplar (n)	Arka Sağ Çatal $\bar{x}$ ±SD/SE	Arka Sağ Ökçe $\bar{x}$ ±SD/SE	Arka sol Çatal $\bar{x}$ ±SD/SE	Arka Sol Ökçe $\bar{x}$ ±SD/SE	Ön Sağ Çatal $\bar{x}$ ±SD/SE	ÖnSağ Ökçe $\bar{x}$ ±SD/SE	Ön Sol Çatal $\bar{x}$ ±SD/SE	Ön Sol Ökçe $\bar{x}$ ±SD/SE	Genel $\bar{x}$ ±SD/SE
Aygır (n=6)	0,126±0.038	0,083±0.038	0,274±0.038	0,120±0.038	0,150±0.038	0,077±0.038	0,091±0.038	0,153±0.038	0,134±0,013[A]
Kısrak (n=6)	0,105±0.040	0,062±0.040	0,149±0.040	0,061±0.040	0,141±0.040	0,075±0.040	0,170±0.040	0,052±0.040	0,102±0,013[A]
Tay (n=6)	0,010±0.048	-1,735e-18	0,012±0.048	0,008±0.048	-4,51e-17	0,034±0.048	0,002±0.048	0,004±0.048	0,009±0,017[B]
Genel (n=18)	0,080±0.023	0,048±0.023	0,145±0.023	0,063±0.023	0,097±0.023	0,062±0.024	0,088±0.023	0.069±0.024	

A,B: Gruplarin ortalama değerleri arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir P<0,01.

3.5. Çatal Ökçe Yastığının Histolojik Bulguları

Formal-salinde tespit edilen çatal ve ökçe yastığı dokusu örnekleri bir büyüteç altında incelendiğinde, doku örneklerinde grimsi beyaz ya da hafif koyu renkli ve düzensiz seyreden birbiri arasından geçen kalın kollagen iplik demetleri görüldü. Kollagen iplik demetleri, yastıkları daha küçük bölmelere ayırmakta ve komşu bölmelerin bağ dokusu elementleri için bağlanma noktaları oluşturmaktaydı. Kesit yüzeylerinden opak jelâtin benzeri materyal taşmaktaydı. Doku takibi sırasında ksilenle muamele edilen doku örneklerinde yastık bölgeleri opasitelerini muhafaza etmekle birlikte, yağın ksilenle uzaklaşması sonucu doku örnekleri bir miktar küçülmüş durumdaydı.

Genel histolojik yapı dikkate alındığında, çatal ve ökçe yastıkları temel olarak birbirleri arasına geçmiş ve sıkıca paketlenmiş kalın kollagen iplik demetlerinden oluşmakla birlikte (Şekil 3.96, Şekil 3.97), sahada az sayıda elastik iplikte bulunmaktaydı. Kalın kollagen iplik demetlerinin dallanarak inceldiği ve içinde soliter üniloküler yağ hücrelerinin lokalize oldukları gevşek bağ dokusuyla temasa geçtikleri bölgelerde alsiyanofilik ve safranin O ile iyi boyanan temel matriks daha koyu

boyanmış görünümdeydi (Şekil 3.99). Kollagen türdeki düzensiz sıkı bağ dokusunun fibröz kıkırdağa komşu olduğu bölgelerdeki gevşek bağ dokusu, mikzoid dokuyla devam etmekteydi. Bazı bölgelerde mikzoid dokunun yerini kıkırdak dokusu almış durumdaydı.

Kollagen iplik demetleri arasındaki alanlar, gevşek bağ dokusu, mikzoid doku ve fibröz kıkırdakla doldurulmuş durumdaydı. Kalın kollagen iplik demetleri arasındaki gevşek bağ dokusunda fibroblast ve fibrositler, yağ hücreleri gözlendi. Yangı hücrelerine ve lenfosit infiltrasyonlarına rastlanmadı. Fibröz kıkırdak sahaları AB pH 2.5'te iyi boyandı (Şekil 3.98 AB 2.5 1). Fibröz kıkırdak dokusuna 4 kısrak,1 aygır ve 1 de tay kesiti olmak üzere toplam 6 hayvanın doku kesitinde rastlandı. Bu kıkırdak dokusu kesitlerinden 2 adedi sol arka ayak çatal ve ökçe yastık dokusunda, 1 adedi sağ arka ökçe yastığı dokusunda, 2 adedi sol ön çatal yastığı dokusunda, 1 adedi de sağ ön ökçe yastığı dokusunda lokalize olmuştu. Kalın kollagen iplik demetlerinin dallanarak inceldiği ve içinde soliter üniloküler yağ hücrelerinin lokalize oldukları gevşek bağ dokusuyla temasa geçtikleri bölgelerde alsiyanofilik ve safranin O ile iyi boyanan temel matriks daha koyu boyanmış durumdaydı. Kollagen türdeki düzensiz sıkı bağ dokusunun fibröz kıkırdağa komşu olduğu bölgelerdeki gevşek bağ dokusu, mikzoid dokuyla devam etmekteydi. Bazı bölgelerde mikzoid dokunun yerini kıkırdak dokusu almış durumdaydı.

Çatal ve ökçe yastıklarındaki yağ hücreleri, lopçuklar oluşturmak yerine üniloküler (ünivakuoler) soliter yağ hücreleri veya az sayıda hücreden oluşan gruplar halindeydi. Yağ hücrelerinin oluşturduğu yağ hücresi toplulukları kalın kollagen iplik demetleriyle ayrılmış durumdaydı (Şekil 3.96).

aygır grubunun takip ettiği belirlendi (Çizelge 3.28). Tüm gruplarda ön ve arka ayak ökçe yastığı dokularının çatal yastığı dokularına göre önemli oranda (P<0,01) daha fazla yağ dokusu içerdiği tespit edildi (Çizelge 3.28).

Çizelge 3.28. Grupların çatal-ökçe yastığının içermiş olduğu yağ oranı (%) ortalama değeri ile çatal ve ökçe yastığı dokularının ayrı ayrı içermiş olduğu yağ oranına (%) ilişkin verilerin istatistiksel analiz sonuçları.

GRUPLAR (n)	Arka sağ çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka sağ ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka sol çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka sol ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön sağ çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön sağ ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön sol çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön sol ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	GENEL $\bar{X}$ ±SD/SE
AYGIR (n=6)	6.908±3.079	14.266±2.928	6.317±1.859	10.028±2.643	3.508±1.043	8.791±3.179	6.076±2.115	7.255±2.136	7.9^{B}±0.916
KISRAK(n=6)	6.043±2.238	14.026±3.487	8.251±1.048	16.077±3.182	4.757±1.884	17.012±4.151	5.306±1.773	14.165±2.122	10.7^{AB}±1.115
TAY (n=6)	5.681±2.438	15.123±4.715	6.695±3.176	24.957±6.512	10.283±3.668	13.872±3.642	9.971±3.805	17.383±4.594	13.0^{A}±1.624
GENEL(n=18)	6.2^{B}±1.55	14.5^{AB}±2.00	7.1^{B}±1,511	17.0^{A}±2.157	6.2^{B}±1.215	13.2^{AB}±2.836	7.1^{B}±1.421	12.9^{AB}±2.054	

A-G: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemlidir (P <0,01).

Crossmon'un üçlü boyasıyla boyanan kesitlerde Tip I kollagen iplikler dalgalı seyreden farklı tonlarda mavi renge boyanan kalın demetler halinde gözlendi (Şekil 3.97). Aygır, kısrak ve tayların gerek ön ve arka, gerekse sağ ve sol ayak çatal ve ökçe yastığının Tip I kollagen iplik oranları arasında önemli fark tespit edilmedi (P>0.05, Çizelge 3.29). Verilerin genel değerlendirmesinde ise kısrakların en yüksek ve diğer gruplardan önemli derecede daha yüksek Tip I kollagen iplik oranına sahip olduğu; aygır ve tayların ortalama kollagen iplik oranlarının biribirine yakın olduğu (P>0.05) tespit edildi (Çizelge 3.29).

Çizelge 3.29. Grupların çatal ve ökçe yastığı'nın içermiş olduğu Tip I kollagen iplik oranları ve bu değerlerin analiz sonuçları.

GRUPLAR (n)	Arka sağ çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka sağ ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka sol çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka sol ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön sağ çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön sağ ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön sol çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön sol ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	**GENEL** $\bar{X}$ ±SD/SE
AYGIR (n=6)	44,159±6.301	10,507±6.301	8,152±6.301	7,046±6.301	7,419±6.301	6,226±6.301	15,953±6.301	8,628±6.301	13,625±2,856^{B}
KISRAK(n=6)	7,735±6.301	8,342±6.301	8,280±6.301	7,966±6.301	8,440±6.301	6,690±6.301	9,686±6.301	11,090±6.301	8,529±2,891^{A}
TAY (n=6)	5,376±6.301	9,456±6.301	12,015±6.301	17,924±6.301	7,410±6.301	6,502±6.301	5,568±6.301	8,418±6.301	9,076±2,856^{B}
GENEL (n=18)	19,090±3.757	9,435±3.757	9,482±3.757	10,978±3.757	7,757±3.757	6,473±3.757	10,403±3.757	9,379±3.757	

A-B: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemlidir (P <0,01).

pH'sı 2.5 olan Alcian blue (AB) ile yapılan boyamada, pozitif reaksiyon (alsiyanofili) çoğunlukla yağ hücresi grupları arasındaki bölgelerde gözlendi. Yağ hücrelerinin az olduğu gruplarda, soliter yerleşim gösteren yağ hücreleri etrafında da boyanma tespit edildi (Şekil 3.98).

toplulukları (ok), kuvvetli AB-pozitif matriks (ok) ve mikzoid doku (MD) sahası görülmektedir. Zayıf AB pH 2.5 pozitif, **AB 2.5 3;** kısrak arka sol çatal yastığında az sayıda soliter yağ hücresi (ok) ve orta derecede AB-pozitif matriks görülmektedir. **AB 2.5 4;** aygır sol arka ökçe yastığında zayıf AB- pozitif matriks (ok) ve fibröz kıkırdak sahası (FK) görülmektedir. **AB 2.5 5;** kısrak, sol arka çatal yastığı kesitinde az sayıda soliter yağ hücresi (yıldız) ve kuvvetli AB-pozitif matriks (ok) görülmektedir. **AB 2.5 6;** aygır sol arka çatal yastığında az sayıda yağ hücresi grupları, mikzoid doku (MD) ve kuvvetli AB-pozitif matriks görülmektedir. **AB 2.5 7;** aygır sağ ön ökçe yastığında az sayıda soliter yağ hücresi (yıldız) ve zayıf AB-pozitif matriks (ok) görülmektedir. **AB 2.5 8**; tay sağ ön çatal yastığında az sayıda soliter yağ hücresi (yıldız), kan damarı kesitleri (KD) ve orta düzeyde AB- pozitif matriks (ok) görülmektedir. AB pH 2.5. Büyütme çizgisi: 100 µm.

Çizelge 3.30. Grupların çatal ve ökçe yastığı'nın ortalama AB-pozitif matriks oranları (%) ve bu verilerin istatistiksel analiz sonuçları.

GRUPLAR (n)	Arka sağ çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka sağ ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka sol çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka sol ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön sağ çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön sağ ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön sol çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön sol ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	**GENEL** $\bar{X}$ ±SD/SE
AYGIR (n=6)	25,327	38,244	50,676	50,513	27,136	41,063	36,940	32,307	$37,776 \pm 2,616^{A}$
KISRAK (n=6)	57,540	40,796	65,313	37,591	17,394	27,675	14,602	26,665	$35,947 \pm 2,616^{A}$
TAY (n=6)	8,685	5,960	17,613	13,659	4,508	9,026	13,692	3,865	$9,626 \pm 2,616^{B}$
GENEL (n=18)	30,517±4.272	28,333±4.272	44,534±4.272	33,921±4.272	16,346±4.272	25,921±4.272	21,745±4.272	20,946±4.272	

A-B: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemlidir ($P < 0,01$).

Safranin O (SO) ile boyanan kesitlerde hücrelerarası matriksin oldukça zayıf SO pozitivitesi gösterdiği dikkati çekti (Şekil 3.99).

belirlendi. Aygır ve kısrağın ortalama değerleri arasındaki fark istatistiki olarak önemli (P <0,01) bulundu (Çizelge 3.99).

Çizelge 3.31. Grupların çatal ve ökçe yastıklarının Safranin O-pozitif ara madde oranları (%) ve bu değerlerin istatistiksel analiz sonuçları.

GRUPLAR (n)	Arka sağ çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka sağ ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka sol çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka sol ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön sağ çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön sağ ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön sol çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön sol ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	GENEL $\bar{X}$ ±SD/SE
AYGIR (n=6)	5,108±0.105	5,041±0.105	5,016±0.105	4,904±0.105	5,113±0.105	5,104±0.105	5,016±0.105	5,104±0.105	$5,051±0,037^{A}$
KISRAK (n=6)	4,899±0.105	4,978±0.105	5,052±0.105	4,808±0.105	4,840±0.105	4,748±0.105	4,659±0.105	5,023±0.105	$4,876±0,037^{B}$
TAY (n=6)	4,774±0.105	5,219±0.105	5,193±0.105	4,971±0.105	4,734±0.105	4,944±0.105	4,997±0.105	4,912±0.105	$4,968±0,37^{AB}$
GENE (n=18)	4,927±0.61	5,079±0.61	5,087±0.61	4,894±0.61	4,896±0.61	4,932±0.61	4,891±0.61	5,013±0.61	

A-B: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemlidir (P <0,01).

Grupların Verhoeff'ün elastik iplik boyasıyla boyanan kesitlerinde, elastik iplikler çoğunlukla yağ hücresi grupları arasındaki bağ dokusu bölmelerinde ve damarların en dış katmanında dalgalı seyreden siyah iplikçikler halinde gözlendi (Şekil 3.100).

Ön ve arka sağ ayakla sol ayağın ve ökçe yastığının elastik iplik oranları değerleri arasındaki farkların istatistiksel öneme sahip olmadığı (P>0.05) belirlendi. Kısraklarda çatal-ökçe yastığının içermiş olduğu elastik iplik oranının, aygır ve taylara göre önemli oranda (P <0,01) yüksek olduğu belirlendi (Çizelge 3.32).

Çizelge 3.32. Grupların çatal ve ökçe yastığının elastik iplik oranları ve bu verilerin istatistiksel analiz sonuçları.

GRUPLAR (n)	Arka sağ çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka sağ ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka sol çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Arka sol ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön sağ çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön sağ ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön sol çatal $\bar{X}$ ±SD/SE	Ön sol ökçe $\bar{X}$ ±SD/SE	GENEL $\bar{X}$ ±SD/SE
AYGIR (n=6)	38,116±8.078	33,164±8.078	30,639±8.078	39,574±8.078	32,151±8.078	57,252±8.078	29,595±8.078	31,246±8.078	36,467±2,856^{B}
KISRAK (n=6)	59,398±8.078	45,372±8.078	41,067±8.078	45,161±8.078	54,381±8.078	43,680±8.078	30,831±8.078	64,018±8.078	47,647±2,891^{A}
TAY (n=6)	33,461±8.078	33,955±8.078	30,443±8.078	46,640±8.078	32,129±8.078	22,934±8.078	27,676±8.078	23,861±8.078	31,387±2,856^{B}
GENEL (n=18)	43,659±4.664	37,497±4.664	34,050±4.664	43,792±4.664	39,554±4.664	41,288±4.664	29,367±4.664	39,708±4.817	

A-B: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemlidir (P <0,01).

Yastıkların vaskülarizasyonu nispeten zayıf olduğundan, incelenen kesitlerde az sayıda kan damarı kesitine rastlandı (Şekil 3.98, AB 2.5 8).

4.TARTIŞMA

4.1.Kadavra Tırnakların Morfolojik Özellikleri

Atlar hareket kapasitesi yüksek hayvanlardır. Hareket yürüme ile gerçekleşen bir eylemdir. Yürüyüş ayak ve bacakların düzenli (koordineli) bir şekilde kullanılarak hareket ettirilmesi olarak tanımlanabilir. Yürüyüş adım ile gerçekleştirilir. Adım, yere basar konumdaki ayağın yerden kaldırılması, bir süre (havada) ilerletilmesi ve tekrar yere basması olayıdır. Ayak yapısı normal olan bir at yere bastığında, nalsız tırnağın biçiminde bir takım değişiklikler oluşur. Bu bağlamda;

- Taban iç bükeyliğini kaybeder.
- Tırnak duvarı her iki yanda (terbi ve ökçelerde) dışa doğru açılır.
- Tırnağın dorsal yüzünün proksimal kenarı alçalır ve tırnak yüksekliği azalır.

Yürüme sırasında ayak, atın ağırlığının birkaç kat fazlası düzeyde etkiyen bir kuvvetle yere basar ve tırnağa büyük bir yük (basınç) biner (Leach ve Dagg 1983, Barrey 1990, Balch ve ark 1991, Merkens ve ark 1994, Dhyre-Poulsen ve ark 1994). Bu kuvvetin ayak içindeki dağılımı, farklı yürüyüş şekilleri veya topallık durumlarında ayak yere temas ettiğinde veya at ayakta dururken değişir. (Barrey 1990, Balch ve ark 1991). Ayak yere bastığında, zeminden gelen ve aşağıdan yukarıya doğru etkiyen basınç ile hayvanın vücut ağırlığına bağlı oluşan ve yukarıdan aşağıya etkiyen yüke bağlı olarak tırnak içerisinde büyük bir basınç oluşur. Tırnak içerisindeki canlı dokuların zarar görmemesi için bu basıncı absorbe eden bir yapıya/yapılara ihtiyaç vardır (Price ve Fisher 1995). Tırnağın içindeki kemik ve yumuşak dokuların en az düzeyde etkilenmesi için, ayağa binen yük hızlı ve dengeli bir şekilde dağıtılmalıdır. Ayağın yere basması sırasında; tırnağın uğradığı biçim değişiklikleri oldukça kompleks bir mekanizma sonucu oluşur. Bu mekanizmanın önemi, ayağın yere basması sırasında tırnak içinde oluşan basıncı absorbe etmesidir. Tırnakta meydana gelen biçim değişiklikleri; tırnağın morfolojik özellikleri, tırnağın medio-lateral ve dorso palmar/plantar dengesinin bozulması, kuru veya nemli çevre şartları, zemin, hatalı besleme, nal gibi faktörlerden etkilenir.

Bu çalışmada kadavra tırnakların morfolojik yapısını tanımlayıcı özelliklerinden dorsal duvar uzunluklarının (DDU) değerlendirilmesinde, gruplar arası farklılıklar istatistiki olarak önemli ($P<0,01$) olmakla birlikte (Çizelge 3.1)

aygır ve kısrakların DDU'ları hemen hemen aynı iken, tayların DDU'nun aygır ve kısraklara göre önemli oranda kısa olmasının gelişim süreci ile ilgili doğal bir durum olduğu kanısına varıldı. Aynı şekilde lateral ve medial ökçe uzunluklarının (LÖU, MÖU) gruplar arası farklılıkları istatistiki olarak önemli (P<0,01) olmakla birlikte (Çizelge 3.4, 3.5), taylarda LÖU ve MÖU'nun aygır ve kısraklara göre önemli oranda kısa olmasının gelişim süreci ile ilgili doğal bir durum olduğu söylenebilir. LÖU ve MÖU değerlerinin birbirine çok yakın olması gruplardaki hayvanların tırnak bakımlarının ve medial-lateral tırnak dengesinin yerinde olduğunu, bunun da nedeninin hayvanların aynı bakım ve barınak şartlarında olmasından kaynaklandığı düşünüldü. Tüm gruplarda DDU değerlerinin LÖU ve MÖU değerlerinin yaklaşık iki katı düzeyinde olması dikkat çekici bulunmuştur. Bu veriler ışığında normalde atlarda dorsal duvar uzunluğunun ökçe uzunluğunun iki katı olduğu veya DDU/ LÖU, MÖU oranının 2/1 olduğu söylenebilir. Bu oranın ayağın dorso/palmar-plantar dengesinin korunması bakımından önemli olduğu düşünülmektedir.

Kadavra tırnakların lateral ve medial terbi uzunluklarının (LTU, MTU) gruplar arası farklılıkları önemli (P <0,01) olmakla birlikte (Çizelge 3.2, 3.3) taylarda LTU ve MTU'nun aygır ve kısraklara göre önemli oranda kısa olması gelişim süreci ile ilgili doğal bir durum olarak değerlendirildi. LTU ve MTU tırnağın medial-lateral dengesi bakımından önemli bir özelliktir. Tırnağın medial-lateral dengesizliği dejeneratif eklem hastalıkları, eklemlerde parça kırıkları, sesamoid kemiklerde yangı ve kırık gibi birçok lezyonun oluşumuna yol açar (Williams ve Deacon 1999, Viitanen ve ark 2003). Medial lateral dengesi normal olan bir ayakta, önden bakıda, tırnağın iç ve dış duvarının uzunluk ve meyilleri (açısı) aynıdır (Ross ve Dyson 2003). Bu bağlamda tüm gruplarda tırnakların lateral ve medial terbi uzunluklarının aynı olduğu söylenebilir.

Kadavra tırnakların tırnak yüksekliği (TY) ile medial ve lateral ökçe yüksekliklerinin (MÖY, LÖY) gruplar arası farklılıkları önemli (P<0,01) bulunurken (Çizelge 3.6, 3.7, 3.8), taylarda TY ile MÖY ve LÖY'nin aygır ve kısraklara göre önemli oranda kısa olması gelişim süreci ile ilgili doğal bir durum olarak değerlendirildi. Tüm gruplarda MÖY ve LÖY'nin hemen hemen aynı olduğu tespit edilirken, ön tırnakların medial ve lateral ökçe yüksekliklerinin arka tırnaklara göre daha fazla olması dikkat çekiçi bulunmuştur. Normal bir tırnak yapısında ökçelerin

yüksekliği tırnak yüksekliğinin yaklaşık 1/3 kadar olmalıdır. Bu çalışmada tüm gruplarda tırnak yüksekliklerinin medial ve lateral ökçe yüksekliklerinin üç katı düzeyinde olduğu belirlendi. Bu bulguların literatür verilere (Floyd ve Mansman 2007, Budras ve Röck 2009) uygun olduğu söylenebilir.

Tırnak açısı (TA) değerlerinin gruplar arası farklılıkları istatistiki olarak önemsiz (P> 0,05) bulunurken (Çizelge 3.9), normal tırnak açısının ön ayaklarda 45-50^0, arka ayaklarda 50-55^0 olduğunu belirten literatür verilere (Turner 2003) rağmen, bu çalışmada ön tırnak açılarının arka tırnak açılarına göre büyük olması dikkat çekici bulunmuştur.

Normal bir atta, ön tırnağın sünbük bölgesi yuvarlak arka ayak tırnağının ovaldir. Ön tırnaklar arka tırnaklardan daha geniştir. Tırnak tabanı iç bükeydir. Arka tırnak tabanı ön tırnağa göre daha iç bükeydir. Çatal daha küçüktür (Artun 1972, Thomas 2006). Çatal yeteri kadar geniş, büyük ve dolgun olmalıdır. Elastiki bir yapıda olmalıdır. Yan oluklar derin olmalıdır. Orta oluğun derinliği daha az olmalıdır. Çatalın ucu sünbüğün tam ortasını işaret etmelidir (Floyd ve Mansman 2007, Budras ve Röck 2009). Bu bilgiler ışığında, çalışmada kullanılan kadavra tırnakların post-mortem muayenesinde gerek ön gerekse arka ayak tırnaklarının literatürde bildirilen normal bir at tırnağının özelliklerine uygun olduğu görülmüştür. Çizelge 3.1.10'da belirtilen bozuklukların ise daha çok aygır ve kısraklarda görülüyor olmasının normal olduğu ve bunların normalde her tırnakta görülebilecek nitelikte bozukluklar olduğu söylenebilir.

Kadavra tırnakların morfolojik yapısını tanımlayıcı özellikleri ve klinik muayenelerine ilişkin veriler topluca değerlendirildiğinde; bu çalışmada kullanılan kadavra tırnakların normal özelliklere sahip tırnaklar olduğu düşünülmektedir.

4.2. Çatal-Ökçe Yastığının MRG Özellikleri

4.2.1. Kadavra Ayakların MRG Özellikleri

Atlarda MRG diagnostik görüntülemede (özellikle ortopekik lezyonlarda) önemli bir yere sahiptir. Özellikle tırnak kapsülü içerisindeki yapıların değerlendirilmesinde diğer görüntüleme yöntemleri yetersiz kalmaktadır. Bu bağlamda MRG hem yumuşak dokuların hem de kemik dokusunun

değerlendirilmesinde hekime kıymetli bilgiler sunar. (Park ve ark 1987, Denoix ve ark 1993, Widmer ve ark 1999, Murray ve ark 2006, Bolen ve ark 2010) Tez konumuzu oluşturan çatal-ökçe yastığı, yapısal özellikleri ve anatomik konumu nedeniyle radyolojik ve ultrasonografik olarak yeteri kadar değerlendirilemez. Kadavra ayakların MR çekimleri, ülkemizde henüz hayvanlar için MR cihazı bulunmadığından, insanlar için kullanılan MR cihazında gerçekleştirildi. Bu farklılıklar göz önüne alınarak değerlendirmeler yapıldı. Elde edilen MR görüntüleri tek tek incelenerek çatal-ökçe yastığının anatomik konumu ve olabilecek patolojik değişimler dikkate alınarak incelendi.

Çalışmada kullanılan kadavra ayakların MR çekim işlemleri hayvan ötenazi edildikten hemen sonra yapılamadığı için -20^{0}C de dondurularak muhafaza edilmişti. MR çekimleri öncesi hazırlanan kadavra ayaklar oda sıcaklığında bırakılarak çözdürüldü. Edinilen literatür bilgiler de yapmış olduğumuz uygulamayı destekler nitelikte bulundu (Park ve ark 1987, Denoix ve ark 1993, Widmer ve ark 1999, Murray ve ark 2006, Bolen ve ark 2010, Sherlock ve ark 2010). Yapılan ön çalışmada, donmuş halde bulunan kadavra at ayaklarından hiçbir şekilde sinyal alınamadığı tespit edildi. Bu durum ise dokudan alınan MR sinyallerini hareketli hidrojen atomlarına ait protonların sağlıyor olması, donmuş konumda bulunan dokuda ise proton atomların hareket etmiyor olması olarak düşünülmektedir. Yapılan çekimler esnasında üç farklı düzlemde çatal-ökçe yastığı yapısı değerlendirildi. Bunlar, transversal, sagital ve dorsal düzlemlerdir. Diagnostik açıdan çatal-ökçe yastığının değerlendirilmesinde ideal kesitlerin transversal ve sagital düzlemlerde alındığı, dorsal düzlemdeki kesitlerin ise bunlara oranla orta düzeyde öneme sahip olduğu belirlendi. Elde ettiğimiz bu bilgi, Kleiter ve ark (1999) ve Bolen ve ark'nın (2010) yapmış oldukları çalışmalarla bir örneklik göstermektedir. Bu durumun tamamen çatal-ökçe yastığının anatomik pozisyonu ile ilgili olduğu söylenebilir. Çalışmada 1.5T gücünde MR cihazı kullanıldı. Yüksek teslalı cihaz kullanımının elde edilen görüntü kalitesi açısından önemli olduğu ve çekim süresinin daha kısa zaman aldığı belirlenmiş olup, bu veriler literatür bilgi ile de desteklendi (Kleiter ve ark 1999, Murray 2010, Bolen ve ark 2010).

Kadavra ayaklarında sagittal T1 ve T2, transversal PD ve koronar T1 ile T2 görüntüleri alındı. Sagittal T1 ve T2 görüntüleri değerlendirildiğinde aygırlardan

alınan 4. kesit görüntüsünden itibaren, kısraklar ve taylarda ise 3 kesit görüntüsünden itibaren ökçe yastığı görülmeye başlamıştır. Aygırlardan alınan 6-8. kesit görüntülerde daha belirginleşen ökçe yastığı, kısraklarda 5-8. kesit görüntülerinde daha belirgin bir hal aldı. MR görüntülerinin aynı cihazla ve aynı kesit kalınlığı (3.00 mm) kullanılarak alındığı göz önüne alınırsa bu minimal farklılığın tırnak kalınlıklarının farklı olmasından kaynaklı olduğu düşünülebilir. Aygırlardan alınan 11. kesit görüntüsünden itibaren çatal yastığı da görüntüsüne girmeye başlarken kısrak ve taylardan çatal yastığı 9. kesit görüntüsü ile birlikte görüntüye girmeye başladı. Aygır ve kısrakların sagittal T1 ağırlıklı görüntüde 17. kesit görüntülerinden itibaren çatal yastığı tekrar kaybolmaya başlarken, taylarda 15. kesit görüntüsünden itibaren çatal yastığı görüntüden çıktı. Tayların gelişim süreçlerinin doğal bir sonucu olarak tırnak yapıları ve içermiş oldukları yapılar daha küçük olduğu için bu durum ile karşılaşıldığı düşünülmektedir.

Alınan transversal PD görüntülerinde ise aygırlarda 5. kesit görüntüsünden, kısrak ve taylarda ise 7. kesit görüntüsünden itibaren ökçe yastığı görüntüye girmeye başladı. Bunun yanı sıra aygırlarda 8., tay ve kısraklarda ise 10. kesit görüntüsü ile birlikte çatal yastığı görüntüye girmeye başladı. Bu durum, aynı kesit kalınlıkları (3.00mm) seçilerek görüntülerin alındığı dikkate alınır ise ayak dokusunun kalınlığı ve büyüklüğü ile ilgili olduğu düşünülebilir. Aygırlarda 15. kısraklarda 16. taylarda ise 18. kesit görüntüsünden itibaren ökçe yastığı, aygırlarda 20., kısraklarda 21., taylarda ise 26. kesit görüntüsünden itibaren çatal yastığı görüntüden kaybolmaya başladı.

Değerlendirilen koroner T1 görüntülerine baktığımızda; aygırlarda 12., kısraklarda 3. taylarda ise 7. kesit görüntüsünden itibaren ökçe yastığı görüntüye girmeye başlarken; aygırlarda 13 ,kısraklarda 5 ,taylarda da 7. kesit görüntüsü ile birlikte çatal-ökçe yastığı değerlendirilmeye başlandı. Bu kesitlerin birbirinden bu kadar farklı olma sebebinin kadavra ayakların büyüklük farkları ve bunun yanı sıra görüntü netliğinin oluşabilmesi açısından kullanılan materyalin dondurulup çözündürülmüş olması da düşünülmektedir.

Alınan koroner T2 görüntüsünde ise aygırlarda 15., kısraklarda 5. kesit görüntüsünden itibaren ökçe yastığı görüntüye girdi. Bu kısımda taylardan koroner T2 görüntüsü sağlıklı bir değerlendirmeye yetecek kalitede alınamadı. Bu durumun

kullanılan materyalin canlı olmaması, kadavra olması nedeniyle dokularda meydana gelen bozulmadan kaynaklı olduğunu düşünüyoruz. Bu düşüncemizi destekleyen literatür veriler (Widmer ve ark 1999, Bolen ve ark 2010) mevcuttur.

Aldığımız MR görüntülerinin karakteristik görüntü özellikleri de değerlendirildi. Kadavra aygır, kısrak ve tay ayaklarından alınan sagittal T1 görüntüsünde, ökçe yastığı isointens (intermediate intense -orta düzey yoğunlukta) granüler bir yapı gösterirken, çatal yastığı yapısının aygır ve kısrakta isointens, taylarda ise granüler bir yapı sergilediği tespit edildi. Sagittal T2 görüntüleri ise ilk alınan ökçe yastığı kesitleri aygır, kısrak ve taylarda hiperintens iken kesit ilerledikçe isointens, granüler bir görüntü sergiledi. Çatal yastığı ise aygırlarda önce isointens olup ilerleyen kesitlerde hiperintens, kısraklarda ise başlangıçta hiperintens, sonrasında isointens bir görüntü sergilediği tespit edildi. MRG'de alınan sinyalin tamamen doku karakterine göre şekillenmekte olduğu göz önüne alınmalıdır. Ancak burada üzerinde durulması gereken önemli bir nokta yukarıda bahsedilen dokulardan alınan sinyal yoğunluk farkları çok üst düzeyde farklar olmayıp herhangi bir patolojinin belirtisi sayılmamaktadır. Park ve ark'nın (1987) yapmış olduğu bu çalışmada çatal-ökçe yastığının MR görüntüsü isointens, granüler bir yapı olarak tanımlanmaktadır. Sherlock ve ark (2010) tarafından yapılan bir diğer araştırmada ise çatal ökçe yastığı dokusunun T1 ağırlıklı görüntüde hypointens, T2 ve STIR görüntüsünde hipointens görüntü verdiği belirtildi. Bir diğer çalışmada ise (Denoix ve ark 1993) çatal-ökçe yastığının MRG de heterojen granüler bir görüntü sergilediğini belirmiştir. Bu konuda yapılan araştırmalar sınırlı olmakla beraber, tüm çalışmalarda belirtilen sinyal yoğunlukları tüm çatal ve ökçe yastığının bütününü kapsayıp, iki doku hakkında ortak bir bilgi sunmaktadır. Yapılan bu çalışmadaki amaç ise yapı olarak farklı olan bu iki dokunun MR görüntü farklarını da ortaya koymaktır. MRG de dokunun karakteristiğine göre farklı sinyal dönüşleri olmakla beraber elde edilen görüntü siyahtan başlayıp, gri ve beyaz tonlara kadar değişmektedir. Burada kullanılan sekansların da önemi vardır. T1 ve PD görüntüyü kullanma amacımız anatomik yapıyı belirlemeye yönelik iken, T2 ve STIR görüntüleri patolojiyi belirlemek amaçlıdır. Bu sekansları kullandığımızda; sıvı beyaz, T1'de koyu gri, PD'de ise açık gri görüntü verirken; yağ dokusu T1 ve T2 sekanslarında beyaz, STIR sekansta siyah, PD'de ise açık gri görülmektedir. Bizim kadavra at ayaklarından almış olduğumuz görüntü farklılıklarının sebebinin hem

içermiş oldukları yapı farklılıkları hem de kullanılan sekans farklılıkları olduğu düşünülmektedir.

Alınan transversal düzlemdeki PD görüntüde; aygır, kısrak ve taylarda çatal yastığı'nın ökçe yastığına göre daha hiperintens, ökçe yastığının isointens ve granüler granüler bir görüntü sergilediği belirlendi. PD görüntü anatomik detay için kullanılan bir sekans olduğu için T2 ağırlıklı görüntü gibi çok fazla kontrast farkı vermemektedir. Alınan koroner T1 ağırlıklı görüntüde, aygır ve kısrakların çatal-ökçe yastığı yapıları isointens granüler, taylardan ise başlangıçta ökçe yastığı yapısı hiperintens ilerleyen kesitlerde ise çatal-ökçe yastığı isointens granüler bir görünüm aldığı dikkati çeker. Alınan T2 ağırlıklı görüntüde ise aygırların hem çatal ve hem de ökçe yastığı yapıları hiperintens, kısrakların çatal yastığı ökçe yastığına oranla biraz daha hiperintens görüntü verirken taylarda koroner T2 görüntüsü elde edilemedi. Burada oluşan artefakt sebebi dokunun kadavra olması ve yapısının bozulmuş olmayabileceği düşünüldü. Widmer ve ark (1999), Park ve ark (1987) yapmış oldukları çalışmalarda, normalde mükemmel görüntü veren canlı dokunun postmortem değişimlere bağlı olarak artefakt problemlerinin ortaya çıkabileceğini ve bu riskin minimuma indirilebilmesi içinde alınan taze kadavranın hiç vakit kaybetmeden dondurulmasını önermişlerdir. Bu bağlamda elde edilen literatür bilgi, kadavra ayakların MR çekimleri esnasında karşılaşmış olduğumuz problemleri destekler nitelikte bulunmuştur.

4.2.2. Canlı Hayvanlara Ait Ayakların MRG Özellikleri

Canlı hayvanların MR görüntülenmesinde T1, T2, ve STIR sekansları kullanıldı. Burada kullanılan MR protokolü kadavra ayaklar için kullanılanla benzer olmakla birlikte, bire bir aynı olması mümkün olmamıştır.

Alınan sagittal T1 görüntüde, aygır ve kısraklarda 4. kesit görüntüsü ile birlikte ökçe yastığı görülmeye başladı. Aygırlarda 8.,kısraklarda ise 7. kesit görüntü ile birlikte ökçe yastığının bir devamı niteliğindeki çatal yastığı görüntüye girdi. Çatal yastığı yapısı aygırlarda 12.,kısraklarda ise 13. kesit görüntüsüyle kaybolurken, alınan STIR görüntülerinde aygır ve kısrakların 4. sagittal kesitinde ökçe yastığı, 8.kesitinde çatal yastığı görüntüye girdi. Transversal T1 görüntüsünün 6.kesitiyle ökçe yastığı, 10. kesit ile birlikte hem aygır hem de kısraklarda çatal-ökçe yastığı

görüntüsü oluşmaya başladı. Aygırlarda 13. kısraklarda ise 14. kesit görüntüsünden sonra sadece ökçe yastığı görüntüde kaldı. Aynı cihaz ve aynı kesit kalınlıkları ile görüntüler alındığı için oluşan bu cüzi miktardaki farkın sebebinin çekimi yapılan at ayaklarının büyüklük farklılıkları olduğu düşünülebilir. Transversal düzlemde alınan T2 ağırlıklı görüntüde ise, aygırlarda 9., kısraklarda ise 10. kesit görüntüsü ile birlikte ökçe yastığı görüntüye girmeye başladı. Her ikisinde de 13. kesit görüntüsü ile birlikte çatal-ökçe yastığı birlikte değerlendirilebildi. Alınan koronar T1 ağırlıklı görüntüler incelendiğinde, hem aygır hem kısrakların 1. kesit görüntüsünden itibaren çatal-ökçe yastığının görüntüye girdiği belirlendi. Ancak aygırlarda çatal-ökçe yastığı yapısı 20. kesit görüntüsüne kadar incelenebilirken, kısraklarda 13. kesit görüntüsüne kadar incelenebildi. Bu durumun şekillenmesinin kullanılan at ayaklarının büyüklükleri arasındaki farktan kaynaklandığı düşünüldü.

Canlı hayvanların MR görüntülerinin karakteristik özellikleri değerlendirildiğinde, aygır ve kısrakların sagittal T1 görüntüsünde ökçe yastığı yapısı başlangıçta isointens granüler bir yapı sergilerken, çatal yastığı granüler bir yapı sergilemiştir. Daha sonraki kesit görüntülerinde ise ökçe yastığının granüler yapısını kaybettiği belirlendi. Sagittal STIR görüntüde ise aygır ve kısrakların hem çatal ve hem de ökçe yapısı hiperintens alanların bulunduğu granüler bir yapı sergiledi. Burada aygır ve kısrakların MR yapıları birbiri ile benzerlik göstermektedir. Aygır ve kısraklardan alınan transversal T1 görüntüsünde çatal-ökçe yastığı yapısı isointens yoğunlukta (gri) granüler bir yapı sergiledi. T2 ağırlıklı görüntüde ise aygırların çatal-ökçe yastığı yapısı hiperintens iken kısraklarda çatal yastığı hyperintens, ökçe yastığı yapısı ise buna oranla isointens görüntü verdi. Alınan koronar T1 görüntüsünde hem çatal ve hem de ökçe yastığı yapısı isointens, granüler bir yapı sergiledi.

Canlı hayvanların MR çekiminde T1, T2 ve STIR sekansları kullanılırken; kadavra ayaklarda ise T1, T2 ve PD-ağırlıklı görüntü kullanıldı. Kullanılan MR protokollerinin farklı olması, canlı hayvanlarda gerçekleştirilen çekimlerin yurt dışında mevcut olan hayvanlara özgü MR cihazında, kadavra ayaklar için ise tıp fakültesinden sağlanan insan MR cihazında çekilmesinden kaynaklanmıştır. Ayrıca taylardan alınan MR görüntüleri sadece kadavra ayaklara ait olup, canlı hayvanlarda elde edilememiştir. Bunun sebebi, yurtdışındaki klinikte bulunduğumuz süre

içerisinde tayda MR çekim işleminin gerçekleştirilmemiş olmasıdır. Ayrıca hayvanlarda topallık şikayeti doğrultusunda MR çekim işleminin yapılması ve yaşları itibari ile de taylarda topallık şikayeti ile bu işleme ihtiyaç duyulma ihtimalide çok düşük bulunmuştur. Kadavra ve canlı hayvanlardan alınan MR görüntüleri karşılaştırıldığında; sagittal T1-ağırlıklı görüntüde aygırların hem kadavra ve hemde canlı hayvanda 4. kesit görüntüsü ile birlikte ökçe yastığı görülmeye başlarken; kadavra kısraklarda 3., canlı kısraklarda ise 4. kesit görüntüsü ile birlikte ökçe yastığı görülmeye başladı. Kadavra aygır ayaklarında 11., canlı aygırlarda ise 8. kesit, kadavra kısraklarda 9., canlı kısraklarda ise 7. kesit ile birlikte ökçe yastığının bir devamı niteliğindeki çatal yastığı görüntüye girmeye başladı. Kadavra aygır ayaklarından alınan 17. Canlı aygırlarda 12., kadavra kısraklarda 17., canlı kısraklarda ise 13. kesit görüntüsü ile çatal yastığı ortadan kaybolduğu belirlendi. Canlı ve kadavralara ait transversal görüntülerde ise canlıda T1 kadavrada PD görüntüleri değerlendirildi. Bu iki sekans anatomik yapının değerlendirilmesinde kullanılabildiği için sonuçları yanıltmamaktadır. Kadavra aygırlardan alınan transversal görüntünün 5., canlı aygırda 6., kadavra kısrakta 7., canlı kısraklarda ise 6. kesit görüntüsü ile ökçe yastığı görüntüsü oluşmaya başladı. Çatal yastığı görüntüsü ise hem kadavra hem canlı aygır ve kısraklarda 10. kesit görüntüsü ile değerlendirilmeye başlandı.

Koroner T1 görüntüleri karşılaştırıldığında, kadavra aygırlarda 12., canlı aygırlarda 1., kadavra kısraklarda 3., canlı kısraklarda ise 1. kesit görüntüsünden itibaren ökçe yastığı görüntüye girmeye başladı. Kadavra aygırlarda 13., canlı aygırlarda 1., kadavra kısraklarda 5., canlı kısraklarda ise 1. kesit görüntüsünden itibaren çatal yastığı değerlendirilmeye başlandı. Kullanılan materyallerin büyüklükleri birbirinden farklı olmakla birlikte farklı iki cihaz kullanılmış olup cihazlarda seçilen kesit kalınlıkları da farklıdır. Canlı hayvanlar için kullanılan cihaz 0.5T gücünde, 4.00 mm kesit kalınlığı alabilen bir cihazken, kadavra ayaklar için kullanılan cihaz 1.5T güce sahip 3.00 mm kalınlığında kesit aldı. Ayrıca dokunun canlı ve kadavra olması da sağlıklı değerlendirilebilecek kesit elde edilmesi aşamasında etkili olmuştur.

4.3. Çatal-Ökçe Yastığının Diseksiyonu ve Makroskopisi

Literatür verilerde (Artun 1968, Artun 1972, Butler 1995, Kainer 1989, Price ve Fisher 1995, Bowker ve ark 1998, Finci 1998, Hickman ve Humphrey 1999, Stashak 2002, Wilheim ve ark 2005, Floyd ve Mansmann 2007) çatal-ökçe yastığının ayağın palmar/plantarında ve çatalın tam üzerinde bulunan kama biçiminde pramidal bir yapıda olduğu ve fonksiyonları birbirinden farklı olan ökçe yastığı ve çatal yastığı olmak üzere iki kısımdan oluştuğu bildirilmiştir. Çatal-ökçe yastığının büyük kısmını ökçe yastığı oluşturur. Ökçe yastığı tırnağın arka yarımında kartilago ungulalar, çatal ve deri arasındaki bölgeyi doldurur. Altında çatal, üzerinde profund tendo bulunur. Çatal yastığı daha küçüktür. Ökçe yastığının V şeklindeki kollagen ipliklerden zengin uzantısı olup, çatalın apeksine doğru bir parmak gibi uzanır. Böylece ventralde çatalın sentral yarığını, proksimalde ayak ekleminin merkezini doldurur. Taban koryumu ile güçlü bir bağlantısı vardır. Bu çalışma kapsamında yapılan diseksiyon uygulamalarında, çatal-ökçe yastığının anatomik konumuna ilişkin literatür verileri doğrular nitelikte bulgular elde edilmiştir (Şekil 2.17, 2.18). Diseksiyonu yapılan çatal-ökçe yastığı dokularının kıvam ve görünüm olarak farklı ve ökçe yastığının çatal yastığına göre daha büyük olduğu görüldü. Aygır ve kısrakların çatal-ökçe yastıklarının taylara göre daha büyük olduğu belirlendi. Bu bağlamda çatal-ökçe yastığı dokularının ağırlıklarının gruplar arası farklılıkları istatistiki olarak önemli ($P < 0,01$) bulunurken (Çizelge 3.1), tayların çatal-ökçe yastığı doku ağırlıklarının aygır ve kısraklara göre önemli oranda düşük olması, gelişim süreci ile ilgili doğal bir durum olarak değerlendirildi.

Çatal yastığının ökçe yastığına oranla daha sert, kirli beyaz-sarımtrak renkte olduğu, buna karşın ökçe yastığının çatal yastığına göre oldukça yumuşak ve elastik bir kıvamda ve daha pembemsi- hiperemik bir görüntüye sahip olduğu belirlendi. Çatal ve ökçe yastığının kıvamına ilişkin bulguların, ökçe yastığının bağ dokusu içeriğinin az olduğunu daha çok yağ dokusu içerdiğini ve çatal yastığının ökçe yastığından daha sert ve taban koryumu ile güçlü bir bağlantısı olduğunu belirten literatür bilgiye (Kainer 1989, Wilheim ve ark 2005, Floyd ve Mansmann 2007) uygun olduğu söylenebilir. Nitekim diseksiyon sırasında ökçe yastığı deri altında yumuşak ve kolayca palpe edilirken, çatal yastığının daha kompakt ve taban koryumu ile sıkı bir bağlantısının olduğu görülmüştür. Ökçe yastığının daha

pembemsi ve hiperemik bir görüntüye sahip olmasının, kartilago ungulaların aksiyal yüzü boyunca distal yönde uzanarak çatala ulaşan ve iki arterden köken alan vaskülarizasyon (Artun 1972, Bowker ve ark 1998, Stashak 2002, Ross ve Dyson 2003, Floyd ve Mansmann 2007) özelliğinin bir sonucu olabileceği düşünüldü.

4.4. Çatal ve Ökçe Yastığının Yağ Doku Yapısı

Atlarda çatal-ökçe yastığına ilişkin yapılan çalışmaların çoğu bu dokunun fonksiyonu ve biyomekaniği üzerine yapılmış çalışmalardır (Balch ve ark 1991, Merkens ve ark 1994, Dhyre-Poulsen ve ark 1994, Butler 1995, Taylor ve ark 2005). Yapısal özelliklerine ilişkin bilgi birikimi kısıtlı olup, bunların da çoğu çatal-ökçe yastığının bütününe ilişkin bilgiler niteliğindedir (Bowker ve ark 1998, Park 2003, Ross ve Dyson 2003, Stashak 2002, Wilheim ve ark 2005, Floyd ve Mansmann 2007). Yapılan literatür bilgilenmede, çatal-ökçe yastığının gerek bütünsel yapısına ilişkin, gerekse ayrı ayrı çatal ve ökçe yastığının yağ dokusu yapısının bileşimi ve metabolizmasıyla ilgili yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bağlamda sunulan bu çalışmanın, atlarda çatal ve ökçe yastığı dokularındaki yağ asitleri bileşiminin ortaya konması bakımından ilk olduğu söylenebilir. Bu çalışmada gaz kromatografi (GK) yöntemi ile yapılan yağ asitleri analiz sonuçlarına göre; tüm gruplarda ön ve arka ayaklardaki ökçe yastığı dokularının yağ oranlarının (%) çatal yastığı dokularındaki yağ oranlarından (%) daha fazla olduğu görüldü (Çizelge 3.3.1). Bu bulgular ökçe yastığının bağ doku içeriğinin daha az, yağ dokusu içeriğinin daha fazla olduğunu belirten literatür verilere (Kainer 1989, Wilheim ve ark 2005, Floyd ve Mansmann 2007) uygunluk göstermektedir. Ökçe yastığı, yağ dokusundan zengin bu özelliği sayesinde daha yumuşak olup, ayak yere bastığında ve üzerine yük bindiğinde çatal yastığından daha fazla biçim değişikliğine uğrar (Wilheim ve ark 2005). Bu özelliği nedeniyle, ökçe yastığının at yürürken veya koşarken ökçeler yere temas ettiğinde oluşan basıncı dağıtmak ve tırnağın ağırlığını azaltma görevini (Floyd ve Mansmann 2007) yerine getirmede daha etkili olduğu söylenebilir. Buna karşın çatal yastığı içerdiği yağ dokusunun azlığı nedeniyle daha sert ve dayanıklıdır. Primer görevi kayma esnasında çatala; tam merkezinde destek sağlamaktır (Kainer 1989, Wilhelm ve ark 2005, Floyd ve Mansmann 2007). Çatal ve ökçe yastığdaki bu yapısal farklılığın, bir bütün olarak çatal-ökçe yastığının hareket esnasında ayağın kemik yapısı ve kapsula ungulasının biçim değişikliğine

hem imkan tanıyarak hem de kısıtlayıcı bir etkiyle aktif rol oynayarak, ayağın biomekaniğindeki etkinliğini açıklayan teorilere temel teşkil edebileceği düşünülebilir.

Çatal ve ökçe yastığı dokusunun yağ oranlarının (%) gruplar arası farklılıkları istatistiksel olarak önemli (P<0,01) bulundu (Çizelge 3.12). Tayların ökçe yastığının yetişkin atlara göre daha fazla oranda yağ dokusu içerdiği, ancak bu yapının zamanla yoğun bağ dokusu ve hiyaluronik asitten zengin matriks dokusuna dönüştüğü bildirilmektedir (Wilhelm ve ark 2005). Çalışmada tay grubuna ilişkin elde edilen bulguların bu veriler ile uyumlu olduğu söylenebilir. Özellikle kısraklardaki çatal-ökçe yastığı dokusundaki yağ oranlarının (%) aygır ve taylara göre önemli düzeyde düşük olması dikkat çekici bulundu. Konuya ilişkin literatür veri olmaması nedeniyle ileri düzeyde bir değerlendirme yapma imkanı bulunamamıştır. Ancak ineklerde doğum sayısının artması ile birlikte organizmada oluşan fizyolojik ve metabolik değişikliklere bağlı olarak ökçe yastığındaki yağ dokusunun azaldığını ileri süren literatür veriler (Raber ve ark 2004) ışığında, kısrakların çatal-ökçe yastığı dokusundaki yağ miktarının aygır ve taylara göre önemli oranda düşük olmasının, bu hayvanların geçirmiş oldukları muhtemel gebelik süreçleri ve buna bağlı oluşan fizyolojik ve metabolik değişiklikler sonucu olabileceği düşünülebilir. Aynı şekilde tayların çatal ve ökçe yastığı dokularındaki total yağ oranın (%) aygır ve kısraklara göre daha yüksek düzeyde olması (Çizelge 3.12), tayların genç olması ve aygır ve kısraklara göre fizyolojik ve metabolik değişikliklere daha az maruz kalmalarının bir sonucu olabilir.

Genel olarak yağlı dokuların yapısı, büyük oranda kapsadığı yağ içeriği ve yağ asidi kompozisyonuna bağlı olarak değişir. Yağ dokularındaki yağ asitleri içeriği dokuların fonksiyonel özelliklerine göre farklılık gösterir. Çatal-ökçe yastığı, ayağın arka yarımında (ayağın palmar/plantarında) ve çatalın tam üzerinde bulunan kama biçiminde piramidal bir oluşumdur. Tırnağın çatal ve ökçe bölgesinde yastık görevi yapar (Bowker ve ark 1998, Finci 1998, Hickman ve Humphrey 1999, Stashak 2002, Floyd ve Mansmann 2007). Fibro-adipoz yapıda, damardan fakir ve duyarsız bir doku olan çatal-ökçe yastığı, ayağın yere temas etmesiyle birlikte oluşan yükü önemli oranda absorbe eder. Bu özelliği ile ayak içerisinde oluşan basıncı ağrı duymadan absorbe etme yeteneğine sahiptir (Kainer 1989, Butler 1995, Hickman ve

Humphrey 1999). Raber ve ark (2006) ile Baird ve ark (2010), fonksiyonel özelliği nedeniyle sığırlarda ökçe yastığının yağ asitleri kompozisyonunun, vücutta enerji kaynağı olarak kullanılan diğer yağ dokularından farklı olduğunu ileri sürmüşlerdir. Atlarda konuya ilişkin bilgi eksikliği dikkate alındığında yukarıdaki literatür veriler ışığında, atlarda da çatal ve ökçe yastığı dokularının yağ asitleri kompozisyonunun, vücutta enerji kaynağı olarak kullanılan diğer yağ dokularından farklı olabileceği düşünülebilir.

Çatal ve ökçe yastığındaki SFA oranlarının gruplar arasındaki farklılıkları istatistiksel olarak önemsiz ($P>0,05$) bulunurken, MUFA ve PUFA oranlarının gruplar arasındaki farklılıkları istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur. MUFA ve PUFA endojen olarak üretilir ve özellikle MUFA dokuya daha fazla yumuşaklık verir (Offer ve ark 2001, Maierl ve ark 2002). Bu çalışmada, MUFA değerleri taylarda, PUFA oranları da kısraklarda önemli oranda yüksek bulunmuştur (Çizelge 3.13 ve 3.14). Bu durumun, taylardaki çatal-ökçe yastığı dokusundaki total yağ oranının aygır ve kısraklara göre oldukça yüksek düzeyde olması (Tablo 3.2) ile uyumlu olduğu düşünülmektedir. Ayrıca tüm gruplarda ön ve arka ayaklardaki ökçe yastığı dokularındaki MUFA oranlarının çatal yastığı dokularına göre daha yüksek bulunması, tüm gruplarda ön ve arka ayaklardaki ökçe yastığı dokularının yağ oranlarının (%) çatal yastığı dokularındaki yağ oranlarından (%) daha yüksek olduğunu gösteren verilerle (Çizelge 3.11) uyumluluk göstermektedir. PUFA oranlarının kısraklarda önemli oranda yüksek olması, doğum ve benzeri fizyolojik ve metabolik değişikliklerin bir sonucu olabilir. Bu durumun SFA oranlarının, gruplar arası farklılıkları istatistiksel olarak önemsiz olmakla birlikte, kısraklarda daha düşük olmasına neden olabileceği düşünülebilir.

Tüm gruplarda ön ve arka ayaklardaki çatal yastığı dokularındaki PUFA ve SFA oranlarının ökçe yastığı dokularına göre daha yüksek olduğu görülürken (Çizelge 3.14 ve 3.15), ökçe yastığı dokularındaki MUFA oranlarının çatal yastığı dokularına göre daha yüksek olması dikkat çekici bulunmuştur (Çizelge 3.13). Bu durumun, yağ dokularındaki yağ asitleri içeriği dokuların fonksiyonel özelliklerine göre farklılık gösterdiği ve fonksiyonel özelliği nedeniyle ökçe yastığının yağ asitleri kompozisyonunun, vücutta enerji kaynağı olarak kullanılan diğer yağ dokularından farklı olduğunu ileri süren literatür verilere (Räber ve ark 2006, Baird ve ark 2010)

uygun olduğu düşünülmektedir. Atlarda ökçe yastığının konumu ve fonksiyonu ile MUFA'nın dokuya daha fazla yumuşaklık verme özelliği dikkate alındığında, MUFA'nın ökçe yastığında daha yüksek oranda bulunması literatür verileri destekler niteliktedir. Ayrıca taylarda MUFA oranının aygır ve kısraklara göre önemli oranda yüksek bulunurken, PUFA oranının en düşük düzeyde olması; buna karşın kısraklarda MUFA oranının aygır ve taylara göre önemli oranda düşük bulunurken, PUFA oranının en yüksek düzeyde olması (Çizelge 3.13 ve 3.14) dikkat çekici bulunmuştur.

Çatal ve ökçe yastığı dokularındaki yağ asitleri türevlerinin gruplara göre dağılım oranlarının incelenmesinden elde edilen verilere göre, stearik asit (C18:0), endojen olarak üretilen ve yağın yumuşaklığından sorumlu bir yağ asitidir. Stearik asit aygırlarda kısrak ve taylara göre daha yüksek bulunurken, oleik asit (C18:1n-9) taylarda aygır ve kısraklara göre önemli oranda yüksek bulundu. Her iki yağ asidinin tüm gruplarda hem ön ve hem de arka ayaklardaki çatal yastığı dokularında ökçe yastığı dokularına göre daha yüksek düzeyde olması dikkat çekici bulunmuştur. Taylarda oleik asitin en yüksek oranda bulunmasının toplamda MUFA değerlerinin taylarda en yüksek düzeyde olması ile uyumluluk gösterdiği söylenebilir.

Araşidik (araşidonik) asit (AA) (C20:0) değerlerinin gruplar arası farklılıkları istatistiki olarak önemli ($P<0,01$) bulunurken (Çizelge 3.24), en yüksek oranda kısraklarda daha sonra aygırlarda en düşük oranda ise taylarda bulunmuştur. Benzer şekilde linoleik asit (C18:2n-6) ve linolenik asit (C18:3n-3) değerlerinin gruplar arası farklılıkları istatistiki olarak önemli ($P<0,01$) bulunurken en yüksek oranda kısraklarda, daha sonra aygırlarda en düşük oranda ise taylarda bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.22 ve 3.23). AA, n-6 ailesine ait bir PUFA'dır ve normalde membran fosfolipidlerine bağlanmış olarak bulunur. Mekanik ve diğer uyarıcıların etkisiyle hücresel fosfolipaz enzimleri aktif olduğu sürece salınır. Yangı mediyatörlerinin (prostaglandin vb) üretiminde kullanılmak üzere yağ içerisinde depolanır (Kumar ve ark 2005). Ekozanoidler (eicosanoid) n-3 ve n-6 yağ asitlerinden yapılan 20-karbonlu hormonlardır. Organizmada n-3 antienflamatuar, n-6 ise enflamatuar olmak üzere birbiri ile zıt etkiye sahiptirler. n-3 yağ asitlerinin en bilinen temsilcisi linolenik asit, n-6 yağ asitlerininki ise araşidonik asittir. Bu iki yağ asidi dokudaki total PUFA'nın bir paydaşıdır. Linoleik asit (C18:2n-6) endojen

AA'in ön maddesi olan n-6 PUFA'dır (Baird ve ark 2010). Bu çalışmada elde edilen PUFA değerlerinin de en yüksek oranda kısraklarda daha sonra aygırlarda bulunduğu; en düşük oranda ise taylarda bulunduğu (Çizelge 3.14) dikkate alındığında, araşidik asit, linoleik asit ve linolenik aside ilişkin elde edilen verilerin PUFA verileri ile uyumlu olduğu görülmüştür. Bu bağlamda elde edilen bulguların literatür verilere uygunluk gösterdiği söylenebilir.

4.5. Çatal-Ökçe Yastığının Histolojik Yapısı

Yapılan literatür bilgilenmede, ayrı ayrı çatal ve ökçe yastığının histolojik yapısına ilişkin yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Atlarda çatal-ökçe yastığının histolojisine ilişkin verilerin hemen hepsi çatal-ökçe yastığının bütününe ilişkin bilgiler niteliğindedir. Genel olarak literatür verilerde çatal-ökçe yastığının yağ, elastik doku, fibröz doku ve fibrokartilaj dokusundan oluşan kompleks ve fibroelastik bir ağ yapısında olduğu, doku bileşiminin bireysel olarak ve türlere göre; kartilago ungulaların kalınlıklarına bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir (Artun 1972, Bowker ve ark 1998, Finci 1998, Yücel ve Özsoy 1999, Stashak 2002, Ross ve Dyson 2003, Floyd ve Mansmann 2007, Shon ve Folpe 2013).

Hayvan türleri arasında ökçe yastığının histolojik yapı ve organizasyonu bakımından belirgin farklar görülür. Sığırlarda tırnağın şok emici sisteminin bir üyesi olan ökçe yastığı, tırnağın subkutisinde yerleşen aksiyal, mediyal ve abaksiyal segmentlere sahip bir oluşumdur. Histolojik olarak beyaz veya sarımtırak yağ dokusu ile ipliksel bağ dokusundan oluşan kompleks bir yapıdır. Ökçe yastığının yerleştiği tırnak bölümü aslında tırnağın modifiye olmuş hipodermis katmanıdır (İzci ve ark 2014). Afrika fillerinde elastik iplik demetleriyle ayrılan yağ dokusu lopçukları, kollagen iplik demetleriyle birbirinden ayrılan daha büyük loplar halinde organize olmaktadır. Bu bağ dokusu elemanları yastığı destekleyici bir ağ oluşturur. Bu türde, çok sayıdaki elastik iplik demetlerinin gevşek bağ dokusundan oluşan bölgelerde, suda birbirine paralel yüzen balıkların oluşturduğu balık sürüsüne benzer tertiplenme gösterdikleri bir kısmını da kollagen iplikler arasına sokuldukları bildirilmektedir (Weissengruber ve ark 2006). Sığırların ökçe yastığının, esnekliği oldukça iyi olan bir gevşek bağ dokusu ile değişen miktarlarda kollagen ipliklerle çevrelenen yumuşak yağ dokusundan oluştuğu ve bu yüzden fillerin taban yastığıyla yapısal benzerliğe sahip olduğu bildirilmiştir (Räber ve ark 2004). Atların çatal-ökçe yastığı

ise daha az ağırlık yüklendiğinden, farklı yapısal özelliklere sahiptir. Bu türün çatal-ökçe yastığı, asidik müköz matriks içinde dağılmış olan az sayıdaki elastik iplikle, temel olarak birbiri arasına geçen sıkıca paketlenmiş kollagen iplik demetlerinden oluşmaktadır (König ve ark 2003, Egerbacher ve ark 2005). Aradaki geniş boşluklar mikzoid doku ve küçük alanlar fibrokartilajla doldurulmuştur (Egerbacher ve ark 2005).

Sunulan çalışmada elde edilen genel histolojik yapı dikkate alındığında, çatal ve ökçe yastıkları temel olarak birbirleri arasına geçmiş ve sıkıca paketlenmiş kalın kollagen iplik demetlerinden oluşmakla birlikte (Şekil 3.96, Şekil 3.97), sahada az sayıda elastik ipliğin bulunması yukarıda adı geçen literatür verileri (Weissengruber ve ark 2006) doğrular niteliktedir. Çatal ve ökçe yastıklarının içermiş olduğu elastik iplik oranlarının grup içi değerlendirmelerinde önemli bir farklılık gözlenmezken, gruplar arası değerlendirmelerinde farkın önemli olduğu belirlendi. Gruplar arası farkların değerlendirilmesinde ise, aygırlar ve taylar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmazken, kısraklardaki elastik iplik oranı hem aygır hem taylardan önemli derecede yüksek bulunmuştur. Çalışmada elastik ipliklerin çoğunlukla yağ hücresi grupları arasındaki bağ dokusu bölmelerinde görülmesi (Şekil 3.100), elastik dokunun daha çok ökçe yastığında ve çatal yastığı ile ökçe yastığı arasındaki geçiş hattında bulunduğunu ileri süren literatür verilere (Wilhelm ve ark 2005) uygunluk göstermektedir. Kalın kollagen iplik demetlerinin dallanarak inceldiği ve içinde soliter üniloküler yağ hücrelerinin lokalize oldukları gevşek bağ dokusuyla temasa geçtikleri bölgelerde alsiyanofilik ve safranin O ile iyi boyanan temel matriks daha koyu boyanmış görünümdeydi. Çatal ve ökçe yastıklarının içermiş olduğu Tip I kollagen oranlarının grup içi değerlendirmelerinde önemli bir farklılık gözlenmezken, gruplar arası değerlendirmelerinde farkın önemli olduğu belirlendi. Gruplar arası farkların değerlendirilmesinde ise, kısraklardaki Tip I kollagen oranlarının diğer gruplara göre önemli oranda düşük olduğu, aygır ve taylar arasında ise istatistiki olarak önemli bir fark görülmemekle birlikte, sayısal olarak aygırlarda tay ve kısraklara göre daha yüksek olması dikkat çekici bulunmuştur. Fibröz kıkırdağa komşu bölgelerdeki kollagen nitelikteki düzensiz sıkı bağ dokusunun gevşek bağ dokusu ve mikzoid dokuyla devam etmesi ve bazı bölgelerde mikzoid dokunun yerini kıkırdak dokusu almış olması da literatür verileri destekler (Egerbacher ve ark 2005) nitelikte bulunmuştur. Bu çalışmada elde edilen kesitlerde,

fibröz kıkırdak dokusuna 4 kısrak, 1 aygır ve 1 de tay kesitinde rastlandı. Fibröz kıkırdak sahaları en iyi AB pH 2.5'ta boyandı (Şekil 3.98 AB 2.5 1). Bu kıkırdak dokusu kesitlerinden 2 adedinin sol arka ayak çatal ve ökçe yastık dokusunda, 1 adedinin sağ arka ökçe yastığı dokusunda, 2 adedinin sol ön çatal yastığı dokusunda, 1 adedinin de sağ ön ökçe yastığı dokusunda lokalize olması, atların ön ayaklarındaki çatal-ökçe yastığının arka ayaklardakine göre daha fazla fibröz bağ dokusu ve kartilaj doku içerdiğini bildiren literatür verilere (Wilhelm ve ark 2005) uygunluk göstermektedir.

Alcian blue (AB), sülfatlı ve karboksilli asit mukopolisakkaritlerin her ikisinin yanında karboksilli siyalomüsinleri (glikoproteinleri) de boyar. Boya molekülünün, mukopolisakkaritlerin asit gruplarına bağlanarak tuz teşkil etmek suretiyle söz konusu maddeleri boyadığına inanılmaktadır. Karboksil ve sülfat gruplarının ayrımının yapılabilmesi için boya çözeltisinin PH'sı aşağı çekilerek (PH=2.5) karboksil gruplarının ayrıştırılması baskılanır. Böylece, pH 2.5'ta sülfat grupları parlak mavi renkte boyanmış olur. Karboksilli glukozamino glikanların ortaya konması için kesitler pH'sı 4 olan AB ile boyanır. Sunulan çalışmada pH'sı 2.5 olan AB ile boyama yapılmıştır. Çatal ve ökçe yastıklarının içermiş olduğu AB-pozitif matriks oranlarının grup içi değerlendirmelerinde önemli bir farklılık gözlenmezken, gruplar arası değerlendirmelerinde farkın önemli olduğu belirlendi. Gruplar arası farkların değerlendirilmesinde ise, aygır ve kısraklardaki AB-pozitif matriks oranlarının taylara göre önemli oranda yüksek olması dikkat çekici bulunmuştur (Çizelge 3.5.3). Safranin O, proteoglikanları ve glikozaminoglikanları iyi boyar ve katyonik bir boya olarak kabul edilir. Bu yüzden kıkırdak ara maddesinin boyanmasında da yararlanılır ve boya yoğunluğu dokudaki proteoglikan miktarıyla direkt olarak ilişkilidir. Bu çalışmada çatal ve ökçe yastıklarının içermiş olduğu Safranin O oranlarının grup içi değerlendirmelerinde önemli bir farklılık gözlenmezken, gruplar arası değerlendirmelerinde farkın önemli olduğu belirlendi. Gruplar arası farkların değerlendirilmesinde, aygırlardaki Safranin O oranı kısraklardan önemli derecede yüksek iken, taylar ile kısraklar ve aygırlar arasındaki farkın istatistiki olarak önem arzetmemesi dikkat çekici bulunmuştur (Çizelge 3.31). Çalışmada gerek AB gerekse Safranin O ile ilgili elde edilen veriler, konuya ilişkin literatür bilgi yokluğu nedeniyle tartışılamamıştır.

Sunulan çalışmada elde edilen histolojik verilere göre, tayların çatal-ökçe yastığı dokularının yağ oranının aygır ve kısrakların çatal-ökçe yastığı dokularına göre önemli oranda (P<0,01) yüksek olduğu belirlendi (Çizelge 3.28). Bu veriler, bu çalışmanın çatal-ökçe yastığı dokularının yağ dokusu yapısının gaz kromatografi (GK) yöntemi ile yapılan yağ asitleri analiz sonuçlarına uygunluk gösterdiği gibi, çatal-ökçe yastığının bileşiminin atların kullanım amacına ve iş yüklerinin farklılığına göre bireysel farklılıklar gösterdiği ve tayların ökçe yastığının yetişkin atlara göre daha fazla yağ dokusu içerdiğini belirten literatür verilere de (Wilhelm ve ark 2005) uygunluk göstermektedir.

Çalışmada elde edilen verilere göre, tüm gruplarda ön ve arka ayaklardaki ökçe yastığı dokularının yağ oranları (%) çatal yastığı dokularındaki yağ oranlarından önemli oranda (P<0,01) daha fazladır (Çizelge 3.28). Bu bulgular yine bu çalışmanın gaz kromatografi (GK) yöntemi ile yapılan yağ asitleri analiz sonuçları ile uyumlu olmakla birlikte (Çizelge 3.12), ökçe yastığının bağ dokusu içeriğinin daha az, yağ dokusu içeriğinin daha fazla olduğunu belirten literatür verilere de (Kainer 1989, Wilheim ve ark 2005, Floyd ve Mansmann 2007) uygunluk göstermektedir. Buradan hareketle elde edilen histolojik verilerin bu çalışmanın "çatal ve ökçe yastığının yağ dokus yapısı" başlığı altındaki tartışma verilerini destekler nitelikte olduğu söylenebilir.

Çatal-ökçe yastığının, kartilago ungulaların aksiyal yüzü boyunca proksimalden distale doğru uzanan ve çatala ulaşan birkaç damar kolundan beslenen (Artun 1972, Bowker ve ark 1998, Finci 1998, Yücel ve Özsoy 1999, Stashak 2002, Ross ve Dyson 2003, Floyd ve Mansmann 2007), damardan fakir ve duyarsız bir doku olduğu bildirilmiştir (Kainer 1989, Hickman ve Humphrey 1999, Butler 1995, Wilhelm ve ark 2005). Sunulan çalışmada, çatal ve ökçe yastıklarına ait incelenen kesitlerde az sayıda kan damarına rastlanılması (Şekil 3.98, AB 2.5 8) literatür verileri doğrular nitelikte bulunmuştur.

4.6. Taban Yastığı mı Çatal-Ökçe Yastığı mı?

Çatal-ökçe yastığı, ülkemizde konu hakkında yazılmış olan bütün kitaplarda eskiden beri 'taban yastığı' olarak adlandırılmakta ve tanımlanmaktadır (Erkurt 1945, Artun 1968, Anteplioğlu ve Temizer 1970, Artun 1972, Yavru ve ark 1989,

Finci 1998, Yücel ve Özsoy 1999, Yücel 2005, Kamiloğlu 2014). Sadece bir kaynakta (Temizer 1967) “ayak yastığı” tanımlaması kullanılmaktadır. Oysa at tırnağının taban kısmında yastık niteliğinde herhangi bir anatomik oluşum bulunmamaktadır (Denoix 2005, Floyd ve Mansmann 2007). Nitekim kadavra at tırnakları üzerinde yaptığımız diseksiyon çalışmalarında, yastık nitelikli doku yapılarının çatal ve ökçe koryumu üzerinde yerleşmiş olduğunu, taban koryumu üzerinde bulunmadığını gördük (Şekil 2.17). Kanaatimizce bu tanımlama, ayak yere bastığında tırnağın yere temas eden toprak yüzeyinin tamamının taban olarak değerlendirilmesi şeklindeki bir yanlış algılamaya dayanmaktadır. Halbuki; ayak yere bastığında tırnağın yere temas eden yüzeyi, taban (solea ungulae), çatal (cuneus corneus), destekler (pila ungula) ve ökçeler (torus corneus)’den oluşmaktadır. Yani taban tırnağın yere temas eden yüzeyinin sadece bir bölümünü oluşturur. Bu nedenlerle; bugüne kadar ‘taban yastığı’ olarak tanımlanan anatomik oluşumun, nomenklatüre ve tırnak yapısı içerisindeki bulunduğu konum ve fonksiyonuna uygun biçimde ‘çatal-ökçe yastığı’ olarak adlandırılmasının ve bu şekilde tanımlanmasının daha uygun olduğu düşünülmektedir.

5.SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuç olarak bu çalışma kapsamında yarış atlarında çatal-ökçe yastığının yapısal özelliklerinin ve MR görüntülerinin hem in vivo hem de in vitro olarak incelenmesinin bir ilk olduğu söylenebilir. Fonksiyonları birbirinden farklı olan çatal yastığı ve ökçe yastığının yapısal özelliklerinin özellikle yağ içeriği bakımından birbirinden farklı olduğu, ön ve arka ayaklardaki ökçe yastığı dokularının yağ oranlarının çatal yastığı dokularına göre önemli derecede daha yüksek bulunduğu, kısraklardaki çatal-ökçe yastığı dokusundaki yağ miktarının aygır ve taylara göre hem gas kromatografik hem de histolojik olarak önemli derecede düşük olduğu görülmüştür. Bu çalışma kapsamında, fonksiyonu ve yapısal özellikleri farklı olan ve radyolojik ve ultrasonografik olarak görüntülenemeyen çatal yastığı ve ökçe yastığının MR görüntüleri arasındaki farklığın ortaya konmasının, tırnak içerisindeki diğer anatomik yapılara ilişkin görüntülerin doğru değerlendirilmesi bakımından önemli olduğu düşünülmektedir. Bu bağlamda elde edilen verilerin konuya ilişkin temel bilgi niteliğinde olduğu söylenebilir. Ayrıca çatal-ökçe yastığı ülkemizde hatalı bir nitelendirme veya adlandırmayla *'taban yastığı'* olarak tanımlanmaktadır. Halbuki at tırnağının taban kısmında yastık niteliğinde herhangi bir anatomik oluşum bulunmamaktadır. Bu çalışma kapsamında, öncelikle *'çatal-ökçe yastığı'* vurgusunun bu tanımlamanın düzeltilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

Andrew EA, Ernst RR, 1998. Magnetic resonance imaging (MRI). First ed. Philadelphia, Saunder Company, p 5-46.

Anteplioğlu H, Temizer M, 1970. Atlarda ekstremitelerin şirurjikal ve ortopedik hastalıkları ile tedavileri. Ankara, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınların, s. 62.

Artun BS, 1968. Evcil hayvanlarda ayak hastalıkları. İkinci baskı, Ankara, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınlarından: 236, s. 4.

Artun SB, 1972. Veteriner ortopedi, Ankara, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınlarından: 286, s. 40-42.

Asyalı FZ, 2006. Manyetik rezonans görüntüleme. Yükseklisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.

Baird LG, Dawson LE, Young IS, O'Connell NE, 2010. Lipid content and fatty acid composition of the digital cushion of bull offered different amounts of linseed. J Anim Sci, 88, 2403-9.

Balch OK, Ratzlaff MH, Hyde ML, 1991. Locomotor effect of hoof angle and mediolateral balance of horses exercising on a high-speed treadmill: preliminary result in proceeding. Am Assoc Equine Pract, 37, 687-708.

Barrett MF, Frisbie DD, 2012. The role of MRI in selected equine case management. Vet Cli Equine, 28, 647-58.

Barrey E, 1990. Investigation of the vertical force distribution in the equine forelimb with an instrumented horseboot. Equine Vet J Suppl, 9, 35-8.

Baxter GM, 2011. Manual of equine lameness. First ed. Iowa, Wiley-Black Well, p 10-25.

Bigg M, Zani DD, De Zani D, Di Giancamillo M, 2012. Magnetic resonance imaging finding of bone marrow lesions in the equine distal tarsus. Equine Vet Educ, 24, 236-41.

Bitar R, Leung G, Perng R, Tadros S, Moody AR, Sarrazin F, McGregor C, Christakis M, Symons S, Nelson A, Roberts T, 2006. MR pils sequences: what every radiologist want to know but is afraid to ask. 26, 513-37.

Bolen G, Audigie` F, Spriet M, Vandenberghe F, Busoni V, 2010. Qualitative comparion of 0.27T, 1.5T, and 3T magnetic resonance images of normal equine foot. J Equine Vet Sci, 30, 9-20.

Bolen G, Haye D, Dondelinger R, Busoni V, 2010. Magnetic resonance signal changes during time in equine limbs refrigerated at 4^0C. Veterinary radiology & ultrasound, 52, 19-24.

Bourne R, 2010. Fundamentals of digital imaging in medicine. First ed. New York, Springer, p. 11-64.

Brown MA, Semelka RC, 1999. MRI basic principles and applications. Second ed. Wiley-Liss, p. 1-92.

Budras KD, Röck S, 2009. Veteriner Anatomi Atlası. Birinci baskı, Malatya, Medipres, s. 32.

Busoni V, Snaps F, 2002. Effect of deep digital flexor tendon orientation on magnetic resonance imaging signal intensity in isolated equine limbs- magnetic angle effect. Vet Radiol Ultrasound, 43, 428-430.

Butler D, 1995. The principle of horseshoeing II. Second ed. La Porte,CO, Butler Publishing, p. 117-124.

Bowker RM, Van Wulfen KK, Springer SE, Linder KE, 1998. Functional anatomy of cartilage of distal phalanx and digital cushion in the equine foot and a hemodynamic flow hypothesis of energy dissipation. AJVR, 59, 961-8.

Denoix JM, Crevier N, Roger B, Lebas JF, 1993. Magnetic resonance imaging of the equine foot. Vet Radiol Ultrasound, 34, 405-11.

Denoix JM, 2005. The equine distal limp an atlas of clinical anatomy and comparative imaging. London, Manson Publishing, p. 1-125.

Dyhre-Poulsen P, Smedgaard HH, Roed J, Korsgaard E, 1994. Equine hoof function investigated by pressure transducers inside the hoof and accelerometers mounted on the first phalanx. Equine Vet J, 26, p. 326-66.

Dyson SJ, Murray RC, 2007. Magnetic resonance imaging evaluation of 264 horses with foot pain: the podotrochlear apparatus, deep digital flexor tendon and collateral ligaments of distal interphalangeal joint. Equine Vet J, 39, 340-43.

Dyson SJ, Murray RC, Schramme MC, Branch MV, 2002. Magnetic resonance imaging in 18 horses wit palmar foot pain. AAEP proceeding, 48, 145-54.

Egerbacher M, Helmreich M, Probst A, König H, Böck P, 2005. Digital cushions in horses comprise coarse connective tissue, myxoid tissue, and cartilage but only little unilocular fat tissue. Anat Histol Embryol., 34, 112-6.

Elliott I, Skerritt G, 2010. Handbook of small animal MRI. First ed, Iowa, USA,Wiley-Blackwell, p. 3-40.

Elmaoğlu M, Çelik A, 2012. MRI handbook. First ed, New York, Springer, p. 3-47.

Erkut O, 1945. Tek ve çift tırnaklı hayvanlarda nal, nallama tekniği, ve ayak ortopedisi. İstanbul, Cemal Azmi Matbaası, s. 43.

Farrow CH, 2006. Veterinary diagnostic imaging the horse. Missouri, 31-32.

Finci A, 1998. Spor atı yetiştirilmesi, beslenmesi, hastalıkları ve tedavileri. Birinci baskı, İstanbul, Ofset Yapımevi, s. 84-6.

Floyd AE, Mansmann RA, 2007. Equine podiatry. First ed, Philadelphia, Saunder-Elsevier, p. 1-41.

Gavin PR, Bagley RS, 2009. Practical small animal MRI. First ed. Iowa, USA, Wiley-Blackwell, p. 4-10.

Gutierrez-Nibeyro SD, White NA, 2012. Standing low-field magnetic resonance imaging in horses with chronic foot pain. AVJ, 90, 75-83.

Güzel N, Yavru N, 1997. Veteriner genel radyoloji. Konya, S.Ü. Veteriner Fakültesi Yayın Ünitesi, s.105-6.

Hargreaves BA, Cunningham CH, Nishimura DG, Conolly SM, Reson M, 2004. Variable-rate selective excition for rapid MRI sequences. Mag Reson Med, 52, 590-97.

Hashemi RH, Bradley WG, Lisanti CJ, 2010. Basic principle of MRI. Third ed. Philadelphia, Lippincott Williams&Wilkins, p. 17-50.

Hickman J, Humphrey M, 1999. Hickman`s farriery. Second ed. London, J.A. Allen&Co. Ltd, p. 52-55.

İzci C, Erol M, Çelik İ, Öznurlu Y, 2014. Boynuz Tırnak Lezyonu bulunan düve ve süt ineklerinde ökçe yastığının yapısal özelliklerindeki dönemsel değişikliklerinin belirlenmesi. Tübitak Projesi, Proje kodu:1001, Proje No:112O332.

Kamiloğlu A, 2014. Çiftlik hayvanlarında ayak hastalıkları. Malatya, Medipres Yayıncılık Ltd Şti, s.168.

Kainer RA, 1989. Clinical anatomy of the equine foot. Vet Clin North Am Equine Pract, 5, 1-27.

Kalaycı M, 2005. Örneklerle jump kullanımı ve tarımsal araştırmalar için varyans analiz modelleri. Anadolu tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yalınları, yayın no:21, Eskişehir.

Kaspar J, Hana K, Smrcka P, Brada J, Benes J, Sunka P, 2007. Magnetic resonance imaging in biomedical engineering. Nuclear Physics Methods and Accelerators in Biology and Madicine-American Institute of Physics, 142-146.

Khanna AJ, 2009. MRI for orthopedic surgery, Newyork, First ed,Thieme, p. 3-16.

Kleiter M, Kneissl S, Stanek CH, Mayrhofer E, Baulain U, Deegen E, 1999. Evaluation of magnetic resonance imaging techniques in the equine digit. Vet Radiol Ultrasound, 40, 15-22.

Konez O, 1995. Manyetik rezonans görüntüleme. İstanbul, Nobel Tip Kitapevi, s. 1-78.

König HE, Macher R, Polsterer-Heindl E, 2003."Stoßbrechende einrichtungen am zehenendorgan des pferdes", Vet Med Austria, 90, 267-273.

Kumar V, Abbas AK, Fausta N, 2005. Pathologic basis of disease. Seventh ed. Elsevier Sounders Company, p. 68-9.

Leach DH, Dagg A, 1983. A review on equine on equine locomotion and biomechanics. Equine Vet J, 15, 93-102.

Maierl J, Böttcher P, Böhmisch R,. A new method to assess the volume of the pads in the bovine bulb. 12th International Symposium on Lameness in Ruminants, Abstract book: p. 227-9, 2002, Orlando, Florida, USA.

Mair TS, Kinns J, Jones RD, Bolas NM, 2005. Magnetic resonance imaging of the distal limb of the standing horse. Equine Vet Educ, 17, 74-8.

Mair TS, Kinns J, Jones RD, Bolas NM. Magnetic resonance imaging of the distal limb of the standing horse: technique and review of 40 cases of foot lameness. 49th AAEP, Abstract book: 1-9, 2003, New Orleans, USA.

Merkens HW, Schamhardt HC, Geertruda JVM, Bogert AJ, 1994. Ground reaction force patterns of dutch warmblood horses at normal trot. Equine Vet J, 25, 134-7.

Mitchell DG, Cohen M, 2004. MRI principles. Second ed. USA, Elsevier, p. 1-47.

Murray RC, 2010. Equine MRI. First ed. ,Iowa, USA, Wiley-Blackwell, p.101-41.

Murray RC, Mair TS, Sherlock CE, Blunder AS, 2009. Comparison of high-field and low-field magnetic resonance images of cadaver limb of hoeses. Vet Rec, 165, 281-88.

Murray RC, Dyson S, Branch M, Schramme M, 2007. Validation of magnetic resonance imaging use in equine limbs. Clin Tech Equine Pract, 6, 26-36.

Murray RC, Schramme DC, Dyson SJ, Banche MV, Blunder TS, 2006. Magnetic resonance imaging characteristics of the foot in horses with palmar foot pain and control horses. Vet Radiol Ultrasound, 47, 1-16.

Murray RC, Blunder SB, Schramme MC, Dyson SJ, 2006. How does magnetic resonance imaging represent histological findings in the equine digit? Vet Radiol Ultrasound, 47, 17-31.

Nagy A, Dyson S, 2012. Magnetic resonance imaging findings in the carpus and proximal metacarpal region of 50 lame horses. EVJ, 44, 63-8.

Nibeyro SDG, 2008. Outcome of medical treatment for pathologies of the equine foot diagnosed with magnetic resonance imaging. Doktora tezi, Leesburg-Virginia.

Nixon AJ, 2011. A clinical perspective on MRI in lameness and surgery of the foot and ankle. Equine Veterinary Australia, 57-68.

Nykamp S. Equine MRI-clinical applications. OVMA Conference proceeding, Abstract Book, p. 230-2, 2005, Canada.

Offer JE, Fisher GE, Kempson SA, Logue DN, 2001. The effect of feeding grass silage in early pregnancy on claw health during first lactation. Vet J., 161, 186-193.

Olsen O, 2008. Practical body MRI- a pediatric respective. Eur J Radiol, 68, 299-308.

Parks A, 2003. Form and function of the equine digit. Vet Clin Equine, 19, 285-307.

Partain CL, 1988. Magnetic resonance imaging (MRI). W.B.Saunders Company, p. 43-117.

Park RD, Nelson TR, Hoopes J, 1987. Magnetic resonance imaging of the normal equine digit and metecarpophalangeal joint. Vet Radiol Ultrasound, 28, 105-16.

Pilliner S, Davies Z, 2004. Equine science. Second ed. Oxford, Blackwell Publishing, p. 61-7.

Podadere JM, Bell RJ, Dart AJ, 2010. Using magnetic resonance imaging to diagnose non-displaced fractures of the second phalanx in horse. Avust Vet J, 88, 439-42.

Pollitt CC, 1995. Color atlas of the horses foot. Barcelona, Spain, Mosby-Wolfe, p. 9.

Popesko P, 1989. Atlas der topographischen anatomie der haustiere. Band III:Becken und GliedmaBen, Stuttgart, Ferdinand Enke Verlag,

Price H, Fisher H, 1995. Shoeing for performance in the sound and lame horse. First ed. Ramsbury, Marlborough, The Crowood Press Ltd, p. 20-45.

Räber M, Scheeder MRL, Ossent P, Lischer CHJ, Geyer H, 2006. The content and composition of lipids in the digital cushion of the bovine claw with respect to age and location- A preliminary report. Vet J, 172, 173-77.

Räber M, Lischer CH, Geyer H, Ossent P, 2004. The bovine digital cushion- a descriptive anatomy study. Vet J, 167, 258-64.

Roberts PA, Williams J, 2008. Farr`s physics for medical imaging. Second ed. Europe, Saunders-Elsevier, p. 169-189.

Rooney JR, 1996. The lame horse. First ed. Neenah, The Russell Meerdink Company, p. 21-27.

Ross MW, Dyson SJ, 2003. Diagnosis and management of lameness in the horse. First ed. USA, Saunder- Elsevier, p. 250-282.

Ryan DJ, Patterson D, Meyer BH, 1997. Magnetic resonance in orthopedic & sport medicine. Second ed. Philadelphia, Lippincott Williams&Wilkins, 1-21.

Sampson SN, Schneider RK, Tucker RL, Duncan L, Fathman L, Gower J, 2006. Equine surgery. Third ed. Missouri, Elsevier Inc, p. 946-63.

Schneider RK, Sampson SS, Gavin PR. Magnetic resonance imaging evaluation of horse with lameness problems. AAEP Proceeding, p. 21-34, 2005, Seattle, Washington.

Sharma HA, 2010. MRI physics: pulse sequences. Acta Neuropsychiatr., 22, 90-2.

Sharma HA, 2009. MRI physics – basic principles. Acta Neuropsychiatr., 21, 200-1.

Sherlock CE, Mair TS, Murray RC, Blunder TS, 2010. Magnetic resonance imaging features of serous arthrophy of bone marrow fat in the distal limb of three horses. Vet Radiol Ultrasound, 51, 607-13.

Shon W, Folpe AL, 2013. Myxochondroid metaplasia of plantar foot: a distinctive pseudoneoplastic lesion resembeling nuchal fibrocartilaginous pseudotumor and the equine digital cushion. Mod Pathol, 26, 1561-7.

Smith MA, Dyson SJ, Murray RC, 2012. Reliability of high and low-field magnetic resonance imaging system for detection of cartilage and bone lesions in the equine cadaver fetlock. EVJ, 44, 684-91.

Stashak TS, 2002. Adams lameness in horses. Fifth ed. Philadelphia, Lippincott Williams&Wilkins, p. 1-23.

Taylor DD, Hood DM, Potter GD, Hogan HA, Honnas CH, 2005. Evaluation of displacement of the digital cushion in the response to vertical loading in equine forelimbs. AJVR, 66, 623-29.

Temizer M, 1967. Ayak hastalıkları. Ankara, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları:204, Ankara Üniversitesi Basım Evi, s. 8.

Thomas HS, 2006. Understanding equine hoof care. Lexington, KY, Bood-Horse Publication, p. 122-37.

Tranquille CA, Parkin TDH, Murray RC, 2012. Magnetic resonance imaging-detected adaptation and pathology in the distal condyles of the third metacarpus, associated with lateral condylar fracture in thoroughbred racehorses. Equine Vet J, 44, 699-706.

Tucker RL, Sampson SN, 2007. Magnetic resonance imaging protocols for the horse. Clin Tech Equine Pract, 6, 2-15.

Turner TA, 2003. Examination of equine foot. Vet Clin Equine, 19, 309-32.

Weissengruber GE, Egger GF, Hutchinson JR, Groenewald HB, Elsasser L, Famini D, Forstenpointner G, 2006. The structure of cushions in the feet of african elephants (Loxodonta africana). J Anat, 209, 781-92.

Werpy NM. Equine imaging modalities. AAEP Convention, p. 297-307, 2010, Baltimore, MD, USA.

Werpy NM, Ho CP, Kawcak CH, Rantanen NW, Mciiwraith CW, 2006. Review of principles and clinical applications of magnetic resonance imaging in the horse. AAEP Proceeding, 52, 427-40.

Werpy NM, 2004. Magnetic resonance imaging for diagnosis of soft tissue and osseous injuries in the horse. Clin Tech Equine Pract, 3, 389-98.

Werpy NM, Charles PH, Kawcak CE, 2010. Magic angle effect in normal collateral ligaments of the distal interphalangeal joint in horses imaged with a high-field magnetic imaging system. Vet Radiol Ultrasound, 51, 2-10.

Westbrook C, 2008. Handbook of MRI technique. Third ed.United Kingdom, Wiley-Blackwell, p. 15-30.

Widmer WR, Fessler JF, Ivancevich S, 1999. A technique for magnetic resonance imagining of equine cadaver specimens. Vet Radiol Ultrasound, 40, 10-4.

Wilhelm J, Probst A, Witter K, Macher R, Tonar Z, Budras KD, König HE, 2005. Das Hufkissen des pferdes: eine federnd-elastische struktur im zehenendorgan. Pferdeheilkunde, 21, 531-37.

Williams G, Deacon M, 1999. No foot, no horse foot balance: the key to soundness and performance. Buckingham, Addington, Kenilworth Press, p. 17-48.

Winter MD, 2012. The basics of musculoskeletal magnetic resonance imaging, terminology imaging sequences, imaging planes, and description of basic pathologic chance. Vet Clin Equine, 28, 599-616.

Xing LV, Zhu H, Gao X, Song X, Ma Y, Wang X, Fang J, Zhang J, 2012. Mid-fild magnetic resonance imaging and cross-sectional anatomy of the yearling Chinese equine distal foelimb. Journal of animal veterinary advances, 11, 1633-42.

Viitanen MJ, Wilson AM, Mc Guıgan HP, Rogers KD, May SA, 2003. Effect of foot balance on the intra-articular pressure in the distal interphalangeal joint in vitro. Equıne vet. J, 35, 184-9.

Yavru N, Özkan K, Elma E, 1989. Ayak hastalıkları ve ortopedi. Konya, S.Ü. Vet. Fak. Yayın Ünitesi, s. 7-107.

Yoshioka H, Philipp M, Schlechtweg PM, Kose K, 2009. Magnetic resonance imaging. Arthritis Rheum, 54, 34-48.

Yücel R, Özsoy S, 1999. Evcil hayvanlarda ayak hastalıkları. İstanbul, Teknik Yayınları, s. 51-2.

Yücel R, 2005. Atların ortopedik hastalıkları. İstanbul, Aktif Yayıncılık, s. 167-8.

Zollman D, McBride D, Murphy S, Aryal B, Kalita S, Wirjawan J, 2009. Teaching about the physics of medical imaging. International Conference on Physics Education, p. 3-8.

Zubrod CJ, Barrett M, 2007. Magnetic resonance imaging of tendon and ligament injuries. Clin Tech Equine Pract, 6, 217-29.

8. ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında İstanbul'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini İstanbul'da tamamladı. 2002 yılında İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesini kazandı. 2007 yılında mezun oldu. 2007-2009 yılları arasında Rood and Riddle Equine Hospital (Kentucky/USA) da veteriner asistanı olarak görev aldı. 2010 yılında Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim dalında doktoraya başladı. 3 Ağustos 2010 yılında araştırma görevlisi olarak atandı. Tübitak 2214- Yurtdışı Araştırma Bursu ile 6 ay süreli University of İllinois ve University of TUFT'da manyetik rezonans görüntüleme (MRG) üzerine eğitim aldı.