



T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HOLSTEIN VE SİMENTAL IRKI SIĞIRLARIN
METAPODİUMLARININ MORFOLOJİK
KARŞILAŞTIRILMASI VE OSTEOMETRİK
İNDEKSLERİNDEN YAŞ TAHMİNİ**

Oğuzhan ÇELİK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

VETERİNERLİK ANATOMİSİ ANABİLİM DALI

Danışman
Doç. Dr. Ömer Gürkan DİLEK

BURDUR– 2025

T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HOLSTEIN VE SİMENTAL IRKI SIĞIRLARIN
METAPODİUMLARININ MORFOLOJİK
KARŞILAŞTIRILMASI VE OSTEOMETRİK
İNDEKSLERİNDEN YAŞ TAHMİNİ**

Oğuzhan ÇELİK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

VETERİNERLİK ANATOMİSİ ANABİLİM DALI

Danışman

Doç. Dr. Ömer Gürkan DİLEK

Bu Araştırma Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Koordinatörlüğü tarafından 0984-YL-24 proje numarası ile desteklenmiştir.

BURDUR– 2025

KABUL ve ONAY

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Oğuzhan ÇELİK tarafından *Doç. Dr. Ömer Gürkan DİLEK* yönetiminde hazırlanan “*Holstein ve Simental Irkı Sığırların Metapodiumlarının Morfolojik Karşılaştırılması ve Osteometrik İndekslerinden Yaş Tahmini*” başlıklı tez çalışması jüri üyeleri olarak tarafımızdan okunmuş; kapsamı ve niteliği açısından Veterinerlik Anatomisi Anabilim Dalında *Yüksek Lisans Tezi* olarak oy birliği / oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Tez Savunma Sınavı Tarihi 06/11/2025

(imza)

Prof. Dr. Emine KARAKURUM
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
Veteriner Fakültesi
Başkan

(imza)

Doç. Dr. Ömer Gürkan DİLEK
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
Veteriner Fakültesi
Jüri

(imza)

Doç. Dr. Figen SEVİL KİLİMCİ
Aydın Adnan Menderes Üniversitesi
Veteriner Fakültesi
Jüri

ONAY

Bu tez, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Lisans Üstü Eğitim- Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu 26 / 12 / 2025 Tarih ve 46 sayılı kararı ile kabul edilmiştir.

(imza)

Prof. Dr. Ramazan ADANIR
Müdür
Sağlık Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez sürecimde bilgi, deneyim ve desteğiyle yolumu aydınlatan, her aşamada bana rehberlik eden çok kıymetli danışmanım Doç. Dr. Ömer Gürkan Dilek'e en içten teşekkürlerimi sunarım. Bilgisi, tecrübesi ve yapıcı yönlendirmeleriyle tez sürecimde katkı sağlayan değerli hocam Prof. Dr. Emre Kuzugüdenli'ye şükranlarımı sunarım. Bu süreçte maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen canım aileme; sevgili anneme, babama ve kardeşime sonsuz teşekkür ederim. Her zaman yanımda olduğunu hissettiren, manevi desteğiyle bana güç veren değerli Gülten Bilgin Hocama gönülden teşekkür ederim. Tez çalışmam için gerekli materyallerin temininde bana yardımcı olan Isparta Belediyesi Mezbahane çalışanlarına ve özellikle desteklerini esirgemeyen Mezbahane Müdürü Sayın Hamdi Balcı Bey'e teşekkür ederim. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı hocalarıma, tez sürecimde yanımda olan Ozzy Veteriner Kliniği çalışanlarına ve katkı sunan, destek olan herkese teşekkür ederim. Bu süreçte benimle birlikte yürüyen ve emeği geçen tüm kişi ve kurumlara minnettarım.

ETİK BEYAN

“Holstein ve Simental Irkı Sığırların Metapodiumlarının Morfolojik Karşılaştırılması ve Osteometrik İndekslerinden Yaş Tahmini” başlıklı tez çalışmamdaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu, Doç. Dr. Ömer Gürkan DİLEK danışmanlığında Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzuna göre yazıldığını beyan ederim.

Oğuzhan ÇELİK

06/11/ 2025

İmza

İÇİNDEKİLER

İÇ KAPAK SAYFASI	i
KABUL VE ONAY	ii
TEŞEKKÜR	iii
ETİK BEYAN	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİLLER	vii
TABLolar	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Literatür	3
2. GENEL BİLGİLER	8
2.1. Süt Sığırları Genel Bilgileri	8
2.1.1. Süt Sığırı Yetiştiriciliği	8
2.1.2. Süt Sığırı Barınakları ve Hayvan Refahı	9
2.1.3. Süt Sığırı Yetiştiriciliğinde Barınak Hijyeni	10
2.1.4. Hayvan Hijyeninin Değerlendirilmesi	11
2.1.5. Hayvan Refahı ve Davranış Özellikleri	12
2.1.6. Sağlık Sorunları ve Mastitis Hastalığı	13
2.1.7. Süt Verimi ve Süt Bileşimi	14
2.2. Holstein Sığırları	15
2.2.1. Kısa Tanımı ve Tarihi	15
2.2.2. Holstein İneklerinin Özellikleri	16
2.2.3. Holstein Irkının Ayırt Edici Nitelikleri	18
2.2.4. Holstein İnek Türlerinin Yetiştirilmesi	19
2.3. Simental İnekleri	21
2.3.1. Tanımı ve Tarihçesi	21
2.3.2. Simental Sığırlarının Özellikleri	21
2.3.3. Simental Sığırlarının Süt Verimi ve Kalite Özellikleri	24
2.3.4. Simental Yetiştiriciliği	25
2.3.5. Simental Irk Yetiştirmenin Gereksinimleri	25
2.4. Metacarpus ve Metatarsus Kemiklerinin Anatomik Yapısı ve Özellikleri	26
2.5. Büyüme Plakları ve Kapanma Süreci	28
3. MATERYAL ve YÖNTEM	34
3.1. Materyal	34
3.2. Yöntem	38
3.2.1. Örneklem ve Hayvan Materyali	38
3.2.2. Kemiklerin Temini ve Hazırlanması	39
3.2.3. Osteometrik Ölçümler	39
3.2.4. Osteometrik İndeks Hesaplamaları	40
3.2.5. İstatistiksel Analiz	42
4. BULGULAR	43

5. TARTIŞMA	81
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	86
KAYNAKLAR	88



ŞEKİLLER

Şekil 2.1.	Bir Holstein inek görüntüsü (Anonim, 2025a)	16
Şekil 2.2.	Bir Simental inek ve danası (Anonim 2025c)	23
Şekil 2.3.	Holstein ırkı sığırın metapodium kemiklerinin dorsalden görünüşü	30
Şekil 2.4.	Simental ırkı sığırın metapodium kemiklerinin dorsalden görünümü	31
Şekil 2.5.	Holstein ırkı sığırın metapodium kemiklerinin lateralden görünümü	31
Şekil 2.6.	Simental ırkı sığırın metapodium kemiklerinin lateral görünümü	32
Şekil 2.7.	Holstein ırkı sığırın metapodium kemiklerinin ventralden görünümü	32
Şekil 2.8.	Simental ırkı sığırın metapodium kemiklerinin ventralden görünümü	33
Şekil 2.9.	Metapodium kemiklerinin proksimalden görünümü (Metacarpus ‘‘D’’ metatarsus ‘‘O’’ harfi olması)	33
Şekil 3.1.	Sığır metapodium’u ölçüm noktaları (SD, d, Be ölçümü ve BdxGL ebatı)	37
Şekil 3.2.	Sığır metapodium’u ölçüm noktaları (c, DD, De, Dd ölçümü)	37

TABLÖLAR

Tablo 2.1.	Simental ırkının detaylı verim ve fiziksel değeri (Anonim, 2025b)	22
Tablo 4.1.	Simental sol metacarpus kemiklerinin 1 yaş grubuna göre temel istatistikleri	44
Tablo 4.2.	Simental sol Metatarsus kemiklerinin 1 yaş grubuna göre temel istatistikleri	44
Tablo 4.3.	Simental sol Metacarpus kemiklerinin 2 yaş grubuna göre temel istatistikleri	45
Tablo 4.4.	Simental sol Metatarsus kemiklerinin 2 yaş grubuna göre temel istatistikleri	45
Tablo 4.5.	Simental sol Metacarpus kemiklerinin 3 yaş grubuna göre temel istatistikleri	46
Tablo 4.6.	Simental sol Metatarsus kemiklerinin 3 yaş grubuna göre temel istatistikleri	46
Tablo 4.7.	Simental sol Metacarpus kemiklerinin 4 yaş grubuna göre temel istatistikleri	47
Tablo 4.8.	Simental sol Metatarsus kemiklerinin 4 yaş grubuna göre temel istatistikleri	47
Tablo 4.9.	Simental sol Metacarpus kemiklerinin 5 yaş grubuna göre temel istatistikleri	48
Tablo 4.10.	Simental sol Metatarsus kemiklerinin 5 yaş grubuna göre temel istatistikleri	48
Tablo 4.11.	Holstein sol Metacarpus kemiklerinin 1 yaş grubuna göre temel istatistikleri	49
Tablo 4.12.	Holstein sol Metatarsus kemiklerinin 1 yaş grubuna göre temel istatistikleri	49
Tablo 4.13.	Holstein sol Metacarpus kemiklerinin 2 yaş grubuna göre temel istatistikleri	50
Tablo 4.14.	Holstein sol Metatarsus kemiklerinin 2 yaş grubuna göre temel istatistikleri	50
Tablo 4.15.	Holstein sol Metacarpus kemiklerinin 3 yaş grubuna göre temel istatistikleri	51
Tablo 4.16.	Holstein sol Metatarsus kemiklerinin 3 yaş grubuna göre temel istatistikleri	51
Tablo 4.17.	Holstein SOL Metacarpus kemiklerinin 4 yaş grubuna göre temel istatistikleri	52
Tablo 4.18.	Holstein sol Metatarsus kemiklerinin 4 yaş grubuna göre temel istatistikleri	52
Tablo 4.19.	Holstein sol Metacarpus kemiklerinin 5 yaş grubuna göre temel istatistikleri	53
Tablo 4.20.	Holstein sol Metatarsus kemiklerinin 5 yaş grubuna göre temel istatistikleri	53
Tablo 4.21.	İndekslere ait temel istatistikler	55
Tablo 4.22.	Kolmogorov-Smirnov testi sonuçları	56
Tablo 4.23.	Holstein dişi sığır bilgileri	57
Tablo 4.24.	Simental dişi sığır bilgileri	58

Tablo 4.25.	Holstein sağ (arka ayak) metatarsus	59
Tablo 4.26.	Holstein ırkı sağ (ön ayak) metacarpus	60
Tablo 4.27.	Holstein sol (arka ayak) metatarsus	61
Tablo 4.28.	Holstein sol (ön ayak) metacarpus	62
Tablo 4.29.	Simental sağ (arka ayak) metatarsus	63
Tablo 4.30.	Simental sağ (ön ayak) metacarpus	64
Tablo 4.31.	Simental sol (arka ayak) metatarsus	65
Tablo 4.32.	Simental sol (ön ayak) metacarpus	66
Tablo 4.33.	Simental Sol metecarpus'a ait indeksler	67
Tablo 4.34.	Simental Sol metetarsus'a ait indeksler	68
Tablo 4.35.	Simental Sağ metecarpus'a ait indeksler	69
Tablo 4.36.	Simental Sağ metetarsus'a ait indeksler	70
Tablo 4.37.	Holstein Sol metecarpus'a ait indeksler	71
Tablo 4.38.	Holstein Sol metetarsus'a ait indeksler	72
Tablo 4.39.	Holstein Sağ metecarpus'a ait indeksler	73
Tablo 4.40.	Holstein Sağ metetarsus'a ait indeksler	74
Tablo 4.41.	Korelasyon analizi sonuçları (I1 – I10 indeksler)	78
Tablo 4.42.	Korelasyon analizi sonuçları (metapodiuma ait değişkenler)	80

SİMGELER ve KISALTMALAR

Bd	Distal ucun en büyük genişliği
Be	Metafizinin en büyük genişliği
Bp	Proksimal ucun en büyük genişliği
cm	Santimetre
d	Diafizin orta gövde genişliği
Dd	Distal ucun en büyük derinliği
DD	Distal uç en büyük genişliği
De	Metafizinin en büyük derinliği
e	Diafizin orta gövde derinliği
GL	En büyük uzunluk
Gr	Gram
Kg	Kilogram
KS	Kolmogorov-Smirnov
m²	Metre kare
Max	Maksimum
Min	Minimum
mm	Milimetre
p değeri	İstatistik ölçüm değeri
SD	Diafizin en küçük genişliği
SPSS	Statistical package for the social sciences
ve ark.,	Ve arkadaşları

ÖZET

Holstein ve Simental Irkı Sığırların Metapodiumlarının Morfolojik Karşılaştırılması ve Osteometrik İndekslerinden Yaş Tahmini

Bu araştırmada, Isparta ve çevresindeki mezbahalardan alınan 60 adet dişi sığra ait metapodium kemiklerinin osteometrik ölçümleri kullanılarak yaş tahmini yapılmıştır. Kemiklerin hazırlanmasında, üzerlerindeki yumuşak dokular %3'lük hidrojen peroksit çözeltisinde 72 saat bekletilerek temizlenmiş ve ardından oda sıcaklığında 48 saat kurutulmuştur. Kemiklerin her birine yaş grubu, kemik türü ve birey numarası içeren tanımlayıcı etiketler yapıştırılmıştır. Ölçümler, dijital kumpasla milimetre hassasiyetinde ve üç kez tekrarlanarak ortalamaları alınmış; osteometrik parametreler literatürde kabul gören standart referans noktalarından gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, kemik uzunluğu, genişliği ve çapı gibi ölçümlerle birlikte, kemiklerin yaşa bağlı değişimlerini daha hassas değerlendirmek amacıyla 20 farklı osteometrik indeks hesaplanmış ve mutlak boyutlardaki bireysel farklılıkların etkisini minimize ederek yaşa özgü morfolojik değişimleri ortaya koymayı hedeflemiştir. Bulgular, osteometrik ölçümlerin birbirleriyle yüksek pozitif korelasyonlar sergilediğini göstermiş; bu da kemiklerin büyüme ve gelişim süreçlerinin koordineli ve sistematik olduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte, bazı indekslerin kemik uzunluğu ile ters yönlü korelasyon göstermesi, kemiklerin yaş ilerledikçe daha uzun ancak göreceli olarak daha ince bir yapı kazanma eğiliminde olduğunu göstermiştir. Yaş gruplarına göre yapılan karşılaştırmalarda, metapodium kemiklerinde uzunluk ve çap ölçümlerinde anlamlı artışlar tespit edilmiş; özellikle 1'den 5 yaşa kadar kemiklerin boyutsal gelişimi net olarak ortaya konmuştur. Bu sonuçlar, önceki çalışmalarla uyumludur ve sığır kemik gelişiminin dinamiklerini doğrulamaktadır. Araştırmada kullanılan metodolojik yaklaşım; dijital kumpasla ölçümlerin üç kez tekrarlanması, laboratuvar ortamında kemiklerin uygun koşullarda hazırlanması ve 20 farklı indeksin hesaplanması, verilerin güvenilirliği ve geçerliliğini artırmıştır. Bununla birlikte, çalışma yalnızca dişi bireylerle sınırlandırıldığı için cinsiyetler arası karşılaştırma yapılamamış, bu durum ileride yapılacak araştırmalar için bir öneri olarak sunulmuştur. Bu çalışma, osteometrik indekslerin yaş tahmininde güvenilir, pratik ve tekrarlanabilir göstergeler olduğunu ortaya koymuş, veteriner anatomi, zooarkeoloji, adli bilimler ve hayvan yetiştiriciliği alanlarında uygulama potansiyelini vurgulamıştır. Metapodium kemiklerinin hem arkeolojik hem de adli bilimlerde yaş tayini için ideal materyaller olduğu, iyi korunmaları ve yaşa bağlı morfometrik değişikliklerin net olması nedeniyle özellikle belirtilmiştir. Ayrıca, yaş tahmini çalışmalarında tür ve cinsiyetin dikkate alınması gerekliliği vurgulanmış, ileri analizlerin radyolojik ve histolojik yöntemlerle desteklenmesi ve yapay zekâ temelli modellemelerin geliştirilmesi önerilmiştir. Yaş belirleme çalışmalarında güvenilir bir yöntem sunan sığır metapodium kemiklerinin osteometrik ölçümleri ve indeksleri, bu konuda yapılacak araştırmalar için de sağlam bir temel oluşturacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kemik morfolojisi, Metapodium kemikleri, Osteometrik indeksler, Osteometrik ölçümler, Sığır yaş tayini.

ABSTRACT

Morphological Comparison of Metapodiums of Holstein and Cemental Cattle and Age Estimation From Osteometric Indices

In this study, age was estimated using osteometric measurements of metapodium bones from 60 female cattle collected from slaughterhouses in Isparta and the surrounding area. During bone preparation, the bones were cleaned of their soft tissues by soaking them in a 3% hydrogen peroxide solution for 72 hours and then dried at room temperature for 48 hours. Identifying labels were attached to each bone, indicating age group, bone type, and individual number. Measurements were taken with a digital caliper to millimeter precision, repeated three times, and averaged. Osteometric parameters were calculated from standard reference points accepted in the literature. In this study, 20 different osteometric indices were calculated to more accurately assess age-related changes in bones, along with measurements such as bone length, width, and diameter. The aim was to reveal age-specific morphological changes by minimizing the influence of individual differences in absolute dimensions. The findings showed that osteometric measurements exhibited high positive correlations with each other, demonstrating that bone growth and development processes are coordinated and systematic. However, the inverse correlation of some indices with bone length indicated that bones tend to become longer but relatively thinner with age. Comparisons across age groups revealed significant increases in length and diameter measurements of metapodium bones, clearly demonstrating dimensional development, particularly between ages 1 and 5. These results are consistent with previous studies and confirm the dynamics of bone development in cattle. The methodological approach employed in this study—three repeated digital caliper measurements, appropriate laboratory preparation of bones, and calculation of 20 different indices—enhanced the reliability and validity of the data. However, because the study was limited to females, comparisons between sexes were not possible, and this is offered as a recommendation for future research. This study demonstrated that osteometric indices are reliable, practical, and reproducible indicators of age estimation, highlighting their potential for application in veterinary anatomy, zoo archaeology, forensic science, and animal husbandry. Metapodium bones are particularly well-preserved and clearly visible age-related morphometric changes, making them ideal materials for both archaeological and forensic age determination. Furthermore, the need to consider species and sex in age estimation studies is emphasized, and it is recommended that advanced analyses be supported by radiological and histological methods and that artificial intelligence-based modelling be developed. Osteometric measurements and indices of bovine metapodium bones, which offer a reliable method for age determination, will also provide a solid basis for future research on this topic.

Keywords: Bone Morphology, Cattle Age Estimation, Metapodium Bones, Osteometric Indices, Osteometric Measurements.

1. GİRİŞ

Hayvanların yaşlarının doğru olarak belirlenmesi, veteriner hekimliği, arkeozooloji, adli bilimler, hayvan yetiştiriciliği ve biyolojik araştırmalar gibi çok çeşitli bilimsel disiplinlerde kritik öneme sahip bir konudur. Veteriner hekimliği alanında, hayvanların yaşlarının belirlenmesi, gelişim süreçlerinin takibi, sağlık durumlarının ve beslenme ihtiyaçlarının optimize edilmesi, ayrıca üretim performanslarının artırılması için vazgeçilmez bir parametredir (Silver, 1969). Özellikle sığır, koyun, keçi gibi ekonomik değeri yüksek türlerde doğru yaş tayini, hayvansal ürün kalitesinin yükseltilmesi ve genetik seleksiyon programlarının etkinliği açısından büyük önem taşır. Aynı zamanda yaş bilgisi, sürü yönetiminde hayvanların verimlilik dönemlerinin belirlenmesi, hastalık yönetimi ve üreme stratejilerinin planlanmasında kullanılır.

Öte yandan, arkeolojik, paleontolojik ve adli bilimler alanlarında hayvan kemiklerinin yaşlarının tespiti, geçmiş ekosistemlerin, insanların beslenme ve üretim alışkanlıklarının, evcilleştirme süreçlerinin ve hayvan popülasyon dinamiklerinin anlaşılması için vazgeçilmezdir (Reitz ve Wing, 2008). Bu alanlarda elde edilen kemik materyalleri genellikle eksik, bozulmuş ya da kısmen korunmuş olduğundan, yaş tayininde kullanılan yöntemlerin güvenilirliği ve uygulanabilirliği ayrı bir önem kazanır.

Yaş tayini için klasik olarak diş gelişimi ve aşınması, kemik epifiz kapanmaları, radyografik analizler ve morfometrik ölçümler yaygın olarak kullanılır (Hillson, 1992). Ancak bu yöntemlerin her biri belirli sınırlamalara sahiptir. Diş aşınması, hayvanın beslenme şekli, çevresel koşullar, genetik özellikler gibi değişkenlerden etkilenecek tahminlerin doğruluğunu düşürebilir (Zeder, 2006). Kemik epifiz kapanması ise türler, cinsiyetler ve bireysel gelişim farklılıklarına bağlı olarak değişiklik gösterdiği için yaş tayininde kesin sonuç vermeyebilir (Uerpmann, 1979). Radyolojik analizler maliyetli ve özel ekipman gerektirmesi nedeniyle saha uygulamalarında kısıtlıdır. Bu nedenlerle, kemiklerin morfometrik ölçümlerine dayalı osteometrik yöntemler, yaş tayininde daha objektif ve uygulanabilir çözümler sunar. Osteometri, kemiklerin uzunluk, genişlik, çap gibi nicel parametrelerinin sistematik

olarak ölçülmesi ve analiz edilmesini içerir (Driesch, 1976). Özellikle uzun kemiklerde, yaşla birlikte gözlenen belirgin morfolojik değişiklikler, osteometrik analizler için uygun veri sağlar.

Metapodium kemikleri, yani Metacarpus (ön ayak) ve metatarsus (arka ayak) kemikleri, dayanıklı yapıları ve yaşla birlikte gösterdikleri belirgin boyutsal değişimler nedeniyle osteometrik çalışmalarda sıkça tercih edilir (Yamada ve ark., 1989). Metapodiumların anatomik yapısı, postnatal büyüme sürecinde önemli değişikliklere uğrar ve bu değişimler uzunluk, genişlik ve çap ölçüleriyle somutlaştırılabilir. Ayrıca, mezbahalardan veya arkeolojik kazılardan elde edilen örneklerin korunma düzeyi genellikle metapodiumlarda daha yüksektir (Uerpmann, 1979).

Çeşitli araştırmalar, metapodium kemiklerinden elde edilen osteometrik indekslerin, yaş tayininde yüksek doğruluk ve güvenilirlik sağladığını göstermiştir. Mehrabani-Yeganeh ve ark. (2010), İran yerli sığırlarında metapodium kemiklerinin osteometrik ölçümlerinin yaşla anlamlı korelasyonlar taşıdığını ortaya koymuş, Khan ve ark. (2020), ise Zebu sığırlarında osteometrik indekslerin yaş tahmininde %85'in üzerinde doğruluk sağladığını raporlamıştır.

Türkiye'de Özkan ve ark.'nın (2015), yaptığı çalışma, metapodium kemiklerinden elde edilen ölçümlerin yaş tayininde kullanılan bazı indekslerle (Bp/GL, SD/GL, DD/Bd) yaş arasında güçlü korelasyonlar olduğunu göstermiştir. Alpak ve Yılmaz (2021a), da metatarsus kemiklerinde yaşa bağlı anlamlı morfometrik değişiklikler belirlemiş ve bu indekslerin yaş tayininde etkin olduğunu vurgulamıştır. Bu çalışmalar, osteometrik ölçümlerin hem saha uygulamalarında hem de akademik araştırmalarda yaygınlaşmasına büyük katkı sağlamıştır.

Osteometrik indekslerin avantajı, mutlak ölçümlere kıyasla bireysel büyüklük farklılıklarından daha az etkilenecek kemiklerin yaşa bağlı orantısal değişimlerini daha doğru yansıtmasıdır (Silver, 1969). Ayrıca indeksler, farklı tür ve ırklar arasında karşılaştırmalı analizlerin yapılmasına olanak vererek yaş tahmin modellerinin genel geçerliliğini artırır (Oliveira ve ark., 2020).

Son yıllarda, kemiklerin mikroyapısal analizleri de yaş tahminine destek sağlamaktadır. Chen ve ark. (2018), metapodium kemiklerinde histolojik incelemelerin osteometrik ölçümlerle tutarlı olduğunu ortaya koymuş, böylece makroskobik ölçümlerin biyolojik geçerliliğini güçlendirmiştir. MacGregor ve ark. (2022), ise kemik morfometrisinin yalnızca yaş tayini değil, aynı zamanda yaşam koşulları ve stres düzeylerinin anlaşılmasında da kullanılabileceğini raporlamış, osteometrinin disiplinler arası önemini vurgulamıştır.

Radyolojik ve histolojik yöntemlerin yaş tayini için artan kullanımına rağmen, saha uygulamalarında bu yöntemlerin maliyet ve pratik zorlukları nedeniyle sınırlı kullanımı vardır. Bu nedenle osteometrik indeksler, hızlı, ekonomik ve güvenilir olmaları sebebiyle saha yaş tahmini çalışmalarında ilk tercih haline gelmiştir (Kurtuluş ve ark., 2023). Mezbahalardan temin edilen kemiklerde doğru ve pratik yaş tayini için osteometrik yöntemler önemli bir bilimsel araçtır.

Bu çalışma, Isparta ve çevresindeki mezbahalardan temin edilen dişi sığırların metapodium kemikleri üzerinde osteometrik indekslerin yaş tahminindeki geçerliliğini araştırmayı amaçlamaktadır. Literatürde benzer çalışmalar sınırlı sayıdadır ve yerli verilerin artırılması saha uygulamalarında daha güvenilir yaş tahmin modellerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır (Alpak ve Yılmaz, 2021a; Özkan ve ark., 2015). Bu bağlamda, elde edilen veriler akademik literatüre katkı sunmanın yanı sıra veterinerlik ve arkeozooloji alanlarında da pratik uygulamalara rehberlik edecektir.

1.1. Literatür

Hayvanlarda yaş tayini konusunda literatürde oldukça geniş bir çalışma alanı bulunmaktadır. Osteometrik analizler, özellikle kemiklerin morfolojik değişimlerine dayanan ölçümler, yaş tahmininde etkin bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Silver, 1969). Bu bağlamda, uzun kemiklerin belirli ölçümleri ve bu ölçümlerden türetilen indeksler, bireyin yaşını tahmin etmek için kullanılmaktadır (Driesch, 1976).

Uerpmann (1979), arkeozooloji alanında yaptığı çalışmalarla, kemiklerin ölçüm ve analizinin evcilleştirme ve yaş tayininde önemli bilgiler sunduğunu ortaya

koymuştur. Bununla birlikte, kemiklerin korunabilirliği ve morfolojik özelliklerinin yaş tahmini üzerindeki etkisi de vurgulanmıştır. Yamada ve ark. (1989), Japonya’da metatarsus kemikleri üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada, kemiklerin yaşla birlikte boyutsal olarak değiştiğini ve bu değişimin osteometrik indekslerle güvenilir şekilde ölçülebileceğini göstermiştir.

Mehrabani-Yeganeh ve ark. (2010), İran’daki yerli sığırılar üzerinde yaptıkları morfometrik analizler, metapodium kemiklerinden elde edilen indekslerin yaşla anlamlı ilişkiler taşıdığını göstermiştir. Benzer şekilde Khan ve ark. (2020), zebu sığırılarında yaptıkları çalışmada, osteometrik ölçümlerin yaş tahmininde %85’in üzerinde doğruluk sağladığını bildirmiştir. Bu alışmalar, farklı coğrafi ve ırksal gruplarda osteometrik analizlerin geçerliliğini desteklemektedir.

Türkiye’de zkan ve ark.’nın (2015), çalışması metapodium kemiklerinde yaş tahmini için kullanılan bazı indekslerin istatistiksel olarak anlamlı korelasyonlar gösterdiğini ortaya koymuştur. Ayrıca Alpak ve Yılmaz (2021b), tarafından yapılan araştırma, bu indekslerin yaşa bağlı olarak değiştiğini doğrulamıştır. Bu yerli çalışmalar, osteometrik ölçümlerin ülkemizdeki hayvan popülasyonlarında da etkin şekilde kullanılabileceğini göstermektedir.

Oliveira ve ark. (2020), Brezilya’da yaptıkları karşılaştırma çalışmada, sütçü ve etçi sığır ırklarında metapodium kemiklerinin morfometrik özelliklerinde farklılıklar olduğunu tespit etmiş, ancak yaş tahmini için osteometrik indekslerin her iki ırkta da geçerli olduğunu belirtmiştir. Bu sonuçlar, yaş tahmin modellerinin farklı genetik yapıdaki popülasyonlara adapte edilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Chen ve ark. (2018), mikroskobik histolojik analizlerle osteometrik ölçümlerin biyolojik geçerliliğini desteklemiş, kemik dokusundaki mikroyapısal değişimlerin yaşla uyumlu olduğunu göstermiştir. MacGregor ve ark. (2022), ise osteometrinin sadece yaş tayini değil, aynı zamanda hayvanların yaşam koşullarının ve çevresel streslerin anlaşılmasında da kullanılabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Uğur ve Doğanay (2018), adli tıp alanındaki araştırmada, postmortem kemik analizlerinin yaş tayininde osteometrik yöntemlerle başarı sağladığını raporlamış, bu yöntemlerin insan ve hayvan kemiklerinde benzer başarıyla uygulanabileceğini belirtmişlerdir. Ergün ve Kıran (2021), ise sığır metapodiumlarında osteometrik indekslerin adli bilimlerde yaş tahmini için güvenilir olduğunu ortaya koymuştur.

Silver (1969) ve Driesch (1976), gibi klasik kaynaklar, kemik morfolojisinde yaşa bağlı değişimlerin belirlenmesi için temel ölçüm metotlarını sunarken, güncel çalışmalar bu metotların farklı türlerde ve farklı koşullarda uygulanabilirliğini ortaya koymaktadır (Zapata ve ark., 2004; Zeder, 2006).

Son yıllarda radyolojik ve histolojik yöntemlerin yaş tayinindeki önemi artarken, maliyet ve pratiklik nedeniyle osteometrik indeksler saha çalışmalarında tercih edilmektedir (Kurtuluş ve ark., 2023). Özellikle mezbahalardan temin edilen kemiklerin hızlı ve doğru yaş tayini için osteometrik yöntemler uygun bir seçenek olarak görülmektedir.

Literatür alanında yapılan birçok çalışma, kemik morfometrisi ve osteometrik indekslerin yaş tahmini için güvenilir araçlar olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle, metapodium kemiklerinin postnatal gelişimi sırasında gösterdiği morfolojik değişimler, farklı tür ve ırklarda yaş belirlemede kullanılabilirliği açısından önemli veri sunmaktadır. Örneğin Mehrabani-Yeganeh ve ark. (2010), İran yerli sığırları osteometrik çalışmasında, metapodium kemiklerinden alınan uzunluk ve çap ölçümlerinin yaşla anlamlı korelasyonları saptamışlardır. Bu araştırma, türlere özgü osteometrik parametrelerin yaş tahmini için kullanılabilirliğini güçlendirmektedir.

Khan ve ark. (2020), Zebu sığırlarında gerçekleştirdiği morfometrik yaş tayini çalışması ise, yaş tahmininde kullanılan indekslerin yüksek doğruluk oranları verdiğini rapor etmiştir. Bu çalışmada özellikle diafiz çapı ve distal genişlik oranlarının yaşla güçlü ilişkisi dikkat çekmektedir. Benzer şekilde, Chen ve ark. (2018), mikroskopik histolojik analizlerle makroskopik osteometrik ölçümlerin biyolojik geçerliliğini desteklemiş, kemiklerde yaşa bağlı mikroyapısal değişikliklerin osteometrik parametrelerle tutarlı olduğunu göstermiştir.

Türkiye’deki yerel çalışmalar da bu alandaki bilgi birikimini artırmaktadır. Özkan ve ark. (2015), metapodium kemiklerinde yaptıkları morfometrik analizde, yaş tahmini için kullanılabilecek bazı indekslerin yüksek korelasyonlar sergilediğini bulmuşlardır. Alpak ve Yılmaz (2021b), ise sığır metatarsus kemiklerinde osteometrik indekslerin yaşla anlamlı farklılıklar gösterdiğini ve bu indekslerin saha yaş tahmini için uygun olduğunu vurgulamışlardır. Bu veriler, yerli hayvan popülasyonları üzerinde güvenilir yaş tahmin modellerinin geliştirilmesine olanak sağlamaktadır.

Oliveira ve ark. (2020), Brezilya’da yaptıkları karşılaştırmalı morfometrik analiz, sütçü ve etçi ırkların metapodium kemiklerinde gözlenen farklılıklara rağmen yaş tahmini için kullanılan indekslerin her iki ırkta da geçerli olduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuç, yaş tahmininde indekslerin genetik çeşitlilik ve farklı popülasyonlarda uygulanabilirliğine işaret etmektedir.

MacGregor ve ark. (2022), ise osteometrinin sadece yaş tayiniyle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda hayvanların yaşam koşulları, stres düzeyleri ve çevresel faktörler hakkında da önemli bilgiler sunduğunu rapor etmişlerdir. Bu disiplinler arası yaklaşım, kemik morfometrisi çalışmalarının potansiyelini genişletmiştir.

Adli tıp alanında Uğur ve Doğanay (2018), postmortem kemik analizleri ile yaş tahmini üzerine yaptıkları çalışmada, osteometrik yöntemlerin insan ve hayvan kemiklerinde yüksek doğrulukla uygulanabileceğini göstermişlerdir. Ergün ve Kıran (2021), ise sığır metapodium kemiklerinde osteometrik indekslerin adli bilimlerde yaş tayininde kullanılabiliğini desteklemiştir.

Zeder (2006) ve Zapata ve ark. (2004), gibi araştırmacılar kemiklerin yaşa bağlı gelişimsel değişimlerinin türler arasında da karşılaştırmalı analizlere olanak sağladığını ve osteometrik verilerin bu bağlamda tür ayırımında da kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Bu, yaş tahmini ve tür tanımlaması için entegre yöntemlerin geliştirilmesinin önemini ortaya koymaktadır.

Kurtuluş ve ark. (2023), tarafından gerçekleştirilen güncel bir çalışmada radyolojik ve osteometrik yaş tahmini yöntemlerini karşılaştırmış ve saha

uygulamaları için osteometrik indekslerin daha pratik ve ekonomik bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, özellikle mezbahalardan temin edilen kemiklerde hızlı ve doğru yaş tayini için osteometrik yöntemlerin tercih edilmesini desteklemektedir.

Bu literatür ışığında, osteometrik indekslerin sığır metapodium kemiklerinde yaş tahmini için güvenilir ve uygulanabilir bir yöntem olduğu kabul görmektedir. Ancak, yerel popülasyonlarda ve farklı çevresel koşullarda bu indekslerin doğruluk ve geçerliliğinin detaylı olarak incelenmesi gerekmektedir. Bu çalışma, Isparta ve çevresi mezbahalarından elde edilen dişi sığır metapodium kemiklerinde osteometrik indekslerin yaş tahminindeki geçerliliğini araştırarak bu alandaki bilgi açığını kapatmayı amaçlamaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Süt Sığırları Genel Bilgileri

2.1.1. Süt Sığırı Yetiştiriciliği

Hayvan refahı, çiftlik hayvanlarıyla ilgili bilimsel çalışmalarda üç temel yaklaşımla ele alınmaktadır: hayvan temelli, üretim temelli ve tüketici temelli yaklaşımlar. Hayvan temelli değerlendirme, refah düzeyini hayvanın davranışları, bağışıklık sistemi, ağrı ve korkuya verdiği tepkiler ile genel durumundan memnuniyet gibi fizyolojik değişkenlerle ölçmeyi amaçlar. Üretim temelli yaklaşımlar, çevresel faktörlerin üretime etkisini bilimsel verilerle açıklamaya çalışırken; tüketici temelli yaklaşımlarda, hayvan refahı ile insan refahı arasında dolaylı bir ilişki kurularak, hayvan refahındaki eksikliklerin insanı da olumsuz etkileyebileceği vurgulanmaktadır (Koyuncu ve Altınçekiç, 2007).

Süt üretiminde önemli bir yere sahip olan süt sığırı yetiştiriciliği, genellikle entansif sistemle yürütülmektedir. Ancak bu sistemde hayvanların daha küçük alanlarda daha yüksek yoğunlukta barındırılması; yaşam süresinin kısılmasına, hastalıkların artmasına, bağışıklığın baskılanmasına, büyüme ve üreme bozukluklarına ve anormal davranışlara neden olarak refahı olumsuz etkileyebilmektedir (Asan ve Özçelik, 2016; Şahanoğlu, 2014).

Entansif sistemin neden olduğu bu olumsuzlukları azaltmak amacıyla çeşitli değerlendirme sistemleri geliştirilmiştir. Örneğin, Akbay (2010), süt sığırı işletmelerinde refah değerlendirmesini hayvanın serbest hareket edebilmesi, yem ve suya erişimi, sosyal davranışlarını ifade edebilmesi, dinlenme imkânı ve bakım kalitesine göre 1'den 7'ye kadar puanlandırarak yapmayı önermiştir. Schulte ve ark.'da (1998), hayvan refahını hareket özgürlüğü, sosyal etkileşim, aydınlatma, havalandırma, altlık ve yönetim kriterlerine göre değerlendiren bir indeks geliştirmiştir.

Genel olarak hayvan refahı değerlendirmeleri, "iyi barınma", "iyi beslenme", "iyi sağlık" ve "uygun davranış" olmak üzere dört temel ilke çerçevesinde yapılmakta

ve bu ilkeler doğrultusunda barınak yapısı, bakım, besleme, hastalıklar ve bakıcı özellikleri gibi birçok faktör dikkate alınmaktadır (Sert ve Uzmay, 2017).

Günümüzde en yaygın kullanılan refah değerlendirme araçlarından biri "Hayvan İhtiyaç Endeksi"dir (ANI 35L/2000). Bu yöntemde hayvanların hareket alanı, sosyal etkileşimi, yatak alanı, barınak içi çevresel koşullar ve bakım kalitesi olmak üzere beş kategoride puanlama yapılmakta ve elde edilen toplam puan, işletmenin genel refah düzeyini ortaya koymaktadır (Koçak ve ark., 2015; Sert ve Uzmay, 2017).

2.1.2. Süt Sığırı Barınakları ve Hayvan Refahı

Hayvan refahı değerlendirmelerinde barınak koşulları, dört temel ilke olan iyi barınma, iyi beslenme, iyi sağlık ve uygun davranış başlıkları altında ele alınmaktadır. Barınakla ilgili değerlendirme kriterleri; hayvanların serbest hareket edebilmesi, bağlanma sisteminin olup olmaması, gezinti alanlarına erişim, dinlenme ve gezinme alanlarının konforu, yatma davranışları ve ekipmanlarla çarpışma durumu, vücut temizliği ve ısı konforu gibi birçok başlıktan oluşmaktadır (Asan ve Özçelik, 2016).

Serbest gezinmeli ahırlar, hayvanlara daha fazla hareket serbestliği sunarak temiz, kuru ve konforlu yatma alanları sağlaması sayesinde inek refahı üzerinde olumlu etkiler yaratır (Ayyılmaz ve ark., 2011). Bu tür ahırlarda sığırlar zamanlarının %95'ini dinlenme, gezinti ve yemleme alanlarında geçirdiğinden, bu alanların yeterli büyüklükte olması büyük önem taşır (Uzal, 2008).

Hayvan refahı standartlarına göre, serbest gezinmeli ahırlarda 100 kg canlı ağırlıktaki hayvanlar için 1,1 m², 350-500 kg canlı ağırlığa sahip hayvanlar için ise 3,8 m² gezinti alanı ayrılması önerilmektedir (Akbay, 2010). Ekmekyapar (1999), kaplanmış zeminlerde bu alanın en az 5,5-6,5 m² veya dinlenme alanı kadar olması gerektiğini, mümkünse hayvan başına 9-10 m²'lik alanın sağlanmasının daha uygun olacağını ifade etmiştir.

Barınaklardaki iklim koşullarının düzenlenmesinde pencerelerin önemi büyüktür. Pencere alanı, barınak taban alanının yaklaşık 1/12 ila 1/15'i oranında olmalıdır (Karabacak ve Topak, 2007). Yemlik tasarımında tüm ineklerin aynı anda beslenebileceği şekilde planlama yapılmalı, her bir hayvan için ortalama 75 cm yemlik uzunluğu sağlanmalıdır (Bartussek ve ark., 2000).

Su ihtiyacının karşılanmasında ise, 50 kg canlı ağırlık için 4,5 litre su ve üretilen her 1 litre süt için 3 litre ek su sağlanmalıdır. Canlı ağırlığı 350-700 kg arasında olan bir sığır için suluk uzunluğu 45-70 cm olmalıdır (Şahanoğlu, 2014).

2.1.3. Süt Sığırı Yetiştiriciliğinde Barınak Hijyeni

Barınak temizliği, süt sığırlarında topallık ve meme sağlığı üzerinde doğrudan etkili olup, özellikle zemin yapısı, altlık materyali, zeminin ıslaklık düzeyi ve ahırın temizlik sıklığı gibi faktörler refah açısından kritik rol oynamaktadır (Cook ve Nordlund, 2004). Sığır barınaklarında hayvanların doğrudan temas ettiği en önemli yüzey zemindir. Zemin; hayvanın kuru kalmasını, meme sağlığının korunmasını, tırnak sorunlarının önlenmesini ve stresin azaltılmasını sağlamalıdır. Aşırı düz, kaygan, çok yumuşak ya da sürekli ıslak zeminler, özellikle mastitis gibi hastalıkların görülme sıklığını artırabilir (McDaniel ve Wilk, 1991).

Durak zeminlerinde çeşitli organik (sap, saman) ve inorganik (kum, kauçuk, köpük yataklar) materyaller altlık olarak kullanılmaktadır. Organik altlıklar nemi emerek yatağın kuru kalmasına yardımcı olurken, aynı zamanda bakterilerin gelişimine de ortam sağlayarak mastitis riskini artırabilir. İnorganik materyaller ise nemi daha iyi uzaklaştırarak, daha düşük mikrobiyal kontaminasyonla birlikte kuru bir ortam sunar. Ayrıca durak zeminine verilen eğim, gübre, idrar veya süt sızıntısının servis yoluna doğru akmasını sağlayarak yatma alanlarının daha kuru kalmasına yardımcı olur (Ayyılmaz ve ark., 2011).

Hijyen için önemli bir diğer unsur da servis yollarındaki gübre birikimidir. Servis yollarının düzenli temizlenmesi, hayvanların gübreyi duraklara taşımasını engelleyerek genel temizlik düzeyini artırmaktadır (Graves ve ark., 2016).

Suluk, yemlik ve sağım hijyeni de barınak hijyeninin ayrılmaz parçalarıdır. Bu alanlardaki hijyenin yetersizliği mastitis ve bulaşıcı enterit gibi hastalıkların yayılmasına neden olarak hem hayvan sağlığını tehlikeye atar hem de verim düşüklüğü ve ekonomik kayıplara yol açar (Akday, 2010).

2.1.4. Hayvan Hijyeninin Değerlendirilmesi

Süt sığırını yetiştiriciliğinde barınak kriteri çerçevesinde değerlendirilen önemli unsurlardan biri de hayvanların bireysel hijyen durumudur. Bu değerlendirme, meme, arka bacak üstü ve altı gibi çeşitli vücut bölgelerinin temizliği üzerinden yapılmaktadır (Asan ve Özçelik, 2016).

Chiappini ve ark. (1994), vücut hijyenini değerlendirmek üzere kuyruk kökü, uyluğun dışı, karın altı, meme ve arka bacak altı olmak üzere beş farklı bölgeyi içeren bir puanlama sistemi geliştirmiştir. Bu sistemde, her bir bölge için puanlama yapılmış ve elde edilen sonuçlar durakta kullanılan saman miktarıyla ilişkilendirilmiştir.

Reneau ve ark. (2005), bu sistemi geliştirerek aynı vücut bölgelerini 1'den (çok temiz) 5'e (çok kirli) kadar puanlandırmış ve böylece daha sistematik bir değerlendirme imkânı sunmuşlardır.

Hayvanların hijyen durumu, barınak zeminindeki temizlik düzeyi, yataklık materyalinin kalitesi, hayvan yoğunluğu, bakım uygulamaları ve hayvanın bireysel davranışları gibi birçok etmene bağlı olarak değişebilmektedir (Şahanoğlu, 2014).

Servis yolları veya egzersiz alanlarındaki gübre, hayvanların alt bacaklarının kirlenmesine neden olurken, yatma sırasında durakta bulunan gübre de arka bacak ve vücudun yan kısımlarını kirletmektedir. Memelerin kirlenmesi ise genellikle kuyruk ve ayaklarda bulunan gübrenin memeye bulaşması ile meydana gelir (Cook, 2002).

Aşırı kirli hayvanlar, genellikle yetersiz barınak temizliğinin bir göstergesidir. Bu durum, süt veriminin düşmesine, sütteki somatik hücre sayısının artmasına ve subklinik mastitis vakalarının çoğalmasına neden olabilir (Şahanoğlu, 2014). Barkema ve ark. (1999), temiz barınaklarda barındırılan hayvanlardan elde edilen sütün, kirli

barınaklardaki hayvanlardan elde edilen süte kıyasla daha az bakteriyel kontaminasyona sahip olduğunu ve bu nedenle somatik hücre sayısının daha düşük olduğunu bildirmiştir. Araştırmada ayrıca, kirli barınakların meme ucu enfeksiyonlarının artmasında önemli bir risk faktörü olduğu vurgulanmıştır.

2.1.5. Hayvan Refahı ve Davranış Özellikleri

Doğal yaşam koşullarından farklı olarak üretim amacıyla yetiştirilen çiftlik hayvanları, yaşadıkları çevreye uyum sağlarken davranışlarında çeşitli değişiklikler göstermektedir (Dawkins, 2004). Hayvan davranışları, hem refah düzeyinin hem de verimliliğin belirlenmesinde önemli bir gösterge niteliğindedir (Akbaş, 2013). Bu nedenle refah değerlendirmelerinde, hayvanların yatma süresi, durak dışında dinlenen hayvan sayısı, yatma sırasında barınak ekipmanlarına çarpma durumu ve sosyal stres göstergesi olan agonistik davranışlar gibi nitel özellikler dikkate alınmaktadır (Knierim ve Winckler, 2009).

Entansif süt sığırı işletmelerinde, hayvanlar yaklaşık 15 saatlik aydınlık periyotta zamanlarının %45'ini yatmaya, %26'sını yem yemeye, %22'sini geviş getirmeye, %2'sini sosyal etkileşimlere ve %1'ini su içmeye ayırmaktadır (Koçyiğit, 2014). Günlük yaşamın yaklaşık yarısını yatay pozisyonda geçiren sığırlar için yatma süresi oldukça önemlidir. Özellikle yüksek verimli hayvanlarda bu süre 14 saate kadar ulaşmakta, bu durum yem tüketimi ve geviş aktivitesini artırarak hayvan sağlığına olumlu katkı sağlamaktadır (Blowey, 2005).

İnekler, konforlu bir dinlenme ve hareket için yumuşak zeminleri tercih ederler. Bu tür zeminler, yatma süresini artırırken ayakta durma süresini azaltır (Herlin, 1997). Aksine, sert ve kaygan zeminler ineklerde yürüme zorluklarına ve düşmeye bağlı yaralanmalara neden olabilir (Van der Tol ve ark., 2005). Zeminin uygunluğu, hem yatma süresini hem de geviş getirme süresini artırarak yemden yararlanmayı ve dolayısıyla süt verimini olumlu yönde etkiler (Uslucan ve Özkütük, 2007).

Durak tasarımı da hayvan davranışlarını etkileyen önemli bir unsurdur. Durakların genişliği, uzunluğu, göğüs bariyerinin yüksekliği ve hamle alanı gibi yapısal özellikler, hayvanın rahatça yatıp kalkmasını doğrudan etkiler (Akköse ve İzci, 2017). İnekler farklı pozisyonlarda dinlenebilir; uzunlamasına, kısmen yana eğilmiş, tam yan yatmış ya da geniş pozisyonda olabilirler (Ayyılmaz ve ark., 2011). Bu nedenle durakların, hayvanların doğal vücut hareketlerini özgürce gerçekleştirebilecekleri biçimde tasarlanması gerekir (Blowey, 2005).

Cook ve ark. (2005), ahır kapasitesinin üzerinde hayvan bulundurulmasının, yetersiz yataklık seçimlerinin ve uygun olmayan durak boyutlarının, hayvanların durak dışı alanlarda ayakta kalmasına ve buna bağlı olarak strese girmelerine yol açtığını ifade etmişlerdir.

2.1.6. Sağlık Sorunları ve Mastitis Hastalığı

Süt sığırı işletmelerinde meme sağlığı, hayvan refahının yanı sıra ekonomik verimlilik açısından da büyük önem taşır. Bu bağlamda en sık karşılaşılan ve en fazla ekonomik kayba yol açan sağlık sorunu mastitis hastalığıdır. Mastitis, meme dokusunu etkileyen, kızarıklık, şişlik, ağrı ve sıcaklık artışı gibi lokal belirtilerle seyreden, süt verimi ve kalitesini olumsuz etkileyen bir yangı durumudur (Akdağ ve ark., 2017b). Görülme sıklığı %5 ila %36,5 arasında rapor edilmiştir.

Mastitis, seyri ve süresine göre farklı sınıflandırmalara tabi tutulur. Seyrine göre iki ana formda görülür: klinik ve subklinik mastitis. Klinik formda, patojenler meme dokusuna girerek çoğalır ve enfeksiyon belirgin hale gelir. Meme kızarıır, şişer, ağrılı hale gelir ve memeden süt yerine su, pıhtı ya da kanlı sıvı gelir; süt verimi ise belirgin şekilde azalır (Semacan, 2001).

Subklinik mastitis ise belirti göstermeden ilerleyen ancak süt üretimini ve bileşimini olumsuz etkileyen formdur. Hayvan genel olarak sağlıklı görünse de meme dokusunda hasar oluşur. Hastalık bulaşıcı olduğu için sürü içerisinde hızla yayılabilir. Süt kayıplarının %70'inden sorumlu olan bu form, %3 ila %25 arasında değişen oranlarda üretim kaybına neden olur (Semacan, 2001).

Mastitisin teşhisinde somatik hücre sayısı önemli bir göstergedir. Somatik hücreler, memede enfeksiyon varlığında artış gösteren vücut hücreleridir ve genellikle kan veya epitel hücrelerinden kaynaklanır. Sağlıklı bir sütte bu hücrelerin mililitrede 100.000'in altında olması beklenir (Akdağ ve ark., 2017b; Yağcı, 2008).

2.1.7. Süt Verimi ve Süt Bileşimi

Süt, başta sığır olmak üzere koyun, keçi ve manda gibi çeşitli çiftlik hayvanlarından elde edilmekte olup, hem dünyada hem de Türkiye’de süt üretiminde en büyük pay sığıra aittir. Süt sığırı yetiştiriciliğinde temel hedeflerden biri, hayvan başına elde edilen süt miktarını artırarak verimliliği yükseltmektir. Toplumların gelişmişlik düzeyinin artmasıyla birlikte, tüketiciler yalnızca yüksek miktarda üretim değil; aynı zamanda sağlıklı koşullarda üretilmiş, kaliteli süt ürünlerini talep etmektedir.

Dünya genelinde en yaygın yetiştirilen süt sığırı ırkları arasında Holstein ve Simental ön plana çıkmaktadır. Anavatanı Hollanda olan Holstein ırkı, yüksek süt verimi ile bilinen bir sütçü ırktır ve Türkiye’de 1958 yılından itibaren yaygın olarak yetiştirilmeye başlanmıştır (Alpan ve Aksoy, 2015). Türkiye’de yapılan çeşitli araştırmalarda Holstein ineklerinde bir laktasyondaki süt verimi Koçak ve Ekiz (2006), tarafından 5969 kg, Kaya (2013), tarafından ise 8140 kg olarak belirlenmiştir. Şekerden (2002), Holstein sütünde yağ oranını %3,3, protein oranını %3,5 ve toplam kuru madde oranını %11,1 olarak bildirmiştir.

Simental ırkı ise anavatanı İsviçre olan, et ve süt verimi açısından kombine özellik gösteren bir kültür ırkıdır. Türkiye’de Cumhuriyetin ilk yıllarından itibaren yetiştirilmeye başlanmıştır. Koç (2016), Türkiye’deki Simental ineklerde bir laktasyondaki süt verimini ortalama 4806 kg olarak tespit etmiş, süt veriminin 2350 ile 5746 kg arasında değişebileceğini belirtmiştir. Aynı çalışmada süt yağı oranının ise %3,87 ile %4,30 arasında olduğu bildirilmiştir.

İnek sütü bileşimi yaklaşık olarak %80–90 su, %9 yağsız kuru madde, %4 yağlı kuru madde, %4 protein ve %4,7 laktozdan oluşmaktadır (Tekinşen, 1997). Sütteki

yağ, protein, laktoz, kuru madde oranları; ayrıca somatik hücre ve bakteri sayısı gibi faktörler süt kalitesini belirlemektedir. Bu özellikler aynı zamanda mastitis gibi meme dokusuna zarar veren hastalıkların da önemli göstergeleri arasında yer almaktadır (Akdağ ve ark., 2017a).

Süt verimi ve bileşimi, yalnızca genetik faktörlere değil; hayvanın beslenmesi, bakımı, laktasyon sayısı ve dönemi, sağım sıklığı, kuruda kalma süresi, mevsimsel koşullar ve özellikle meme sağlığı gibi çok sayıda etkene bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Akdağ ve ark., 2017a).

2.2. Holstein Sığırları

2.2.1. Kısa Tanımı ve Tarihi

Holstein inekleri, dünya genelinde en çok bilinen ve tercih edilen süt sığırları ırklarından biridir. Yüksek süt verim kapasitesi ile ön plana çıkan bu ırk, tipik olarak siyah-beyaz desenli görünümüyle ayırt edilir. Holstein sığırlarının kökeni, Hollanda'nın Kuzey Brabant ve Frizya bölgelerine dayanmaktadır. Kayıtlara göre, 1852 yılında ilk defa tanımlanmışlardır.

İri yapılı olan Holsteinler, tam anlamıyla süt verimine odaklı bir sütçü kültür ırkıdır. Vücut yapıları önden arkaya doğru belirgin şekilde genişler; baş yapısı zarif ve asil bir görünüme sahip olup, deri ince ve yumuşaktır. Tüyler kısa, parlak ve düzgündür. Sırt, bel ve sağrı bölgesi düzgün bir hat oluşturur; bu da ırkın sütçülük özellikleriyle uyumlu bir fiziksel yapı sergilemesini sağlar.

Amerikalı damızlık yetiştiricisi Winsrop Chenery, bu ırkın ABD'ye girişinde ve yayılmasında önemli rol oynamıştır. Başlangıçta "Holstein-Friesian" adıyla anılan bu ırk, zamanla yalnızca "Holstein" olarak adlandırılmıştır. İlk bireyler yalnızca siyah-beyaz desenlere sahipken, zamanla kırmızı-beyaz renk varyasyonları da ortaya çıkmıştır. 1983 yılından bu yana ırkın resmi adı yalnızca "Holstein" olarak kullanılmaktadır.



Şekil 2.1. Bir Holstein inek görüntüsü (Anonim, 2025a)

2.2.2. Holstein İneklerinin Özellikleri

Holstein-Friesian kökenli siyah-alaca inekler, temel olarak süt üretimine yönelik bir ırk olmakla birlikte, et üretimi açısından da kayda değer bir potansiyele sahiptir. Bu ırk, bakım ve besleme koşullarına karşı oldukça duyarlı olup, verim düzeyi bu faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Ayrıca iklim koşulları da süt verimini etkilemektedir; ılıman ve sıcak iklimlerde verim daha yüksek düzeyde seyretilmektedir.

Holstein ineklerinin yıllık süt verimi ortalama olarak %3,5–%4,0 yağ oranıyla 7.000–10.000 litre arasında değişmekte olup, iyi bakım ve ıslah uygulamalarıyla bu miktar 12.000 litreye kadar çıkabilmektedir. Bu ırkın sütü, yalnızca yüksek miktarıyla değil, aynı zamanda içerdiği yüksek protein oranı sayesinde yoğurt ve peynir üretiminde tercih edilen kaliteye sahiptir.

Kırmızı-beyaz varyantları da bulunan Holstein ırkında, siyah-beyaz desenli bireylerin süt verimi kırmızı beneklilere göre yaklaşık iki kat daha fazladır. Kırmızı bireylerin ortalama yıllık verimi 4.500 litreyi geçmemektedir.

Holstein inekleri hem makineyle hem de elle sağım için uygundur ve bu yönüyle süt üretim sistemlerine kolayca entegre edilebilmektedir. Irkın bazı temel verim ve biyolojik özellikleri şu şekilde özetlenebilir:

- **Laktasyon başına süt verimi:** Ortalama 5.000–7.000 litre olup, üstün ıslah uygulamalarıyla 10.000 litreyi aşabilmektedir.
- **Süt yağ oranı:** Genellikle %3,0–%3,5 arasında değişmektedir.
- **Günlük canlı ağırlık artışı:** İyi besleme koşullarında 800–1.200 gram arasında olabilir.
- **Cidago yüksekliği:** Dişilerde 140–155 cm arasında değişir.
- **Canlı ağırlık:** Dişi bireyler 600–700 kg, erkekler ise 1.000–1.200 kg ağırlığa ulaşabilir.
- **Yenidoğan buzağı ağırlığı:** 35–45 kg'dır.
- **Beside verim:** Erkek buzağılar, hızlı gelişim özellikleri nedeniyle et üretiminde tercih edilir. 14–16 haftalık yaşta 120–180 kg canlı ağırlığa ulaştıklarında kesime gönderilirler. Besi performansı yüksek olan bu bireylerde günlük canlı ağırlık artışı 1.000–1.400 gram düzeyindedir ve 12–15 aylık yaşta kesim ağırlığına ulaşmaları mümkündür (Et ve Süt Kurumu, 2025).

Holstein boğaları, yüksek verimli yavrular elde etmek amacıyla sıkça diğer ırklarla melezlemelerde kullanılmaktadır. Üreme amaçlı tercih edilmeyen erkekler ise uygun zamanda kesime gönderilerek değerlendirilir.

Holstein sığırları, ayırt edici fiziksel görünümü ve vücut yapısıyla kolayca tanınmaktadır. Irkın genel morfolojik özellikleri şu şekildedir:

- **Renk ve desen:** Belirgin siyah-beyaz benekli tüy yapısı mevcuttur. Nadir olarak kırmızı-beyaz desenli bireyler de görülebilir.
- **Yapı:** Uzun ve geniş gövdeli, üçgen formda, kas yoğunluğu düşük fakat süt üretimine uygun bir vücut formu taşır.
- **Cidago yüksekliği:** Dişilerde 142–145 cm, erkeklerde 150–160 cm'dir.
- **Ağırlık:** Dişiler 650–750 kg, erkekler 1.000–1.200 kg arasında değişmektedir.
- **Kafa yapısı:** Tendonlu boyunda büyük ve klasik bir baş formu görülür.
- **Boynuzlar:** Kısa yapıdadır.
- **Uzuvlar:** Uzun, sağlam eklemler ve yüksek toynak yapısına sahiptir.
- **Y n yapısı:** Tüyleri kısa, ince ve parlaktır.

2.2.3. Holstein Irkının Ayırt Edici Nitelikleri

- **Yüksek süt verimi:** Dünyadaki en yüksek süt üretim potansiyeline sahip sütçü ırklardan biridir.
- **Büyük fiziksel yapı:** Dişilerde 600–800 kg, erkeklerde ise 1.000 kg'ı aşabilen canlı ağırlık mevcuttur.
- **Hızlı  reme döngüsü:** Uygun koşullarda yılda bir kez buzağılama mümkündür ve doğum sonrası süt üretimi hızla başlar.
- **Adaptasyon:** Elle veya makineli sağım sistemlerine kolayca uyum sağlayabilirler.

2.2.4. Holstein İnek Türlerinin Yetiştirilmesi

Holstein ineklerinin başarılı bir şekilde yetiştirilebilmesi için kapsamlı bir bakım ve yönetim sürecine ihtiyaç vardır. Bu ırkın yüksek süt verim potansiyeli, ancak uygun çevre koşulları, dengeli besleme ve etkili sağlık yönetimi ile tam anlamıyla değerlendirilebilir. Holstein ineklerinin yetiştirilmesinde göz önünde bulundurulması gereken başlıca unsurlar aşağıda özetlenmiştir:

- **Beslenme:** Holstein inekleri, yüksek süt üretim kapasitesine sahip olmaları nedeniyle, enerji, protein, vitamin ve mineral açısından zengin yemlerle dengeli şekilde beslenmelidir. Kaliteli kaba yemler, konsantre yemler ve gerektiğinde yem katkı maddeleri ile desteklenen rasyonlar, verim üzerinde doğrudan etkili olmaktadır.
- **Barınak Koşulları:** Süt verimini doğrudan etkileyen bir diğer unsur da uygun barınak ortamının sağlanmasıdır. İneklerin sağlıklı bir şekilde barınabilmeleri için yeterli alan, düzenli temizlik, uygun yataklık materyali, yeterli havalandırma ve ısı kontrolü gibi fiziksel koşullar sağlanmalıdır.
- **Sağlık Yönetimi:** Holstein ırkı, özellikle meme sağlığı (mastitis), ayak hastalıkları ve solunum sistemi enfeksiyonları gibi bazı rahatsızlıklara karşı hassas olabilir. Bu nedenle düzenli veteriner hekim kontrolleri, aşılamalar ve koruyucu sağlık önlemleri büyük önem taşımaktadır.
- **Üreme Yönetimi:** Sürüdeki üretkenliğin devamı için doğurganlık yönetimi titizlikle takip edilmelidir. İneklerin kızgınlık dönemlerinin izlenmesi, tohumlama zamanlamasının doğru yapılması ve gebelik takibi gibi uygulamalar, üreme verimliliğini artıran temel etkenlerdendir.

Holstein ineklerinin yetiştiriciliği, sadece süt üretimiyle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda ekonomik ve toplumsal katkılarıyla da öne çıkmaktadır. Bu katkılar şu başlıklar altında toplanabilir:

- **Süt Kalitesinin Artması:** Holstein ineklerinin sütü, yüksek yağ ve protein içeriği ile nitelikli süt ürünlerinin üretiminde tercih edilmektedir.
- **Süt Üretiminin Artması:** Dünya genelinde artan süt ihtiyacının karşılanmasında Holstein ırkı stratejik bir rol üstlenmektedir. Yüksek verimi sayesinde birçok ülkede süt üretim endüstrisinin bel kemiğini oluşturmaktadır.
- **İstihdam Olanakları:** Holstein ineklerinin yetiştirildiği süt çiftlikleri, kırsal kalkınmayı desteklemekte ve doğrudan ya da dolaylı birçok kişiye istihdam sağlamaktadır.

Doğru yetiştiricilik uygulamaları ile Holstein ırkı, sürdürülebilir süt üretimine büyük katkı sunmakta ve tarım ekonomisinin gelişmesine olumlu etkiler sağlamaktadır. Bu bağlamda, gelecekte yapılacak genetik ıslah çalışmaları ve modern yetiştirme teknikleriyle bu ırkın hem verim hem de dayanıklılık açısından daha ileri seviyelere taşınması hedeflenmektedir. Bununla birlikte, Holstein ineklerinin bazı dezavantajlarının da bulunduğu unutulmamalıdır. Bu dezavantajlar şunlardır:

- **Hastalıklara Karşı Duyarlılık:** Özellikle mastitis, tırnak ve ayak problemleri gibi bazı sağlık sorunlarına karşı hassastırlar.
- **Yüksek Yem Giderleri:** Verim düzeyinin yüksek olması, dolayısıyla besin ihtiyaçlarının da fazla olmasını gerektirir. Bu durum, yem maliyetlerini artırabilir.
- **İklim Koşullarına Hassasiyet:** Holstein inekleri, özellikle aşırı sıcak ya da soğuk gibi uç iklim koşullarında verim düşüklüğü gösterebilir.

Bu avantaj ve dezavantajlar, Holstein ırkının yönetiminde dikkate alınması gereken temel kriterler arasında yer almakta olup, sürdürülebilir ve kârlı bir üretim için bütüncül bir yetiştiricilik anlayışı benimsenmelidir.

2.3. Simental İnekleri

2.3.1. Tanımı ve Tarihçesi

Simental sığır ırkı, kökeni İsviçre'ye dayanan ve hem süt hem de et verimi açısından değerlendirilen kombine verimli bir hayvan türüdür. Vücut yapıları sağlam ve dayanıklı olduğundan, farklı iklim koşullarına ve arazi şartlarına kolaylıkla adapte olabilmektedir. Bu özelliği sayesinde, ülkemizdeki yetiştiriciler arasında son yıllarda tercih edilen sığır ırklarından biri hâline gelmiştir.

Simental sığırları, genellikle iri cüsseli, kaslı ve çevresel stres faktörlerine dayanıklı yapılarıyla tanınır. Bu ırk, özellikle et kalitesi bakımından %55–60 randıman sağlayarak et üretiminde de verimli sonuçlar vermektedir.

Her ne kadar anavatanı İsviçre olsa da Simental ırkı günümüzde en yaygın olarak Almanya ve Avusturya'da yetiştirilmektedir. Dünya genelinde ve Türkiye'de Holstein'dan sonra en yaygın süt sığırı ırkı olarak dikkat çeker. Bazı ülkelerde süt, bazı ülkelerde ise et verimi ön planda tutulmaktadır. Örneğin, Avrupa ve Afrika ülkelerinde Simental ırkı genellikle et verimi amacıyla yetiştirilmekte, bu yönüyle ekonomik olarak değerlendirilmektedir.

Simental danalar, süt ve et üretimi açısından yüksek verim potansiyeli taşımalarının yanı sıra, kolay uyum sağlama yetenekleri ve güçlü fiziksel yapıları sayesinde dünya genelinde geniş bir yetiştirici kitlesi tarafından tercih edilmektedir. Bu nedenlerle, Simental sığırlarının yetiştiriciliği sürdürülebilir hayvancılık politikaları çerçevesinde stratejik öneme sahiptir.

2.3.2. Simental Sığırlarının Özellikleri

Yeni doğan Simental buzağlarının tüy yapısı genellikle dağınık ve uzundur; bu yapı zamanla değişerek daha düzenli bir görünüm kazanır. Simental danalar, gelişmiş kas yapıları ile tanınır. Simental ineklerin memeleri geniş ve dolgun olup, Holstein kadar olmasa da gelişmiş süt damarlarına sahiptir. Sütlerinin daha yağlı ve kaliteli olduğu bildirilmektedir.

Simental ineklerin ömrü ortalama 20–25 yıl arasında değişmekte olup, bu süre uygun bakım koşullarında 30 yıla kadar uzayabilmektedir. Holstein ırkı ile karşılaştırıldığında daha uzun ömürlüdürler.

Simental sığırlar boynuzlu bir ırktır ve her iki cinsiyette de boynuz bulunur. Erkek ve dişi bireyler arasında belirgin fiziksel farklılıklar mevcuttur. Erkek bireyler ortalama 1100–1400 kg canlı ağırlığa sahipken, dişi bireylerde bu ağırlık 750 kg civarındadır. Et randımanı ise ortalama %60 civarındadır. Aynı zamanda etlerinin yüksek kalitede ve lezzetli olması nedeniyle ticari değeri yüksektir.

Simental ırkının daha detaylı verimlilik ve fiziksel değerleri Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1. Simental ırkının detaylı verim ve fiziksel değerleri (Anonim, 2025b)

Özellik	Değer
Canlı Ağırlık (Erkek)	1100 – 1300 kg
Canlı Ağırlık (Dişi)	700 – 800 kg
Cidago Yüksekliği (Erkek)	150 – 165 cm
Cidago Yüksekliği (Dişi)	138 – 150 cm
Kıç Yüksekliği (Erkek)	140 – 150 cm
Günlük Canlı Ağırlık Artışı	1350 – 1600 gr/gün
19 Aylık Dana Canlı Ağırlığı	696 kg
19 Aylık Dana Karkas Ağırlığı	401 kg
19 Aylık Net Ağırlık Kazancı	692 gr/gün
Et Randımanı	%57.9
Ortalama Laktasyon Süt Verimi	6850 kg
Süt Yağ Oranı	%4.14
Süt Protein Oranı	%3.49
Ölü Doğum Oranı (Düve)	%5.3
Ölü Doğum Oranı (İnek)	%3.6
Doğuma Yardım Oranı (Düve)	%6.3
Doğuma Yardım Oranı (İnek)	%3.5
İlk Buzağılama Yaşı	29.8 ay
İlk Tohumlama Başarı Oranı	%72 (ortalama)
Buzağılama Aralığı	392 gün (ortalama)
Müdahalesiz Doğum Oranı	%95.3
Tüy Rengi	Sarı-beyaz veya kırmızı-beyaz alaca; baş, alın ve kirpik beyazdır.
Boynuz	Erkek ve dişi boynuzludur
İlk Tohumlama Başarı Oranı	%72 (ortalama)
Buzağılama Aralığı	392 gün (ortalama)
İklim Dayanıklılığı	Kolay uyum sağlar
Yaşam Süresi	Uzun ömürlüdür
Üreme	Yüksek sperm verimi ve güçlü annelik içgüdüğü
Sağlık Problemleri	Azdır.
Fiziksel Yapı	Kaslı vücut yapıları, geniş göğüs kafesi ve dengeli

Simental ırkının genel özellikleri şu şekilde özetlenebilir:

- Tüy rengi genellikle sarı-beyaz veya kırmızı-beyaz alacaktır.
- Baş, alın ve kirpik bölgeleri beyaz renktedir.
- Erkek ve dişileri boynuzludur.
- İklim değişimlerine karşı oldukça dayanıklıdır.
- Uzun ömürlüdür.
- Yüksek üreme ve annelik içgüdüsüne sahiptir.
- Sağlık sorunlarına daha az yatkındır.
- Et ve süt verimi açısından kombine verimli bir ırktır.

Ülkemizde üretilen sütlerin %90'ı Holstein ırkı ineklerden elde edilirken, Simental ırkı bu oranın yaklaşık %8'ini oluşturmaktadır. Geriye kalan %2'lik kısım ise diğer ırklara aittir.



Şekil 2.2. Bir Simental inek ve danası (Anonim, 2025c)

2.3.3. Simental Sığırlarının Süt Verimi ve Kalite Özellikleri

Simental inekler, hem süt verimi hem de süt kalitesi açısından iyi performans gösteren kombine verimli bir ırktır. Ortalama yıllık süt verimleri yaklaşık 6000 litre civarındadır ve sütleri yüksek yağ oranına sahiptir; yağ oranı genellikle %4 civarındadır. Protein oranı ise ortalama %3,5 düzeyindedir. Bu özellikleriyle Simental inek sütü, süt verimi açısından dünyada en verimli türlerden biri olan Holstein inek sütünden daha kaliteli kabul edilmektedir.

İyi bakım ve beslenme koşullarında, Simental ineklerin laktasyon döneminde süt verimi 5000-6000 kilogram arasında değişmektedir. Buzağılarda doğum ağırlığı 40-45 kg civarındadır. Ergin dişilerin canlı ağırlığı 600-650 kg, erkeklerin ise 900-1100 kg arasında seyreder. Beside günlük canlı ağırlık artışı 1300-1400 gr. seviyelerindedir.

Simental ineklerin süt verimi çeşitli faktörlerden etkilenir:

- 1.1.1.1. **Genetik:** İyi genetik yapıya sahip bireylerde süt verimi daha yüksektir.
- 1.1.1.2. **Yaş:** Genç ineklerin süt verimi olgun ineklere göre daha düşüktür.
- 1.1.1.3. **Beslenme:** Dengeli ve kaliteli yem kullanımı süt verimini artırır.
- 1.1.1.4. **Bakım koşulları:** Hijyen, stres ve sağlık durumu süt verimini etkileyen önemli unsurlardır.

Süt kalitesi açısından da Simental ineklerin sütü yüksek yağ ve protein içeriği ile ön plana çıkar. Bu durum, süt ürünleri (peynir, yoğurt vb.) üretiminde avantaj sağlamaktadır. Süt kalitesi üzerinde etkili faktörler şunlardır:

- Kaliteli beslenme
- Sağlıklı hayvan bakımı

- İklim koşullarının uygunluğu (özellikle sıcak stresinin azaltılması)

2.3.4. Simental Yetiştiriciliği

Simental dana yetiştiriciliği, hem süt hem de et üretimi amacıyla gerçekleştirilmektedir. Bu süreçte dikkat edilmesi gereken temel unsurlar şunlardır:

- **Beslenme:** Simental sığırların sağlıklı gelişimi için dengeli ve kaliteli bir beslenme programı uygulanmalıdır.
- **Barınak Koşulları:** Hayvanların sağlığını korumak için uygun barınak şartları sağlanmalı; yeterli havalandırma ve temizlik ihmal edilmemelidir.
- **Veteriner Hizmetleri:** Düzenli veteriner kontrolleri yapılmalı, gerekli aşılar ve parazit tedavileri aksatılmamalıdır.

Simental ırkının ekonomik değeri yüksektir. Hem yüksek süt verimi hem de kaliteli et üretimi, yetiştiriciler için önemli bir gelir kaynağıdır. Ayrıca bu ırk, diğer türlerle melezlenerek üstün özelliklere sahip yeni nesil hayvanlar elde edilmesine de olanak sağlar. Bu ineklerin süt verimini artırmak için hijyen, aşağıdaki barınma ve stres yönetimi gibi unsurlara dikkat edilmelidir.

- **Hijyen:** Temiz yaşam alanları ineklerin sağlığını korur ve süt kalitesini yükseltir.
- **Barınak:** Konforlu ortam, süt verimliliğini olumlu yönde etkiler.
- **Stres Yönetimi:** Stresin azaltılması süt üretimini artırır.

2.3.5. Simental Irk Yetiştirmenin Gereksinimleri

Simental inekler, yetiştiriciler arasında oldukça tercih edilen bir türdür. İklim koşullarına kolay uyum sağlamaları, hastalıklara karşı dayanıklı olmaları ve yüksek sperm verimine sahip olmaları bu tercih sebeplerindendir. Hem et hem süt verimi

açısından da en çok tercih edilen inek türlerinden biridir. Dünya genelinde, özellikle Holstein ile yapılan melezleme çalışmaları başarılı sonuçlar vermiştir. Simental inekler melezleme için ideal türler arasında yer almaktadır.

Uzun ömürlü bir ırk olan ve iyi bakımla 20-25 yıl yaşayabilen bu inekler, en çok Avustralya ve Almanya gibi ülkelerde yetiştirilmektedir. Türkiye’de ise özellikle İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinde Simental yetiştiriciliği diğer bölgelere göre daha yaygındır.

Süt verimini artırmak için oluşturulacak beslenme programında, ineklerin ihtiyaç duyduğu enerji, protein, vitamin ve mineraller dengeli şekilde sağlanmalıdır.

Beslenme ihtiyaçları şu şekilde özetlenebilir:

1.1.1.5. **Enerji:** Yüksek enerji içeren yemler süt üretimi için gereklidir.

1.1.1.6. **Protein:** Süt üretiminde kritik rol oynayan protein kaynakları diyetle yer almalıdır.

1.1.1.7. **Vitamin ve Mineraller:** A, D, E vitaminleri ile kalsiyum ve fosfor gibi mineraller, inek sağlığı ve süt verimi için önemlidir.

2.4. Metacarpus ve Metatarsus Kemiklerinin Anatomik Yapısı ve Özellikleri

Sığırlarda ön ekstremitede bulunan metacarpal kemikler ile arka ekstremitedeki metatarsal kemikler, genel olarak metapodium olarak adlandırılır. Bu kemikler, üçüncü ve dördüncü metapodların kaynaşmasıyla oluşan uzun kemiklerdir (Getty, 1975). Yapısal olarak bu birleşim, ruminant türlerinde yükün eşit dağıtımını sağlar ve lokomasyon sırasında dayanıklılığı artırır (Nickel ve ark., 1986). Metacarpus ve metatarsus kemikleri, hem fonksiyonel hem de morfolojik olarak birbirine benzerdir; ancak metatarsus, genellikle metacarpustan biraz daha uzundur (Budras ve Habel, 2011).

Metapodium kemikleri, diyafiz (gövde), proksimal ve distal epifizlerden oluşur. Diyafiz bölgesi uzun, silindirik ve kompakt kemik dokudan oluşur. Kortikal kemik kalınlığı diyafizin ortasında maksimum seviyeye ulaşır ve bu yapı kemiklerin yüksek mekanik dayanıklılığını sağlar (Dyce ve ark., 2010). Diyafizin dorsal yüzü hafif konveks, palmar veya plantar yüzü ise düz olup interosseöz bağların yapıldığı olukları taşır (Nickel ve ark., 1986).

Proksimal epifiz, karpal veya tarsal kemiklerle eklemleşerek kuvvetin üst ekstremitelerden distal segmente aktarılmasını sağlar. Distal epifiz ise iki belirgin kondil içerir: medial (III. metapod) ve lateral (IV. metapod). Bu kondiller, proksimal falankslarla eklemleşerek metacarpofalangeal veya metatarsfalangeal eklemleri oluşturur (Dyce ve ark., 2010). Kondiller arasındaki oluklar, tendonların yönlendirilmesi ve bağlanması için anatomik bir kanal görevi görür (Budras ve Habel, 2011).

Mikroanatomik düzeyde, metapodial kemiklerde kortikal kemik dokusu, spongiyöz kısımlara göre daha kalın bir yapıdadır. Bu durum, sığırın ağırlık taşıma kapasitesiyle ilişkilidir. Makro ve mikro yapısal özellikler, yaş, ırk ve beslenme faktörlerine göre değişiklik gösterir (Khan ve ark., 2020). Ayrıca, metacarpus ve metatarsus arasındaki küçük morfolojik farklar, hayvanın hareket biçimi, cinsiyeti ve yetiştirilme amacıyla yakından ilişkilidir (Oliveira ve ark., 2020).

Fonksiyonel açıdan, metapodial kemikler yürüyüş ve koşu sırasında hem sıkıştırma hem de bükülme kuvvetlerine maruz kalır. Kortikal kalınlık ile medüller boşluk oranı, kemik mukavemetiyle doğru orantılıdır (MacGregor ve ark., 2022). Bu oran, osteometrik indekslerin yorumlanmasında da belirleyici bir parametredir. Nitekim metapodial kemik uzunluğu, genişliği ve çap ölçüleri arasında pozitif yönde korelasyon bulunmuştur (Kurtuluş ve ark., 2023).

İrklar arası farklar, metapodial morfolojide önemli rol oynar. Simental gibi kombine ırklarda metapodium kemikleri daha kalın ve kısa; Holstein gibi sütçü ırklarda ise daha ince ve uzundur (Alpak ve Yılmaz, 2021b). Bu farklılıklar,

osteometrik analizlerle belirlenebilir ve yaş, cinsiyet veya üretim tipi tayinlerinde kullanılabilir (Çelik ve ark., 2017).

Sonuç olarak, sığır metapodiumları hem yapısal hem fonksiyonel olarak yüksek dayanıklılığa sahip, yük dağılımını optimize eden kemiklerdir. Bu kemiklerin anatomik özelliklerinin detaylı olarak incelenmesi, osteometrik ölçümlerin biyolojik yorumlanmasına önemli katkı sağlar (Budras ve Habel, 2011; Dyce ve ark., 2010).

2.5. Büyüme Plakları ve Kapanma Süreci

Uzun kemiklerin uzunlamasına büyümesi, epifiz ile diyafiz arasında yer alan büyüme plağı (fizis) aracılığıyla gerçekleşir. Bu yapı, proliferatif ve hipertrofik kondrosit zonlarından oluşur (Hunziker, 2014). Kondrositlerin proliferasyonu ve kalsifikasyonu sonucu yeni kemik dokusu oluşur; bu süreç “endochondral ossifikasyon” olarak adlandırılır (Banks ve ark., 2015).

Büyüme plaklarının kapanması, hayvanın biyolojik olgunluğuna ulaştığını gösterir. Çelik ve ark. (2017), tarafından yapılan bir çalışmada sığır uzun kemiklerinde epifiz plaklarının kapanma zamanlarının 3–5 yaş aralığında tamamlandığı, metapodiyal fizislerin ise diğer uzun kemiklere göre daha erken kapandığı bildirilmiştir. Benzer şekilde Silver (1969), metapodial kemiklerde proksimal epifizlerin yaklaşık 3 yaş civarında tamamen kaynaştığını, distal epifizlerin ise biraz daha erken dönemde ossifikasyon gösterdiğini belirtmiştir.

Fizisin kapanma hızı, genetik yapı, hormon düzeyleri, beslenme durumu ve çevresel faktörlerden etkilenir (Radostits ve ark., 2007). Özellikle östrojen hormonunun artışı, kondrosit proliferasyonunu baskılayarak kapanmayı hızlandırır (Khan ve ark., 2020). Bununla birlikte, enerji yetersizliği veya mineral dengesizlikleri (özellikle Ca ve P eksikliği), epifiz plaklarının kapanma sürecini geciktirebilir (Dyce ve ark., 2010).

Histolojik olarak, fizis kapanma süreci; kıkırdak kolonlarının kısalması, lakünlerin mineralizasyonu ve osteoblastların bu bölgelere invazyonuyla

karakterizedir (Hunziker, 2014). Bu süreç tamamlandığında, epifiz hattı radyografik olarak silinir ve kemik bütünlüğü sağlanır.

Büyüme plaklarının kapanma süreci, aynı zamanda osteometrik ölçümlerle yakından ilişkilidir. Örneğin, epifizlerin kapanma derecesi arttıkça kemik uzunluğu ve kalınlığı arasındaki oran değişir. Bu nedenle epifiz plaklarının durumu, yaş tahminlerinde doğrudan kullanılabilir bir kriterdir (Çelik ve ark., 2017; Silver, 1969). Epifiz plaklarının kapanma derecesi ve osteometrik oranlardaki değişimler, yalnızca veteriner anatomi açısından değil, aynı zamanda zooarkeolojik analizlerde de büyük öneme sahiptir. Arkeolojik kazılarda ele geçen hayvansal kalıntıların yaş tayini, çoğunlukla kemiklerin fizis kapanma durumuna ve metapodiyal oranlarına dayanır (Silver, 1969). Özellikle metacarpus ve metatarsus kemikleri, diğer uzun kemiklere kıyasla daha iyi korunduklarından dolayı, sığır kalıntılarının yaş tayininde sıkça başvurulan materyallerdir (Yamada ve ark., 1989).

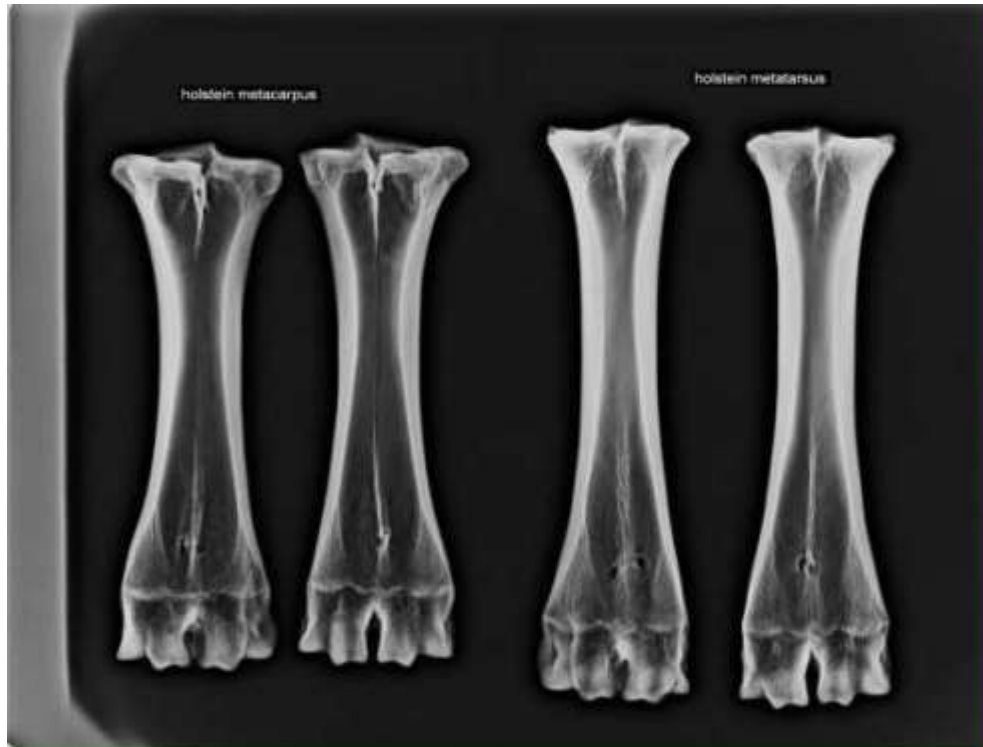
Zooarkeolojik çalışmalarda, epifiz füzyon derecesi genellikle üç kategoride değerlendirilir: açık (açık büyüme plağı), kısmen kapanmış (füzyon aşamasında) ve tamamen kapanmış (tam kaynaşmış). Bu sınıflandırma, bireyin kesim yaşını ve dolayısıyla arkeolojik topluluklardaki hayvan yetiştirme stratejilerini anlamada kullanılır (Reitz ve Wing, 2008). Örneğin, et üretimi odaklı toplumlarda genç bireylerin kemiklerinde açık epifiz oranı yüksekken; süt veya iş gücü için yetiştirilen sürülerde olgun bireylerin kapanmış epifizleri daha fazladır (Uerpmann, 1979).

Metapodial osteometri, yalnızca yaş değil, aynı zamanda ırk, kullanım amacı ve ekonomik faaliyetlerin yeniden inşasında da ipucu verir (Çelik ve ark., 2017). Epifiz kapanma sırası ve kemik boyut oranları, erken tarım toplumlarının hayvancılık uygulamalarını, seçim yönelimlerini ve mevsimsel kesim alışkanlıklarını çözümlemeye kullanılır (Özkan, 2024; Silver, 1969). Ayrıca zooarkeolojik koleksiyonlarda, metapodium kemiklerinin kortikal kalınlık oranı ve diyafiz şekli, bireyin yetiştirme koşullarına ve çevresel stres düzeyine dair bilgi sunar (Khan ve ark., 2020).

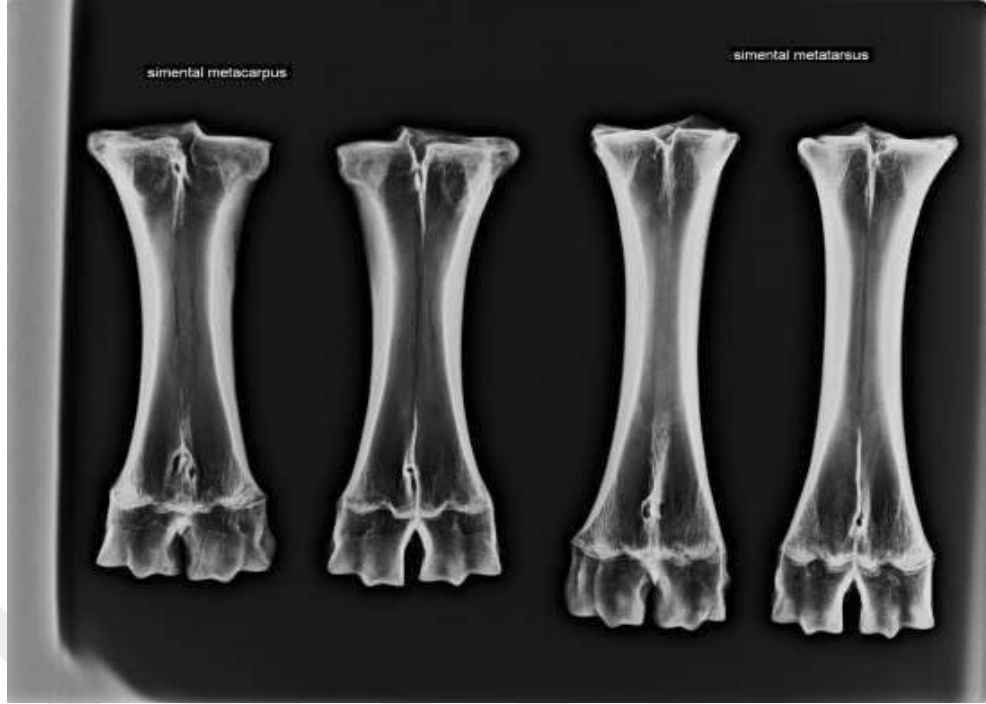
Dolayısıyla, bu çalışmada elde edilen osteometrik indekslerin ve epifiz kapanma verilerinin, yalnızca modern morfometrik analizlerde değil; aynı zamanda arkeozoolojik veri tabanlarının güncellenmesinde ve yerel sığır evcilleşme modellerinin yeniden değerlendirilmesinde referans olarak kullanılabileceği düşünülmektedir. Bu bağlamda metapodium morfolojisinin çağdaş örneklerle sistematik biçimde belgelenmesi, hem veteriner anatomisinin hem de zooarkeolojik yorumların kesiştiği disiplinler arası bir değere sahiptir (Çelik ve ark., 2017; Silver, 1969; Uerpmann, 1979).

Sonuç olarak, sığır metacarpus ve metatarsus kemiklerinde büyüme plaklarının kapanma süreci, hem histolojik hem morfometrik düzeyde incelendiğinde yaş tayininde yüksek doğruluk sağlar. Bu nedenle epifiz plaklarının kapanma zamanlarının belirlenmesi, osteometrik indekslerle desteklendiğinde, hem arkeozoolojik hem de veteriner anatomik çalışmalar için güvenilir bir yaş belirleme yöntemidir (Getty, 1975; Hunziker, 2014).

METAPODİUM KEMİKLERİNİN RÖNTGEN GÖRÜNTÜSÜ



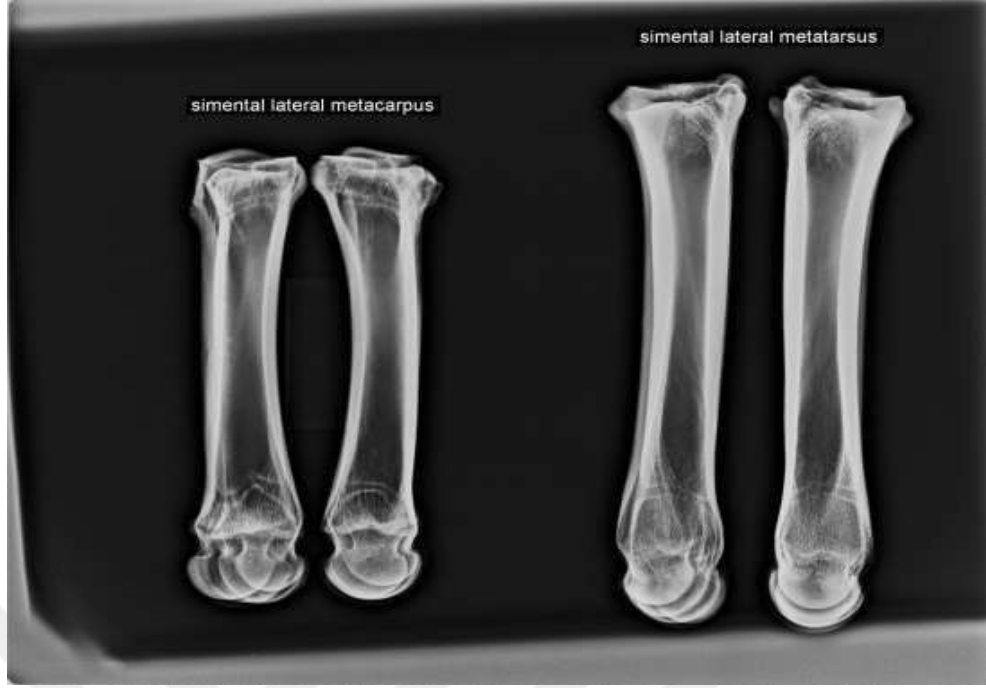
Şekil 2.3. Holstein ırkı sığırın metapodium kemiklerinin dorsalden görünüşü



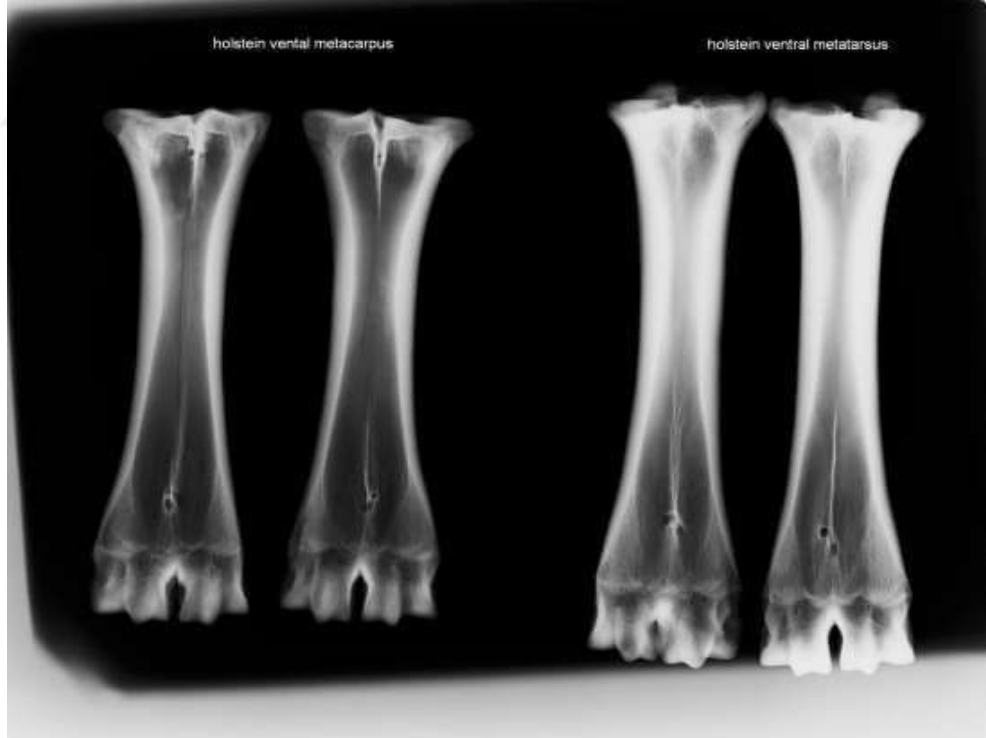
Şekil 2.4. Simental ırkı sığırın metapodium kemiklerinin dorselden görünümü



Şekil 2.5. Holstein ırkı sığırın metapodium kemiklerinin lateralden görünümü



Şekil 2.6. Simental ırkı sığırın metapodium kemiklerinin lateral görünümü



Şekil 2.7. Holstein ırkı sığırın metapodium kemiklerinin ventralden görünümü



Şekil 2.8. Simental ırkı sığırın metapodium kemiklerinin ventralden görünümü



Şekil 2.9. Metapodium kemiklerinin proksimalden görünümü (Metacarpus“D” metatarsus “O” harfi olması)

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu araştırmada kullanılan materyal, Isparta ve çevresindeki mezbahalardan temin edilen dişi sığırların metapodium kemiklerinden oluşmaktadır. Metapodium kemikleri, ön ayak metacarpus ve arka ayak metatarsus olmak üzere iki ana grup halinde değerlendirilmiştir. Araştırma kapsamında toplam 60 adet dişi sığır örneği kullanılmıştır. Bu örnekler, yaş gruplarına göre dengeli olacak şekilde 1 ila 5 yaş aralığında seçilmiştir ve her yaş grubunda 12 adet örnek yer almaktadır. Çalışmada her yaş grubu için 12 adet bireyin seçilmesinin temel nedeni, hem istatistiksel anlamlılık düzeyinin sağlanması hem de hayvan materyaline ulaşılabilirliğin kontrollü bir şekilde yürütülmesidir. 12 bireyden oluşan gruplar, örneklem büyüklüğünün istatistiksel testler için yeterli güven aralığını sağlamasına ve veri setindeki varyasyonun temsil edilebilmesine olanak tanımaktadır. Ayrıca, her yaş ve tür grubunda eşit sayıda birey kullanılması, karşılaştırılabilirlik ve homojenlik açısından önemli bir avantaj sağlamıştır. Bu örneklem düzeni, araştırmanın materyal temininde pratiklik, analiz sürecinde ise güvenilirlik açısından en uygun dengeyi sunmaktadır.

Yaş bilgisi, mezbahadan temin edilen hayvanların doğum kayıtları, kulak küpe numaraları ve veteriner sağlık belgeleri aracılığıyla kesin olarak doğrulanmıştır. Kulak küpelerinde yer alan TR kodlu tanımlayıcı numaralar üzerinden, Tarım ve Orman Bakanlığı'nın resmi veri tabanından yaş bilgisi teyit edilmiştir. Bu doğruluk, kemik ölçümleri ile yaş arasındaki ilişkinin güvenilir biçimde yorumlanması açısından büyük önem taşımaktadır.

Çalışmada sadece dişi bireylerin seçilmesinin sebebi, erkek bireylerin çoğunlukla erken yaşta kesime gönderilmeleri nedeniyle yaş dağılımını temsil etmelerinin zayıf olmasıdır. Ayrıca, dişi sığırların kemik morfolojisinde yaşa bağlı değişikliklerin daha net ve istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar verdiği literatürde belirtilmiştir (Demiraslan ve Yılmaz, 2015; Özkan ve Silver, 1969). Bu nedenle, örneklem homojenliği ve sonuçların geçerliliği açısından dişi bireylerin tercih edilmesi metodolojik bir gereklilik olarak değerlendirilmiştir.

Metapodium kemikleri, laboratuvara getirildikten sonra sağlam, kırık veya deformasyona uğramamış örnekler arasından seçilmiştir. Sağ ve sol ekstremiteye ait kemiklerin her ikisi de analiz kapsamında yer almıştır. Ancak sağ-sol ayrımı yapılmamış, genel morfometrik değerlendirmeler yapılmıştır. Bu yaklaşım, kemik ölçümlerinde taraf değişiminin minimal olduğu varsayımına dayanmakta ve literatürde yaygın bir uygulamadır (Driesch, 1976).

Kemiklerin yumuşak dokulardan arındırılması için, %3'lük hidrojen peroksit çözeltisi kullanılmıştır. Kemikler, bu çözeltide 72 saat boyunca bekletilerek üzerlerindeki et, kas ve diğer yumuşak dokular etkili bir şekilde temizlenmiştir. Hidrojen peroksit, kemiklerin sterilizasyonunu sağlarken, aynı zamanda kemik yüzeylerinin morfolojik bütünlüğünü de korumaktadır. Bu kimyasal temizleme yöntemi, osteometrik ölçümlerin doğruluğu ve tekrarlanabilirliği açısından önemlidir. Ayrıca, kimyasal temizleme sonrası kemikler, oda sıcaklığında 48 saat boyunca kurutulmuş ve ölçüme hazır hale getirilmiştir (Alpak ve Yılmaz, 2021; Driesch, 1976).

Her bir kemik üzerine, yaş grubu, kemik türü (Metacarpus veya Metatarsus) ve birey numarasını içeren tanımlayıcı etiketler yapıştırılmıştır. Bu işlem, numunelerin karışmasını önlemiş ve analiz sürecinde örneklerin doğru şekilde takip edilmesini sağlamıştır. Kodlama işlemi, laboratuvar organizasyonu ve veri yönetimi açısından kritik bir adımdır.

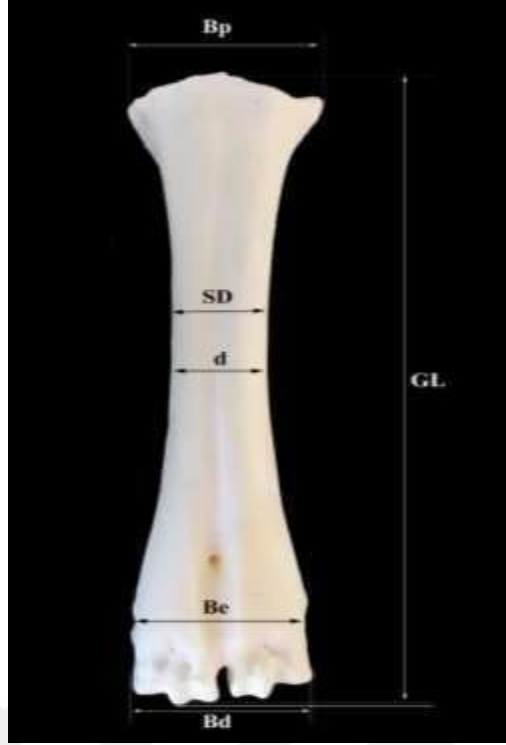
Kemikler, kurutma ve temizlik işlemleri tamamlandıktan sonra, üzerlerinde herhangi bir mineral eksikliği, bozulma, erime veya korozyon belirtileri gözlenmemiştir. Numunelerin yüzeyleri temiz, kuru ve doğal yapısını korur durumdadır. Kemikler üzerinde yapılacak ölçümlerin doğruluğunu artırmak amacıyla, anatomik referans noktalarının tam ve net olarak korunmasına dikkat edilmiştir. Bu referans noktalar, dijital kumpas ile ölçüm yapılırken standart ve tekrarlanabilir sonuçlar elde edilmesini mümkün kılar (Silver, 1969).

Numunelerin temini sırasında, hayvanların beslenme koşulları, cinsiyet, genetik yapısı ve çevresel faktörler gibi değişkenler mümkün olduğunca homojen olacak şekilde örneklem oluşturulmuştur. Bu faktörlerin kemik morfolojisi üzerinde etkili olduğu bilinmekle birlikte, çalışmanın odak noktası yaş ile kemik ölçümleri arasındaki ilişki olduğundan, diğer değişkenlerin etkisi minimize edilmiştir.

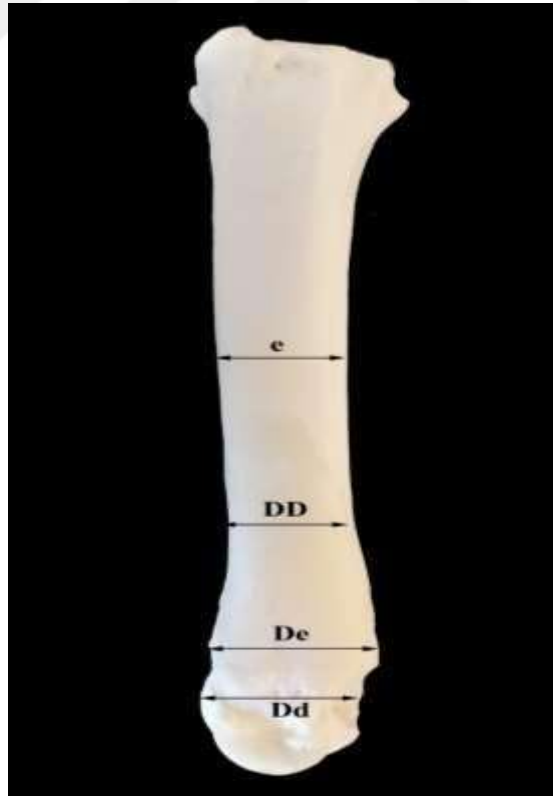
Beslenme koşulları ve çevresel farklılıklar, örneklerin seçimi aşamasında kayıt altına alınmış, veri analizlerinde değerlendirilmiştir.

Çalışmanın amacı doğrultusunda kullanılan materyal tamamen sekonder biyolojik materyal olup, mezbahalardan temin edildiğinden araştırmanın etik boyutunda herhangi bir sakınca bulunmamaktadır. Hayvan refahı ve etik kurallara uygunluk gözetilmiş, deneysel uygulama yapılmamış, sadece doğal koşullarda yaşamış ve kesimi yapılan hayvanların kemiklerinden yararlanılmıştır.

Metapodium kemiklerinin hem mezbaha ortamında hem de arkeolojik kazılarda yaygın olarak korunması, bu kemiklerin yaş tayini için ideal materyaller olmasını sağlamaktadır. Ayrıca, metapodium kemiklerinin büyüme ve gelişme süreçlerinde yaşa bağlı boyutsal değişiklikler göstermesi, bu kemiklerin morfometrik analizler için uygunluğunu artırmaktadır (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2). Bu özellikleri nedeniyle metapodiumlar, osteometrik çalışmaların vazgeçilmez materyalleri arasında yer almaktadır (Uerpmann, 1979; Yamada ve ark., 1989).



Şekil 3.1. Sığır metapodium'u ölçüm noktaları (SD, d, Be ölçümü ve BdxGL ebatı)



Şekil 3.2. Sığır metapodium'u ölçüm noktaları (c, DD, De, Dd ölçümü)

Laboratuvar ortamında, ölçüm işlemleri kontrollü koşullarda gerçekleştirilmiş, ortam nemi, sıcaklığı ve ışık gibi faktörlerin ölçüm sonuçlarını etkilememesi sağlanmıştır. Kemiklerin depolanması ve muhafazası da nem ve sıcaklık gibi olumsuz çevresel etkilerden korunacak şekilde yapılmıştır. Analizler tamamlandıktan sonra materyal, üniversitenin osteoloji koleksiyonuna eklenmiş ve gelecekteki bilimsel çalışmalar için saklanmıştır.

Bu kapsamlı materyal seçimi ve hazırlama süreci, araştırmanın güvenilirlik ve geçerlilik düzeyini yükseltmiş, elde edilen verilerin bilimsel açıdan anlamlı ve tekrar üretilebilir olmasını sağlamıştır. Böylece, yaş tahmininde kullanılan osteometrik indekslerin farklı yaş gruplarında ne ölçüde değiştiği detaylı bir şekilde analiz edilebilmiştir.

3.2. Yöntem

Bu çalışma, Isparta ve çevresindeki mezbahalardan temin edilen dişi sığırlara ait metapodium kemiklerinin osteometrik ölçümleri ile yaş tahmini amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma, sığırların kemik morfolojisi ile yaş arasındaki ilişkiyi istatistiksel olarak değerlendirmek üzere tasarlanmıştır. Bu kapsamda kullanılan materyal, örnekleme yöntemleri, ölçüm teknikleri, indeks hesaplamaları ve istatistiksel analiz prosedürleri ayrıntılı olarak aşağıda sunulmaktadır.

3.2.1. Örneklem ve Hayvan Materyali

Araştırmanın materyalini oluşturan metapodium kemikleri, Isparta ve çevre illerde faaliyet gösteren çeşitli mezbahalardan temin edilmiştir. Toplamda 60 adet dişi sığır örneği çalışmaya dahil edilmiştir. Örnekler, yaş gruplarına göre dengeli olacak şekilde seçilmiş ve her yaş grubu için 12 adet örnek alınmıştır. Yaş aralığı 1 ile 5 yıl arasında değişmekte olup, her yaş grubundan eşit sayıda birey çalışmaya dâhil edilmiştir. Çalışmada sadece dişi bireylerin tercih edilmesinin nedeni, erkek bireylerin genellikle erken yaşta kesime gönderilmesi ve bu durumun yaş dağılımını temsil etmede yetersiz kalmasıdır. Ayrıca dişi bireylerin yaşa bağlı kemik morfolojisi değişikliklerinin daha net ve anlamlı analizlere olanak sağlaması da tercihsebeplerindendir (Demiraslan ve Yılmaz, 2015; Özkan ve Silver, 1969).

Hayvanların yaş bilgileri, mezbaha kayıtları, veteriner sağlık belgeleri ve kulak küpe numaraları aracılığıyla doğrulanmıştır. Kulak küpelerinde yer alan TR kodlu tanımlayıcı numaralar, Tarım ve Orman Bakanlığı veri tabanından kontrol edilerek yaş bilgileri kesinleştirilmiştir. Bu doğruluk, yaş ile osteometrik indeksler arasındaki ilişkiyi güvenilir biçimde değerlendirebilmek açısından kritik öneme sahiptir.

3.2.2. Kemiklerin Temini ve Hazırlanması

Metapodium kemikleri, Metacarpus (ön ayak) ve metatarsus (arka ayak) olarak iki ana gruba ayrılmıştır. Her iki kemik tipi de sağlam, kırık, çatlak veya herhangi bir şekil bozukluğu içermeyen bireylerden seçilmiştir. Sağ ve sol ekstremiteye ait kemiklerin her ikisi de çalışmaya dâhil edilmiş olup, taraf ayrımı yapılmaksızın analizler gerçekleştirilmiştir. Kemiklerin tür tayini, mezbaha kayıtları ve anatomik özellikler göz önünde bulundurularak yapılmıştır (Driesch, 1976).

Kemiklerin üzerindeki yumuşak dokular, laboratuvar ortamında %3'lük hidrojen peroksit çözeltisi içinde 72 saat süreyle bekletilerek uzaklaştırılmıştır. Bu yöntem, kemik yüzeylerinin sterilizasyonunu sağlarken aynı zamanda morfolojik bütünlüğün korunmasına imkân vermektedir (Alpak ve Yılmaz, 2021). Ardından kemikler, oda sıcaklığında 48 saat süreyle kurutulmuş ve ölçüme hazır hale getirilmiştir. Kurutma işlemi sırasında kemiklerin yapısal deformasyonunun önlenmesine özel önem verilmiştir. Her örneğe, yaş grubu, kemik türü ve birey numarası gibi bilgilerin bulunduğu tanımlayıcı etiketler yapıştırılmış ve analizlerin karışıklığa mahal vermemesi sağlanmıştır.

3.2.3. Osteometrik Ölçümler

Kemik ölçümleri, elektronik dijital kumpas kullanılarak milimetre hassasiyetinde yapılmıştır. Her bir parametre için üç ayrı ölçüm alınmış, ölçüm değerlerinin tekrarlanabilirliği ve doğruluğu sağlanmıştır. Alınan üç ölçümün aritmetik ortalaması analizlerde kullanılmıştır. Ölçümler, kemiklerin yaşa bağlı morfolojik değişikliklerini yansıtacak şekilde literatürde kabul gören standart referans noktalarından gerçekleştirilmiştir (Özkan ve ark., 2015; Silver, 1969).

Çalışmada ölçülen osteometrik parametreler şunlardır:

- 1.1.1.8. GL (Gross Length): Kemik en büyük uzunluğu.
- 1.1.1.9. Bp (Proximal Breadth): Proksimal uç en büyük genişliği.
- 1.1.1.10. SD (Smallest Diameter): Diafizin en küçük genişliği.
- 1.1.1.11. d (Middle Diameter): Diafizin orta gövde genişliği.
- 1.1.1.12. De (Smallest Depth): Diafizin en küçük derinliği.
- 1.1.1.13. DD (Distal Breadth): Distal uç en büyük genişliği.
- 1.1.1.14. Bd (Metaphyseal Breadth): Metafizin en büyük genişliği.
- 1.1.1.15. Be (Metaphyseal Depth): Metafizin en büyük derinliği.
- 1.1.1.16. Dd (Distal Depth): Distal ucun en büyük derinliği.
- 1.1.1.17. Dd/ (Distal Smallest Depth): Distal uç en küçük derinliği.

Bu parametreler, kemiklerin yaşa bağlı orantısal değişikliklerini incelemek için temel veri kaynağı olmuştur.

3.2.4. Osteometrik İndeks Hesaplamaları

Yaş ile kemik ölçümleri arasındaki ilişkiyi daha hassas şekilde değerlendirmek amacıyla 20 farklı osteometrik indeks hesaplanmıştır. İndeksler, mutlak ölçümler arasındaki oranlar olarak tanımlanmış ve kemik orantılarındaki yaşa bağlı değişimleri

daha net ortaya koymak için kullanılmıştır. Hesaplanan indeksler ve formülleri aşağıda verilmiştir (Özkan ve ark., 2015; Silver, 1969):

$$1.1.1.18. \quad I1 = Bp / GL \times 100$$

$$1.1.1.19. \quad I2 = SD / GL \times 100$$

$$1.1.1.20. \quad I3 = d / GL \times 100$$

$$1.1.1.21. \quad I4 = De / GL \times 100$$

$$1.1.1.22. \quad I5 = DD / GL \times 100$$

$$1.1.1.23. \quad I6 = Bd / GL \times 100$$

$$1.1.1.24. \quad I7 = Be / GL \times 100$$

$$1.1.1.25. \quad I8 = Dd / GL \times 100$$

$$1.1.1.26. \quad I9 = Dd^* / GL \times 100$$

$$1.1.1.27. \quad I10 = Dd / Bd \times 100$$

$$1.1.1.28. \quad I11 = Bp / Bd \times 100$$

$$1.1.1.29. \quad I12 = Be / Bd \times 100$$

$$1.1.1.30. \quad I13 = SD / Bd \times 100$$

$$1.1.1.31. \quad I14 = d / Bd \times 100$$

$$1.1.1.32. \quad I15 = De / Bd \times 100$$

$$1.1.1.33. \quad I16 = DD / Bd \times 100$$

$$1.1.1.34. \quad I17 = Dd^* / Bd \times 100$$

$$1.1.1.35. \quad I18 = Bp / DD \times 100$$

$$1.1.1.36. \quad I19 = d / Be \times 100$$

$$1.1.1.37. \quad I20 = De / DD \times 100$$

Bu indeksler sayesinde, kemik uzunluğu ve genişliklerindeki mutlak farklılıklar minimize edilerek, yaşa özgü kemik orantıları daha doğru tespit edilmiştir.

3.2.5. İstatistiksel Analiz

Veriler, Microsoft Excel ortamında hesaplanıp düzenlendikten sonra SPSS 28.0 istatistik paket programına aktarılmıştır. İstatistiksel analizler aşağıdaki şekilde gerçekleştirilmiştir:

- Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile incelenmiştir.
- Normal dağılım gösteren değişkenler için Pearson korelasyon analizi, normal dağılıma uymayanlar için Spearman rho korelasyon testi uygulanmıştır (Büyüköztürk, 2016).
- Yaş ile osteometrik indeksler arasındaki korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri hesaplanmıştır. Anlamlılık seviyesi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Bu çalışmada, yaş grubu ve tür bazında sığırların Metacarpus ve metatarsus kemiklerine ait osteometrik ölçümler değerlendirilmiştir. Sağ ve sol ekstremitelere ait kemiklerin morfometrik farklılıklarının belirlenmesi amacıyla eşleştirilmiş örneklem t-testi uygulanmış; elde edilen sonuçlar, tüm ölçüm parametrelerinde sağ- sol kemikler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir ($p > 0.05$). Bu bulgu, sağ ve sol kemiklerin morfometrik olarak homojen olduğunu ve analizlerde birleştirilebileceğini desteklemektedir. Çoklu bağlantı problemi olmaması ve anlaşılabilirlik açısından bundan sonraki aşamalarda sadece sol kemiklere ait veriler kullanılacaktır (Kartal ve Alpak, 2023).

Çalışmada, Simental ve Holstein ırkına ait sol Metacarpus ve metatarsus kemiklerinin osteometrik ölçümleri alınmış ve yaş gruplarına göre ortalama değerleri elde edilmiştir. Tablo 4.1 ve Tablo 4.2 (Simental, 1 yaş, sol Metacarpus ve metatarsus kemikleri) incelendiğinde Simental türünün 1 yaş grubundaki sol Metacarpus kemiklerinde ortalama en büyük uzunluk (GL) 215,15 mm olarak ölçülmüş ve standart sapma 0,88 mm ile oldukça düşük varyasyon gözlenmiştir. Bu da ölçümlerin tutarlılığını göstermektedir. Metacarpus kemiklerinin genişlik ve çap ölçümleri de benzer şekilde dar bir aralıkta olup, ölçümlerin güvenilirliğini desteklemektedir. Metatarsus kemikleri ise ortalama GL değeri 237,97 mm ile daha büyük boyutlar göstermekte olup, bu kemikte de standart sapma 0,68 mm gibi düşük bir değerde seyretmektedir. Bu yaş grubunda metatarsusun Metacarpusa göre daha büyük olması, literatürdeki sığır iskelet gelişimiyle uyumludur (Silver, 1969). Bu dönem postnatal büyümenin erken evresi olup, kemiklerde hızlı ancak düzenli bir gelişim süreci yaşanmaktadır.

Tablo 4.1. Simental sol metacarpus kemiklerinin 1 yaş grubuna göre temel istatistikleri

Kemik Tipi	Ölçüm Değişkeni	Ortalama (mm)	Standart Sapma	Minimum (mm)	Maksimum (mm)
Metacarpus	GL	215,15	0,88	214	216,2
Metacarpus	Bp	83,73	0,57	83,2	84,6
Metacarpus	SD	51,38	0,19	51,2	51,7
Metacarpus	d	44,68	0,45	44,2	45,3
Metacarpus	De	33,62	0,5	33,2	34,3
Metacarpus	DD	36,23	0,43	35,4	36,6
Metacarpus	Bd	78,42	0,16	78,2	78,6
Metacarpus	Be	72,03	0,5	71,3	72,5
Metacarpus	Dd	45,87	0,52	45,3	46,5
Metacarpus	Dd/	47,32	0,12	47,2	47,5

Tablo 4.2. Simental sol Metatarsus kemiklerinin 1 yaş grubuna göre temel istatistikleri

Kemik Tipi	Ölçüm Değişkeni	Ortalama (mm)	Standart Sapma	Minimum (mm)	Maksimum (mm)
Metatarsus	GL	237,97	0,68	237,2	238,8
Metatarsus	Bp	67,97	0,72	67,2	68,9
Metatarsus	SD	42,32	0,12	42,2	42,5
Metatarsus	d	41,8	0,36	41,2	42,2
Metatarsus	De	37,45	0,6	36,7	38,5
Metatarsus	DD	37,37	0,63	36,5	38,4
Metatarsus	Bd	74,97	0,45	74,3	75,4
Metatarsus	Be	70,9	0,89	70,2	72,4
Metatarsus	Dd	46,83	0,69	46,2	47,8
Metatarsus	Dd/	45,73	0,55	45,2	46,6

İkinci yaş grubunda hem Metacarpus hem de metatarsus kemiklerinde belirgin bir büyüme gözlemlenmiştir. Metacarpus kemiklerinin GL ortalaması 224,38 mm'ye, metatarsusun GL ortalaması ise 240,95 mm'ye yükselmiştir. Bu artış, yaş ilerledikçe kemiklerin büyüme ve kalınlaşma eğilimini yansıtmaktadır (Tablo 4.3 ve Tablo 4.4). Benzer şekilde çap ve genişlik parametrelerinde de anlamlı artışlar görülmekte, kemiklerin hem uzunluk hem de çevresel yapısında gelişim sürmektedir. Ölçümlerdeki düşük standart sapmalar, bireyler arası varyasyonun kontrol altında olduğunu göstermekte ve çalışma sonuçlarının güvenilirliğini artırmaktadır. Bu bulgu, postnatal dönemde kemik gelişiminde ikinci yılın kritik bir büyüme aşaması olduğunu desteklemektedir (Alpak ve Yılmaz, 2021b).

Tablo 4.3. Simental sol Metacarpus kemiklerinin 2 yaş grubuna göre temel istatistikleri

Kemik Tipi	Ölçüm Değişkeni	Ortalama (mm)	Standart Sapma	Minimum (mm)	Maksimum (mm)
Metacarpus	GL	224,38	1,05	223	225,6
Metacarpus	Bp	86,3	0,53	85,3	86,8
Metacarpus	SD	53,55	0,53	53,1	54,5
Metacarpus	d	46,43	0,12	46,3	46,6
Metacarpus	De	35,13	0,61	34,3	35,6
Metacarpus	DD	37,48	0,29	37,2	37,9
Metacarpus	Bd	81,47	0,14	81,3	81,7
Metacarpus	Be	75,07	0,75	74,2	75,9
Metacarpus	Dd	47,7	0,38	47,3	48,4
Metacarpus	Dd/	46,78	4,56	37,5	49,3

Tablo 4.4. Simental sol Metatarsus kemiklerinin 2 yaş grubuna göre temel istatistikleri

Kemik Tipi	Ölçüm Değişkeni	Ortalama (mm)	Standart Sapma	Minimum (mm)	Maksimum (mm)
Metatarsus	GL	240,95	1,39	238,4	242,5
Metatarsus	Bp	69,43	0,7	68,6	70,2
Metatarsus	SD	43,97	0,5	43,6	44,7
Metatarsus	d	43,5	0,45	43,1	44,3
Metatarsus	De	37,93	0,51	37,3	38,6
Metatarsus	DD	38,02	0,55	37,4	38,7
Metatarsus	Bd	75,93	0,68	75,2	76,7
Metatarsus	Be	73,97	0,5	73,3	74,5
Metatarsus	Dd	47,32	0,79	46,2	48,3
Metatarsus	Dd/	45,35	0,82	44,3	46,7

Tablo 4.5 ve 4.6’da görüldüğü üzere üçüncü yaşta, Metacarpus ve metatarsus kemiklerinin ortalama uzunlukları sırasıyla 230,35 mm ve 244,55 mm olarak ölçülmüştür. Bu yaş grubunda kemik çapları ve genişliklerinde de belirgin artış devam etmektedir. Standart sapma değerleri düşük kalmaya devam ederek ölçümlerin tutarlılığını ortaya koymuştur. Büyümenin devam ettiği bu evre, kemiklerin yapısal olgunlaşma sürecine geçişinin erken aşaması olarak değerlendirilebilir (Uerpman, 1979).

Tablo 4.5. Simental sol Metacarpus kemiklerinin 3 yaş grubuna göre temel istatistikleri

Kemik Tipi	Ölçüm Değişkeni	Ortalama (mm)	Standart Sapma	Min (mm)	Max (mm)
Metacarpus	GL	230,35	1,5	227,8	232
Metacarpus	Bp	89,23	0,61	88,5	90,2
Metacarpus	SD	55,5	0,17	55,3	55,8
Metacarpus	d	47,77	0,47	47,3	48,5
Metacarpus	De	36,42	0,16	36,2	36,6
Metacarpus	DD	39,13	0,44	38,4	39,5
Metacarpus	Bd	84,52	0,4	84,2	85,3
Metacarpus	Be	77,8	0,63	77,2	78,6
Metacarpus	Dd	49,48	0,15	49,3	49,6
Metacarpus	Dd/	50,35	0,12	50,2	50,5

Tablo 4.6. Simental sol Metatarsus kemiklerinin 3 yaş grubuna göre temel istatistikleri

Kemik Tipi	Ölçüm Değişkeni	Ortalama (mm)	Standart Sapma	Min (mm)	Max (mm)
Metatarsus	GL	244,55	1,05	243,5	245,9
Metatarsus	Bp	72,15	0,78	71,3	73,5
Metatarsus	SD	45,82	0,47	45,4	46,5
Metatarsus	d	45,4	0,41	45,1	46,1
Metatarsus	De	41,2	0,96	40,3	42,8
Metatarsus	DD	41,15	0,73	40,3	42,3
Metatarsus	Bd	78,03	0,56	77,2	78,7
Metatarsus	Be	74,8	1,18	73,6	76,7
Metatarsus	Dd	47,8	0,38	47,2	48,3
Metatarsus	Dd/	45,13	0,74	44,5	46,5

Tablo 4.7 ve Tablo 4.8'e göre (Simental, 4 yaş, sol Metacarpus ve Metatarsus) kemik ölçümleri, dördüncü yaş grubunda kemik uzunluklarında artış sürse de büyüme hızı yavaşlamıştır; Metacarpus GL ortalaması 236,8 mm, Metatarsus GL ise 247,57 mm olarak bulunmuştur. Çap ve genişlik ölçümlerindeki artışlar da daha sınırlı seviyede gerçekleşmiş ve kemiklerin olgunlaşma evresine geçişini işaret etmiştir.

Tablo 4.7. Simental sol Metacarpus kemiklerinin 4 yaş grubuna göre temel istatistikleri

Kemik Tipi	Ölçüm Değişkeni	Ortalama (mm)	Standart Sapma	Min (mm)	Max (mm)
Metacarpus	GL	236,8	2,29	234,8	241,2
Metacarpus	Bp	91,37	0,7	90,2	92,4
Metacarpus	SD	57,67	0,52	57,2	58,5
Metacarpus	d	49,67	0,46	49,3	50,3
Metacarpus	De	38,23	1,09	37,2	39,6
Metacarpus	DD	40,38	0,26	40,1	40,7
Metacarpus	Bd	86,73	0,42	86,3	87,3
Metacarpus	Be	79,45	0,21	79,2	79,7
Metacarpus	Dd	50,43	0,72	49,5	51,7
Metacarpus	Dd/	51,8	0,56	51,3	52,5

Tablo 4.8. Simental sol Metatarsus kemiklerinin 4 yaş grubuna göre temel istatistikleri

Kemik Tipi	Ölçüm Değişkeni	Ortalama (mm)	Standart Sapma	Min (mm)	Max (mm)
Metatarsus	GL	247,57	1,41	245,9	249,8
Metatarsus	Bp	74,55	0,6	73,5	75,2
Metatarsus	SD	46,88	1,02	45,6	48,6
Metatarsus	d	46,52	1	45,3	48,2
Metatarsus	De	44,68	0,83	43,3	45,8
Metatarsus	DD	44,55	0,72	43,6	45,5
Metatarsus	Bd	80,18	0,76	79,3	81,2
Metatarsus	Be	78,13	2,35	74,5	80,6
Metatarsus	Dd	48,83	0,6	48,3	49,8
Metatarsus	Dd/	46,4	0,83	45,2	47,3

Tablo 4.9 ve Tablo 4.10’da verildiği üzere (Simental, 5 yaş, Beşinci yaşta, Metacarpus ve metatarsus kemiklerinde büyümenin minimal seviyelere indiği ve kemik boyutlarının büyük oranda stabil hale geldiği görülmüştür. Metacarpus GL ortalaması 239,89 mm, metatarsus GL ise 253,28 mm olarak ölçülmüştür. Bu yaş grubunda kemik morfolojisinde tam olgunlaşma dönemi yaşanmakta olup, bireyler arası ölçüm farklılıkları standart sapma değerleriyle birlikte kontrol altındadır. Bu sonuçlar, sığırların osteometrik kemik gelişiminin 5 yaş civarında tamamlandığını destekleyen önemli verilerdir.

Tablo 4.9. Simental sol Metacarpus kemiklerinin 5 yaş grubuna göre temel istatistikleri

Kemik	Ölçüm	Ortalama	Standart	Min	Max
Tipi	Değişkeni	(mm)	Sapma	(mm)	(mm)
Metacarpus	GL	239.89	1.18	237.6	242.2
Metacarpus	Bp	68.90	0.85	67.2	70.1
Metacarpus	SD	27.94	0.45	27.0	28.6
Metacarpus	d	26.93	0.43	26.1	27.6
Metacarpus	De	20.48	0.35	20.0	20.9
Metacarpus	DD	27.36	0.50	26.3	28.1
Metacarpus	Bd	63.29	0.62	62.1	64.2
Metacarpus	Be	63.11	0.65	62.0	64.3
Metacarpus	Dd	30.68	0.28	30.2	31.2
Metacarpus	Dd/	31.63	0.26	31.2	31.9

Tablo 4.10. Simental sol Metatarsus kemiklerinin 5 yaş grubuna göre temel istatistikleri

Kemik	Ölçüm	Ortalama	Standart	Min	Max
Tipi	Değişkeni	(mm)	Sapma	(mm)	(mm)
Metatarsus	GL	253,28	1,5	251,3	255,5
Metatarsus	Bp	76,18	1,1	74,8	77,9
Metatarsus	SD	49,88	0,63	49,2	50,7
Metatarsus	d	49,47	0,53	49,1	50,2
Metatarsus	De	45,77	0,66	45,1	46,8
Metatarsus	DD	45,73	0,51	45,3	46,5
Metatarsus	Bd	81,63	0,95	80,3	82,6
Metatarsus	Be	80,37	1,32	78,3	81,6
Metatarsus	Dd	48,92	0,46	48,2	49,3
Metatarsus	Dd/	46,63	0,83	45,3	47,7

Tablo 4.11 ve Tablo 4.12'ye göre (Holstein, 1 yaş, sol Metacarpus ve metatarsus kemikleri) verileri, Holstein türünde 1 yaş grubundaki kemik ölçümleri, Simental türüne kıyasla genel olarak daha küçük boyutlar göstermiştir. Metacarpus GL ortalaması 217,48 mm, metatarsus GL ise 240,47 mm olarak ölçülmüştür. Standart sapma değerleri düşük olup ölçümlerin güvenilirliğini desteklemektedir. Bu bulgular, Holstein ırkının kemik morfometrisinde genetik farklılıkların etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 4.11. Holstein sol Metacarpus kemiklerinin 1 yaş grubuna göre temel istatistikleri

Kemik Tipi	Ölçüm Değişkeni	Ortalama (mm)	Standart Sapma	Min (mm)	Max (mm)
Metacarpus	GL	217,48	0,77	216,6	218,5
Metacarpus	Bp	64,97	0,92	64,3	66,8
Metacarpus	SD	32,93	0,81	32,1	34,2
Metacarpus	d	34,7	1,06	33,7	36,6
Metacarpus	De	24,47	0,58	23,5	25,1
Metacarpus	DD	27,23	1,63	24,2	28,7
Metacarpus	Bd	65,23	1,35	63,4	66,8
Metacarpus	Be	62,78	0,74	62	63,7
Metacarpus	Dd	29,63	0,16	29,4	29,8
Metacarpus	Dd/	31,07	0,59	30,3	31,8

Tablo 4.12. Holstein sol Metatarsus kemiklerinin 1 yaş grubuna göre temel istatistikleri

Kemik Tipi	Ölçüm Değişkeni	Ortalama (mm)	Standart Sapma	Min (mm)	Max (mm)
Metatarsus	GL	240,47	0,4	239,9	240,9
Metatarsus	Bp	58,32	0,65	57,4	59,1
Metatarsus	SD	31,58	0,88	30,1	32,5
Metatarsus	d	31,22	0,4	30,8	31,9
Metatarsus	De	30,73	0,54	30,2	31,4
Metatarsus	DD	29,27	0,45	28,7	30
Metatarsus	Bd	58,48	0,47	57,9	59,1
Metatarsus	Be	57,3	0,68	56,4	58,2
Metatarsus	Dd	35,2	0,14	35	35,4
Metatarsus	Dd/	35,88	0,25	35,6	36,3

Tablo 4.13 ve Tablo 4.14 (Holstein, 2 yaş, sol Metacarpus ve metatarsus) kemiklerinde, İkinci yaş grubunda, Holstein kemiklerinde büyüme belirgindir; Metacarpus GL ortalaması 224,95 mm'ye, metatarsus GL 244,47 mm'ye yükselmiştir. Çap ve genişliklerdeki artışlar da kemik gelişimini desteklemektedir. Standart sapmalar düşük olup bireyler arası ölçüm varyasyonları kontrol altındadır. Bu durum, Holstein ırkının büyüme sürecinin sağlıklı ve düzenli olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.13. Holstein sol Metacarpus kemiklerinin 2 yaş grubuna göre temel istatistikleri

Kemik Tipi	Ölçüm Değişkeni	Ortalama (mm)	Standart Sapma	Min (mm)	Max (mm)
Metacarpus	GL	224,95	0,72	224,3	226,2
Metacarpus	Bp	66,83	0,7	65,9	67,6
Metacarpus	SD	35,88	1,3	34,3	38,1
Metacarpus	d	37,37	0,98	36,2	38,4
Metacarpus	De	25,18	0,29	24,8	25,6
Metacarpus	DD	29,33	0,62	28,2	29,9
Metacarpus	Bd	65,4	1,51	63	67,4
Metacarpus	Be	62,53	1,83	61	65,7
Metacarpus	Dd	32,13	0,63	31,2	32,7
Metacarpus	Dd/	34,02	0,51	33,5	34,9

Tablo 4.14. Holstein sol Metatarsus kemiklerinin 2 yaş grubuna göre temel istatistikleri

Kemik Tipi	Ölçüm Değişkeni	Ortalama (mm)	Standart Sapma	Min (mm)	Max (mm)
Metatarsus	GL	244,47	0,55	243,9	245,2
Metatarsus	Bp	61,73	0,79	60,2	62,4
Metatarsus	SD	32,97	0,63	32,1	33,7
Metatarsus	d	34,92	0,5	34,2	35,6
Metatarsus	De	30,88	0,61	30,2	31,5
Metatarsus	DD	32,13	0,62	31	32,7
Metatarsus	Bd	64,32	0,62	63,3	65
Metatarsus	Be	63,08	0,63	62,1	63,9
Metatarsus	Dd	36,88	0,28	36,5	37,2
Metatarsus	Dd/	38,62	0,49	37,9	39,2

Tablo 4.15 ve Tablo 4.16’de (Holstein, 3 yaş, sol Metacarpus ve metatarsus) görüldüğü gibi Üçüncü yaşta, Metacarpus GL ortalaması 233,2 mm, metatarsus GL ise 252,8 mm olarak ölçülmüştür. Kemik çap ve genişliklerinde de artış sürmüştür. Ölçüm tutarlılığı yüksek olup, bireyler arası varyasyonlar sınırlıdır. Bu yaş grubunda kemiklerin yapısal olgunlaşma süreci devam etmektedir.

Tablo 4.15. Holstein sol Metacarpus kemiklerinin 3 yaş grubuna göre temel istatistikleri

Kemik Tipi	Ölçüm Değişkeni	Ortalama (mm)	Standart Sapma	Min (mm)	Max (mm)
Metacarpus	GL	233,2	1,22	231,4	234,5
Metacarpus	Bp	67,95	0,71	66,9	68,9
Metacarpus	SD	38,15	1,55	37	40,2
Metacarpus	d	40,6	1,33	39	42,4
Metacarpus	De	26,53	0,54	26,2	27,6
Metacarpus	DD	30,53	0,31	30,2	30,9
Metacarpus	Bd	69,13	0,73	68,3	70,1
Metacarpus	Be	64,83	1,94	62,3	67,8
Metacarpus	Dd	33,82	0,62	33,2	34,6
Metacarpus	Dd/	35,53	0,28	35,2	35,9

Tablo 4.16. Holstein sol Metatarsus kemiklerinin 3 yaş grubuna göre temel istatistikleri

Kemik Tipi	Ölçüm Değişkeni	Ortalama (mm)	Standart Sapma	Min (mm)	Max (mm)
Metatarsus	GL	252,8	1,52	250,8	254,6
Metatarsus	Bp	64,95	1,03	63,2	66
Metatarsus	SD	35,3	0,49	34,7	36
Metatarsus	d	36,73	0,4	36,1	37,2
Metatarsus	De	32,13	0,74	30,8	32,8
Metatarsus	DD	32,97	0,84	31,4	33,9
Metatarsus	Bd	67,18	0,73	66,1	68,1
Metatarsus	Be	65,32	0,62	64,4	66,1
Metatarsus	Dd	40,75	1,14	39,2	42,3
Metatarsus	Dd/	42,15	1,47	39,4	43,4

Tablo 4.17 ve Tablo 4.18 (Holstein, 4 yaş, sol Metacarpus ve metatarsus) ölçümlerinde, Dördüncü yaşta, büyüme yavaşlayarak kemiklerin olgunlaşma dönemi başlamıştır. Metacarpus GL 234,52 mm, metatarsus GL ise 255,33 mm olarak ölçülmüştür. Diğer parametrelerdeki artışlar da ılımlı seyretmekte ve kemiklerin yapısal gelişiminde stabilizasyon yaşanmaktadır.

Tablo 4.17. Holstein SOL Metacarpus kemiklerinin 4 yaş grubuna göre temel istatistikleri

Kemik Tipi	Ölçüm Değişkeni	Ortalama (mm)	Standart Sapma	Min (mm)	Max (mm)
Metacarpus	GL	234,52	0,39	234,1	235,2
Metacarpus	Bp	67,3	0,47	66,7	67,9
Metacarpus	SD	41,48	1,15	39,5	42,7
Metacarpus	d	42,73	0,54	42,2	43,5
Metacarpus	De	28,42	0,31	28,1	28,9
Metacarpus	DD	31,2	0,48	30,3	31,7
Metacarpus	Bd	71,87	0,59	70,9	72,7
Metacarpus	Be	68,53	1,06	67,2	69,6
Metacarpus	Dd	35,65	0,39	35,3	36,4
Metacarpus	Dd/	37,37	0,16	37,1	37,5

Tablo 4.18. Holstein sol Metatarsus kemiklerinin 4 yaş grubuna göre temel istatistikleri

Kemik Tipi	Ölçüm Değişkeni	Ortalama (mm)	Standart Sapma	Min (mm)	Max (mm)
Metatarsus	GL	255,33	0,69	254,7	256,3
Metatarsus	Bp	63,57	0,52	62,9	64,1
Metatarsus	SD	35,78	0,78	35	37,1
Metatarsus	d	37,07	0,6	36,4	38,1
Metatarsus	De	33,15	0,85	32,2	34,5
Metatarsus	DD	34,57	1,13	33,2	36,1
Metatarsus	Bd	68,78	0,62	68	69,6
Metatarsus	Be	67,48	0,72	66,3	68,3
Metatarsus	Dd	42,98	0,7	42	43,9
Metatarsus	Dd/	43,9	0,85	42,7	44,9

Tablo 4.19 ve Tablo 4.20'ya göre (Holstein, 5 yaş, sol Metacarpus ve metatarsus) kemiklerinde, beşinci yaşta, kemik uzunlukları ve diğer ölçümler önceki yaş gruplarına kıyasla stabilize olmuş ve minimal değişimler göstermiştir. Metacarpus GL ortalaması 235,27 mm, metatarsus GL 257,83 mm olarak bulunmuştur. Bu dönem, Holstein türünün kemik morfolojisinin tam olgunluğa ulaştığını göstermektedir. Standart sapmalar düşük kalmaya devam ederek ölçümlerin güvenilirliğini desteklemektedir.

Tablo 4.19. Holstein sol Metacarpus kemiklerinin 5 yaş grubuna göre temel istatistikleri

Kemik Tipi	Ölçüm Değişkeni	Ortalama (mm)	Standart Sapma	Min (mm)	Max (mm)
Metacarpus	GL	235,27	1,2	233,1	236,4
Metacarpus	Bp	69,02	0,9	68,1	70,4
Metacarpus	SD	41,62	0,86	40	42,2
Metacarpus	d	42,87	0,53	42,3	43,5
Metacarpus	De	30,17	0,26	29,7	30,4
Metacarpus	DD	31,8	0,5	31,2	32,4
Metacarpus	Bd	73,95	0,92	72,9	75,4
Metacarpus	Be	69,22	0,91	68,3	70,6
Metacarpus	Dd	37,78	0,6	37,3	38,6
Metacarpus	Dd/	39,55	0,28	39,3	39,9

Tablo 4.20. Holstein sol Metatarsus kemiklerinin 5 yaş grubuna göre temel istatistikleri

Kemik Tipi	Ölçüm Değişkeni	Ortalama (mm)	Standart Sapma	Min (mm)	Max (mm)
Metatarsus	GL	257,83	0,43	257,2	258,4
Metatarsus	Bp	66,08	1	64,7	67,1
Metatarsus	SD	35,88	0,38	35,4	36,3
Metatarsus	d	37,73	0,59	37	38,3
Metatarsus	De	34,1	1,09	32,3	35,3
Metatarsus	DD	35,35	0,67	34,5	36,2
Metatarsus	Bd	71,33	0,97	70,1	72,5
Metatarsus	Be	69,93	1,05	68,4	71,2
Metatarsus	Dd	45,45	0,23	45,2	45,8
Metatarsus	Dd/	46	0,62	45	46,9

Veri analizleri sonucunda, Holstein ve Simental ırkları arasında metacarpus ve metatarsus kemik ölçümleri açısından belirgin farklar tespit edilmiştir. Simental ırkında metacarpus uzunluğu 1 yaşta ortalama 215,15 mm iken, Holstein’da aynı yaşta 217,48 mm olarak belirlenmiştir. Beş yaşta ise bu değerler sırasıyla 239,89 mm ve 245,20 mm’ye ulaşmıştır. Bu fark, Holstein ırkında iskelet büyümesinin daha uzun süre devam ettiğini ve epifiz plaklarının daha geç kapanma eğiliminde olduğunu göstermektedir. Ayrıca her iki ırkta da metatarsus kemiklerinin metacarpuslara kıyasla daha yüksek ortalama değerlere sahip olması, arka ekstremitelerdeki büyüme plaklarının ön ekstremitelere göre daha geç kapanma eğilimini ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, epifiz plaklarının kapanma zamanlamasının ırkın genetik yapısı ve

ekstremitte fonksiyonlarıyla ilişkili olduğunu desteklemektedir. Holstein ırkında süt tipi yapının, Simental’de ise kombine tipin kemik gelişim hızına yansıdığı düşünülmektedir.

Çalışmada hesaplanan 20 osteometrik indeksin temel istatistiksel değerleri, kemik morfolojisindeki oranların dağılımı ve varyasyonları hakkında ayrıntılı bilgiler sunmaktadır. İndekslerin ortalama değerleri, kemik uzunluğu ile genişliği arasındaki farklı oransal ilişkileri açıkça ortaya koymaktadır. Örneğin, I1 indeksinin ($Bp/GL \times 100$) ortalama değeri 30,8 olup, minimum 23,8 ve maksimum 39,5 arasında değişmektedir; bu durum kemiklerde bireyler arası belirgin morfolojik farklılıkların varlığını göstermektedir. I2’den I9’a kadar olan indekslerin ortalamaları 14,4 ile 31,4 arasında değişmekte ve standart sapmaları 2,0 ile 4,9 arasında dar bir varyasyon aralığı sergilemektedir. Bu da bu indekslerin popülasyon içinde nispeten tutarlı olduğu ancak yaşa bağlı küçük farklılıklar taşıdığına işaret etmektedir. I10’dan I20’ye kadar olan indeksler daha yüksek ortalama değerlere sahiptir; örneğin I12 indeksinin ortalaması 177,2 iken I20’nin 57,8’dir. Standart sapmalar ise 4,9 ile 10,9 arasında değişmekte olup, bu aralıklar yaşa bağlı morfolojik değişimlerin düzenli ve kontrollü olduğunu göstermektedir. Genel olarak, bu istatistiksel veriler osteometrik indekslerin kemik morfolojisindeki değişimleri güvenilir şekilde yansıttığını ve yaş tahmini çalışmalarında kullanılabilecek sağlam parametreler olduğunu desteklemektedir (Tablo 4.21).

Tablo 4.21. İndekslere ait temel istatistikler

İndeks	Ortalama (Genel)	SD (Genel)	Min (Genel)	Max (Genel)
I1	30,8	4,9	23,8	39,5
I2	18,3	3,8	12,5	24,6
I3	31,4	3,7	24,1	37,4
I4	17,8	2,4	12,8	21,3
I5	14,4	2,2	10,6	18,5
I6	15,0	2,0	11,1	18,4
I7	29,7	3,0	23,5	35,1
I8	17,9	2,8	13,2	22,0
I9	18,1	2,6	13,9	23,0
I10	30,8	4,9	23,8	39,5
I11	102,0	8,3	90,2	118,0
I12	177,2	7,4	161,3	200,3
I13	81,8	10,8	61,8	102,7
I14	84,8	7,2	70,3	98,1
I15	168,1	9,1	150,4	197,0
I16	101,4	10,9	78,6	124,3
I17	102,5	10,5	81,0	126,7
I18	97,7	5,4	89,1	107,9
I19	60,3	5,3	46,5	66,8
I20	57,8	4,9	45,9	66,3

Minimum ve maksimum değerler arasındaki farklar ise, kemik oranlarının hem bireysel gelişim farklılıkları hem de yaş grubuna bağlı değişkenlikler içerdiğini işaret etmektedir. Özellikle daha düşük ortalama ve standart sapma değerlerine sahip indekslerin, kemiklerdeki ince yapısal adaptasyonların göstergesi olduğu söylenebilir.

Genel olarak, bu temel istatistikler osteometrik indekslerin yaş tahmini için uygun ve anlamlı değişkenler olduğunu desteklemekte; yaşa bağlı morfolojik değişimlerin bu indeksler üzerinden sayısal olarak izlenebileceğini göstermektedir. Ayrıca, indekslerin varyasyonlarının sınırlı olması, ölçümlerin tekrarlanabilirliği ve popülasyon genelindeki genellenebilirliği açısından olumlu bir işaret olarak değerlendirilebilir.

Araştırmada kullanılan 30 değişkenin dağılım özellikleri, korelasyon analizlerinde uygun testlerin belirlenmesi açısından Kolmogorov-Smirnov normalite testi ile değerlendirilmiştir.

Test sonuçları, bazı indekslerin ve ölçümlerin normal dağılım varsayımını sağlamadığını ortaya koymuş, bu değişkenler için parametrik olmayan Spearman korelasyon testi uygun bulunmuştur. Diğer yandan, kemik uzunluğu (GL), diafiz en küçük derinliği (De), metafiz genişliği (Bd) ve metafiz derinliği (Be) gibi temel ölçüm değişkenleri ise normal dağılım göstermiş ve bu nedenle Pearson korelasyon testi için uygunluk taşımaktadır. Bu ayrım, korelasyon analizlerinin geçerliliğini ve güvenilirliğini artırmak amacıyla kritik öneme sahiptir.

Bulgular, morfometrik indekslerin çoğunun parametrik olmayan testlerle analiz edilmesi gerektiğini, temel ölçümlerin ise parametrik testlerle değerlendirilmesinin mümkün olduğunu göstermektedir. Böylece, çalışma kapsamında yapılan korelasyon analizlerinde hem ölçümlerin hem de indekslerin dağılım özelliklerine uygun istatistiksel yöntemlerin kullanılması sağlanmıştır (Tablo 4.22).

Tablo 4.22. Kolmogorov-Smirnov testi sonuçları

Değişken	KS İstatistiği	p-değeri	Test	Değişken	KS İstatistiği	p-değeri	Test
I1	0,231	0	Spearman	I16	0,19	0	Spearman
I2	0,168	0	Spearman	I17	0,107	0,007	Spearman
I3	0,149	0	Spearman	I18	0,143	0	Spearman
I4	0,115	0,003	Spearman	I19	0,211	0	Spearman
I5	0,163	0	Spearman	I20	0,176	0	Spearman
I6	0,191	0	Spearman	GL	0,07	0,183	Pearson
I7	0,109	0,006	Spearman	Bp	0,187	0	Spearman
I8	0,164	0	Spearman	SD	0,118	0,002	Spearman
I9	0,143	0	Spearman	d	0,089	0,041	Spearman
I10	0,231	0	Spearman	De	0,05	0,583	Pearson
I11	0,252	0	Spearman	DD	0,096	0,023	Spearman
I12	0,095	0,024	Spearman	Bd	0,051	0,555	Pearson
I13	0,125	0,001	Spearman	Be	0,059	0,365	Pearson
I14	0,11	0,006	Spearman	Dd	0,191	0	Spearman
I15	0,153	0	Spearman	Dd/	0,144	0	Spearman

Isparta ve çevresinden derlenen ve ilgili resmi belgeleri de kayıt altına alınan 1 ile 5 aş arasındaki 60 dişi sığırın metapodium kemikleri; ön ayak metacarpus ve arka ayak metatarsus olarak iki grup halinde araştırmamızda değerlendirilip analiz edilmiştir.

Laboratuvara getirilen metapodium kemiklerinin deforme olmamış sağlam ve en uygunları seçilmiştir. Gerekli analiz ön hazırlıklarından sonra ayırım yapılmadan sağ ve sol ekstremiteye ait kemikler analiz kapsamında yer almıştır.

Çalışmamıza konu olan bu 60 sığırın önce küpe numarası, doğum, yaş ve cinsiyet bilgilerini içeren bilgileri aşağıdaki Tablo 4.23 ve 4.24’de verilmiştir.

Devamında da yine bu 60 dişi sığırın diğer inceleme ve analize konu olan verileri Tablo 4.25, 4.26, 4.27, 4.28, 4.29, 4.30, 4.31 ve 4.32’de verilmiştir. Bu tabloların devamında da Tablo 4.33, 4.34, 4.35, 4.36, 4.37, 4.38, 4.39 ve 4.40’da indeks bilgileri sunulmuştur.

Tablo 4.23. Holstein dişi sığır bilgileri

Küpe Numarası	Doğum Tarihi	Yaş	Cinsiyet
TR151541765	12.01.2023	1	Dişi
TR151541763	16.01.2023	1	Dişi
TR32936635	22.06.2023	1	Dişi
TR32975968	01.02.2024	1	Dişi
TR32999861	23.02.2024	1	Dişi
TR151568747	15.06.2023	1	Dişi
TR151494989	04.09.2022	2	Dişi
TR151491630	26.04.2022	2	Dişi
TR32926625	09.03.2022	2	Dişi
TR151461165	25.03.2023	2	Dişi
TR32926624	22.05.2023	2	Dişi
TR151434326	02.06.2022	2	Dişi
TR151434894	17.05.2021	3	Dişi
TR32847390	02.03.2021	3	Dişi
TR32892334	29.10.2021	3	Dişi
TR32873694	04.12.2021	3	Dişi
TR15446506	15.11.2021	3	Dişi
TR32841566	15.06.2021	3	Dişi
TR105332664	27.05.2020	4	Dişi
TR105353706	02.10.2020	4	Dişi
TR105341279	15.08.2020	4	Dişi
TR32817314	10.09.2020	4	Dişi
TR32827364	15.09.2020	4	Dişi
TR32828203	07.12.2020	4	Dişi
TR151279731	19.09.2019	5	Dişi
TR201389168	31.12.2019	5	Dişi
TR32779072	02.08.2019	5	Dişi
TR32795925	31.12.2019	5	Dişi
TR151233191	01.03.2019	5	Dişi
TR32795924	30.12.2019	5	Dişi

Tablo 4.24. Simental dişi sığır bilgileri

Küpe Numarası	Doğum Tarihi	Yaş	Cinsiyet
TR32936600	30.05.2023	1	Dişi
TR151552067	18.06.2023	1	Dişi
TR364400370	12.01.2023	1	Dişi
TR151569434	13.05.2024	1	Dişi
TR151623044	20.02.2024	1	Dişi
TR151599208	01.06.2023	1	Dişi
TR151598215	01.03.2022	2	Dişi
TR321039188	01.01.2022	2	Dişi
TR151512423	30.09.2022	2	Dişi
TR151459254	02.01.2022	2	Dişi
TR32919103	15.01.2022	2	Dişi
TR151598240	01.03.2022	2	Dişi
TR32873809	15.12.2021	3	Dişi
TR32846021	07.02.2021	3	Dişi
TR32864932	10.03.2021	3	Dişi
TR32892595	05.08.2021	3	Dişi
TR15144137	31.10.2021	3	Dişi
TR151400935	15.05.2021	3	Dişi
TR151323971	15.05.2020	4	Dişi
TR151291269	03.03.2020	4	Dişi
TR32826109	10.07.2020	4	Dişi
TR32807736	12.03.2020	4	Dişi
TR151352929	21.09.2020	4	Dişi
TR254473566	13.01.2020	4	Dişi
TR151265570	19.06.2019	5	Dişi
TR151216464	13.02.2019	5	Dişi
TR32911279	01.11.2019	5	Dişi
TR151283197	05.10.2019	5	Dişi
TR042321981	22.04.2019	5	Dişi
TR322754995	11.01.2019	5	Dişi

Tablo 4.25. Holstein sağ (arka ayak) metatarsus

Küpe Numarası	Yaş	GL	Bp	SD	d	e	DD	Bd	Be	De	Dd
TR151541765	1	241,2	59,5	32,4	32,5	30,0	29,5	59,0	58,5	35,4	36,1
TR151541763	1	239,7	59,2	32,8	32,9	29,7	29,3	59,7	58,6	35,7	36,1
TR32936635	1	239,9	58,8	31,1	31,3	30,5	29,5	60,4	59,3	34,5	37,2
TR32975968	1	240,6	59,9	32,2	33,5	31,4	30,2	59,8	56,5	35,8	35,9
TR32999861	1	241,2	57,8	32,2	34,6	30,2	29,4	62,3	59,4	36,0	37,3
TR151568747	1	241,4	58,4	30,3	32,8	29,5	28,8	58,6	57,4	35,5	36,4
TR151494989	2	244,3	60,5	32,6	34,9	31,2	30,5	63,5	62,3	37,4	38,7
TR151491630	2	244,2	62,5	33,5	35,3	32,5	31,6	64,5	62,5	37,5	38,7
TR32926625	2	245,5	62,4	34,3	35,2	32,6	31,5	64,7	63,5	38,5	39,5
TR151461165	2	244,8	63,4	32,6	35,9	33,6	31,9	65,8	63,5	36,7	37,4
TR32926624	2	243,6	62,8	34,3	36,4	34,3	32,6	66,5	64,6	37,8	38,6
TR151434326	2	245,6	63,4	34,6	35,4	33,4	33,2	66,7	63,5	37,9	39,5
TR151434894	3	250,1	63,5	35,3	37,6	32,9	31,2	68,5	66,5	39,4	40,0
TR32847390	3	252,6	63,7	35,6	37,9	35,4	34,6	67,7	63,6	40,3	41,3
TR32892334	3	254,4	65,8	35,3	38,4	34,8	33,2	67,8	66,4	40,7	42,3
TR32873694	3	251,5	65,9	36,0	38,9	36,0	34,5	68,7	65,6	41,3	43,6
TR15446506	3	253,4	66,2	35,7	37,6	36,5	32,4	69,6	67,6	42,0	43,3
TR32841566	3	254,2	66,6	36,4	37,8	34,5	31,5	68,4	67,5	43,5	43,9
TR105332664	4	255,1	64,5	36,5	37,5	36,3	34,5	69,6	67,9	42,9	44,5
TR105353706	4	256,5	63,9	36,4	37,9	35,7	34,3	68,5	68,1	42,8	43,5
TR105341279	4	255,3	64,6	35,4	37,6	35,0	33,8	69,7	67,5	42,6	44,3
TR32817314	4	254,9	64,8	35,4	36,6	36,7	35,6	69,5	66,9	43,6	45,4
TR32827364	4	256,7	65,3	37,4	38,8	37,3	36,4	69,4	68,6	44,5	45,6
TR32828203	4	254,4	64,8	37,9	38,7	37,4	36,4	70,5	69,6	45,3	45,6
TR151279731	5	257,3	65,8	35,3	37,8	36,5	34,7	70,7	68,5	45,4	45,7
TR201389168	5	257,6	66,2	35,3	37,6	36,0	34,9	71,6	70,2	46,0	47,5
TR32779072	5	258,3	66,4	36,4	38,6	38,5	36,8	71,4	70,5	45,7	46,5
TR32795925	5	257,6	66,7	37,4	39,6	37,5	35,6	71,6	70,2	45,3	47,5
TR151233191	5	257,6	68,1	35,0	37,4	38,4	36,4	72,4	69,9	45,7	46,5
TR32795924	5	258,3	67,4	35,7	36,7	36,4	34,9	73,5	72,3	45,6	46,5

Tablo 4.26. Holstein ırkı sağ (ön ayak) metacarpus

Küpe Numarası	Yaş	GL	Bp	SD	d	e	DD	Bd	Be	De	Dd
TR151541765	1	219,4	67,8	33,9	34,8	24,6	24,7	66,3	62,4	29,5	31,3
TR151541763	1	218,8	65,5	32,8	33,2	23,5	27,8	65,7	59,3	29,2	30,8
TR32936635	1	219,0	65,8	32,7	34,5	23,8	28,1	66,0	60,1	29,4	31,0
TR32975968	1	220,6	66,7	32,9	34,6	24,0	28,4	66,2	59,7	29,8	31,2
TR32999861	1	219,9	65,3	33,6	35,2	23,4	27,9	65,8	59,0	29,3	30,5
TR151568747	1	220,4	65,7	34,5	36,4	23,3	27,6	65,4	59,2	29,0	30,6
TR151494989	2	227,4	67,9	34,6	36,7	25,1	29,2	68,4	62,7	32,0	33,8
TR151491630	2	226,9	68,3	35,6	36,9	25,4	29,5	68,7	63,0	32,3	34,0
TR32926625	2	226,6	68,5	35,7	37,2	25,0	29,0	68,1	62,4	31,8	33,5
TR151461165	2	228,3	68,6	36,1	37,6	25,2	29,3	68,3	62,6	32,1	33,7
TR32926624	2	225,4	69,2	36,8	38,4	25,5	29,6	68,9	63,2	32,4	34,1
TR151434326	2	229,3	68,5	38,2	38,5	24,9	28,9	68,0	62,3	31,7	33,4
TR151434894	3	234,7	69,9	37,5	39,8	26,7	30,0	70,7	64,4	33,8	35,4
TR32847390	3	235,4	70,2	37,8	39,4	26,4	30,7	70,3	64,0	33,5	35,2
TR32892334	3	233,9	70,5	37,7	40,1	26,8	30,2	70,9	64,6	34,0	35,6
TR32873694	3	236,6	69,8	38,0	40,7	26,6	30,9	70,6	64,3	33,7	35,3
TR15446506	3	236,4	68,9	40,7	41,6	27,0	30,3	71,1	64,8	34,1	35,7
TR32841566	3	234,6	70,4	40,6	42,5	26,3	30,6	70,2	63,9	33,4	35,0
TR105332664	4	237,4	69,5	41,0	42,7	28,4	30,1	73,0	66,5	35,9	37,5
TR105353706	4	236,9	68,7	41,5	42,4	28,1	31,8	72,7	66,2	35,6	37,2
TR105341279	4	237,3	69,6	42,0	42,7	28,5	31,2	73,1	66,6	36,0	37,6
TR32817314	4	236,9	68,9	43,4	43,7	28,2	31,9	72,8	66,3	35,7	37,3
TR32827364	4	237,7	68,8	43,2	43,6	28,3	31,0	72,9	66,4	35,8	37,4
TR32828203	4	237,3	69,3	42,4	42,9	28,1	31,8	72,7	66,2	35,6	37,2
TR151279731	5	238,2	70,1	41,7	42,3	30,2	32,3	76,5	69,7	38,0	39,7
TR201389168	5	239,1	70,3	42,7	43,6	30,0	32,0	76,2	69,4	37,8	39,5
TR32779072	5	237,8	71,6	42,6	42,9	30,3	31,4	76,6	69,8	38,1	39,8
TR32795925	5	237,9	71,3	40,4	42,8	29,9	31,9	76,1	69,3	37,7	39,4
TR151233191	5	238,4	70,4	42,4	43,7	30,1	31,2	76,4	69,6	37,9	39,6
TR32795924	5	238,7	71,4	42,1	42,8	30,0	32,1	76,2	69,5	37,8	39,5

Tablo 4.27. Holstein sol (arka ayak) metatarsus

Küpe Numarası	Yaş	GL	Bp	SD	d	e	DD	Bd	Be	De	Dd
TR151541765	1	240,8	58,9	32,1	31,9	30,5	29,3	58,3	57,9	35,1	35,6
TR151541763	1	239,9	58,5	32,5	31,4	30,2	29,0	58,1	58,2	35,2	35,9
TR32936635	1	240,1	57,8	31,0	30,8	30,6	29,5	59,1	57,4	35,3	36,0
TR32975968	1	240,4	59,1	32,0	31,2	31,4	30,0	58,9	56,4	35,4	35,7
TR32999861	1	240,9	57,4	31,8	30,9	31,4	29,1	58,6	57,1	35,2	36,3
TR151568747	1	240,7	58,2	30,1	31,1	30,3	28,7	57,9	56,8	35,0	35,8
TR151494989	2	244,0	60,2	32,3	34,2	30,5	31,0	63,3	62,7	37,1	37,9
TR151491630	2	244,6	62,1	33,1	35,2	30,2	31,9	64,2	62,1	37,2	38,3
TR32926625	2	245,2	61,9	33,4	35,1	31,4	32,5	64,0	63,3	36,9	39,1
TR151461165	2	243,9	62,1	32,1	35,6	31,4	32,7	64,8	63,9	37,0	39,2
TR32926624	2	244,1	61,7	33,2	34,5	30,3	32,4	64,6	63,0	36,5	38,7
TR151434326	2	245,0	62,4	33,7	34,9	31,5	32,3	65,0	63,5	36,6	38,5
TR151434894	3	250,8	63,2	34,9	36,7	30,8	31,4	66,1	65,2	39,2	39,4
TR32847390	3	253,1	64,3	35,1	36,8	32,5	33,0	66,7	64,9	41,0	41,9
TR32892334	3	254,1	65,2	34,7	36,5	32,7	33,0	67,1	65,5	40,2	42,1
TR32873694	3	251,2	65,4	35,6	37,2	32,1	33,9	67,8	66,1	40,1	42,9
TR15446506	3	253,0	65,6	36,0	36,1	32,8	33,2	67,3	64,4	41,7	43,2
TR32841566	3	254,6	66,0	35,5	37,1	31,9	33,3	68,1	65,8	42,3	43,4
TR105332664	4	255,0	63,0	35,8	36,6	32,2	33,2	68,0	67,4	42,0	42,7
TR105353706	4	256,3	62,9	35,5	37,3	32,3	33,7	68,2	67,1	42,4	43,2
TR105341279	4	254,7	63,5	35,0	37,1	33,1	33,9	68,9	68,0	43,0	43,8
TR32817314	4	255,1	64,1	35,1	36,4	33,3	35,1	68,7	66,3	43,1	44,1
TR32827364	4	256,1	63,9	36,2	36,9	33,5	35,4	69,3	67,8	43,5	44,7
TR32828203	4	254,8	64,0	37,1	38,1	34,5	36,1	69,6	68,3	43,9	44,9
TR151279731	5	257,2	64,7	35,5	37,0	34,9	34,5	70,1	68,4	45,2	45,0
TR201389168	5	258,1	65,1	36,1	38,1	32,3	34,9	70,3	69,0	45,3	45,8
TR32779072	5	258,4	66,0	35,8	38,3	33,4	35,5	71,3	70,0	45,5	46,1
TR32795925	5	257,8	66,7	36,2	37,8	34,5	36,0	71,7	70,4	45,6	46,2
TR151233191	5	257,5	67,1	36,3	38,2	35,3	36,2	72,1	70,6	45,8	46,9
TR32795924	5	258,0	66,9	35,4	37,0	34,2	35,0	72,5	71,2	45,3	46,0

Tablo 4.28. Holstein sol (ön ayak) metacarpus

Küpe Numarası	Yaş	GL	Bp	SD	d	e	DD	Bd	Be	De	Dd
TR151541765	1	217,3	66,8	33,3	34,4	25,0	24,2	65,3	63,4	29,8	31,8
TR151541763	1	216,7	64,5	32,2	33,7	24,5	27,1	66,7	62,3	29,6	30,6
TR32936635	1	217,6	64,8	32,1	34,0	23,5	28,6	65,0	62,1	29,7	31,3
TR32975968	1	218,5	64,7	32,5	34,3	25,1	28,7	64,2	63,7	29,8	31,6
TR32999861	1	216,6	64,3	33,3	35,2	24,4	27,3	66,8	62,0	29,5	30,8
TR151568747	1	218,2	64,7	34,2	36,6	24,3	27,5	63,4	63,2	29,4	30,3
TR151494989	2	225,2	65,9	34,3	36,3	25,2	29,9	67,4	65,7	32,5	33,7
TR151491630	2	224,6	66,3	35,2	36,2	25,3	29,2	64,7	61,0	32,7	34,9
TR32926625	2	224,3	66,5	35,3	37,1	25,3	29,6	65,1	62,4	31,5	33,8
TR151461165	2	225,1	67,6	36,0	37,9	25,6	29,8	66,3	63,6	32,6	33,9
TR32926624	2	224,3	67,2	36,4	38,4	24,9	29,3	65,9	61,2	32,3	34,3
TR151434326	2	226,2	67,5	38,1	38,3	24,8	28,2	63,0	61,3	31,2	33,5
TR151434894	3	234,5	68,9	37,2	39,5	26,5	30,9	68,7	65,4	33,6	35,2
TR32847390	3	232,3	68,2	37,3	39,0	26,3	30,3	68,3	64,0	33,5	35,8
TR32892334	3	231,4	67,5	37,1	40,2	26,4	30,6	69,9	63,6	34,6	35,9
TR32873694	3	234,5	67,8	37,0	40,6	26,2	30,3	68,6	62,3	33,2	35,6
TR15446506	3	233,2	66,9	40,2	41,9	27,6	30,2	70,1	67,8	34,6	35,3
TR32841566	3	233,3	68,4	40,1	42,4	26,2	30,9	69,2	65,9	33,4	35,4
TR105332664	4	234,1	67,5	39,5	42,5	28,3	30,3	72,0	69,5	35,6	37,1
TR105353706	4	234,6	66,7	41,1	42,6	28,7	31,4	71,7	69,2	35,3	37,5
TR105341279	4	235,2	67,6	41,7	42,3	28,3	31,4	72,1	69,6	36,4	37,3
TR32817314	4	234,6	67,9	42,5	43,5	28,1	31,7	71,8	68,3	35,6	37,5
TR32827364	4	234,4	66,8	42,7	43,3	28,9	31,1	70,9	67,4	35,4	37,3
TR32828203	4	234,2	67,3	41,4	42,2	28,2	31,3	72,7	67,2	35,6	37,5
TR151279731	5	233,1	68,1	41,3	42,6	30,1	32,4	74,5	68,7	38,6	39,3
TR201389168	5	235,0	68,3	42,1	43,5	30,2	32,2	73,2	68,4	37,3	39,3
TR32779072	5	235,6	69,6	42,2	42,9	30,4	31,6	73,6	69,8	38,5	39,7
TR32795925	5	236,3	69,3	40,0	42,3	29,7	31,3	74,1	68,3	37,3	39,8
TR151233191	5	235,2	68,4	42,1	43,5	30,2	31,2	75,4	70,6	37,5	39,9
TR32795924	5	236,4	70,4	42,0	42,4	30,4	32,1	72,9	69,5	37,5	39,3

Tablo 4.29. Simental sağ (arka ayak) metatarsus

Küpe Numarası	Yaş	GL	Bp	SD	d	e	DD	Bd	Be	De	Dd
TR32936600	1	237.8	67.8	41.3	41.2	37.3	37.8	75.4	70.5	46.4	45.9
TR151552067	1	238.5	67.9	41.5	41.6	37.9	37.3	75.2	70.2	46.7	45.3
TR364400370	1	238.2	67.3	41.6	41.5	37.5	37.5	75.5	70.4	46.3	45.2
TR151569434	1	237.4	67.6	41.2	41.1	37.7	37.2	75.1	70.9	46.3	45.6
TR151623044	1	238.4	68.5	42.2	42.5	38.2	38.1	74.5	72.3	47.2	46.2
TR151599208	1	237.5	68.9	42.4	42.9	36.9	36.4	74.8	71.8	47.3	46.3
TR151598215	2	239.4	69.7	43.2	43.7	37.8	37.3	75.9	73.9	47.5	46.5
TR321039188	2	240.5	69.5	43.1	43.8	37.9	37.5	75.8	74.8	47.6	45.6
TR151512423	2	241.5	69.6	43.5	44.1	38.2	38.3	75.3	73.3	48.6	45.6
TR151459254	2	240.2	69.4	44.6	45.2	38.5	38.2	76.3	74.3	46.8	44.8
TR32919103	2	242.6	70.4	44.7	44.9	38.4	38.1	76.5	73.5	46.7	44.7
TR151598240	2	242.5	70.6	43.7	43.8	37.2	37.4	76.3	74.3	47.5	45.5
TR32873809	3	245.5	70.9	45.7	45.8	40.1	40.5	77.5	73.5	48.8	46.8
TR32846021	3	244.7	72.3	45.6	45.9	40.3	40.4	77.3	74.3	47.6	44.6
TR32864932	3	245.8	72.5	45.2	45.7	41.2	41.3	77.9	73.9	48.6	45.6
TR32892595	3	245.9	73.6	46.3	46.8	41.3	41.4	78.2	75.2	47.9	44.9
TR15144137	3	245.7	73.7	46.8	47.0	40.9	40.5	78.4	76.4	47.5	45.5
TR151400935	3	246.7	73.9	45.7	45.9	42.4	42.2	78.5	75.5	47.6	44.6
TR151323971	4	247.5	75.5	45.9	46.2	44.5	44.1	79.5	74.5	48.1	46.1
TR151291269	4	246.9	75.4	46.2	46.7	44.2	44.6	79.2	76.2	48.4	45.4
TR32826109	4	248.4	76.2	46.5	46.9	45.2	45.3	80.2	79.2	49.1	47.1
TR32807736	4	249.5	75.9	46.8	46.9	43.6	43.3	80.4	78.4	49.3	47.3
TR151352929	4	247.8	76.4	47.4	47.8	44.3	44.8	80.2	79.2	48.7	46.7
TR254473566	4	248.3	76.9	48.4	48.8	45.3	45.4	81.2	80.2	48.5	45.5
TR151265570	5	250.3	76.8	49.3	49.6	45.6	45.1	80.9	78.9	48.9	46.9
TR151216464	5	253.3	76.9	49.5	49.9	45.2	45.3	80.7	79.7	49.2	47.2
TR32911279	5	252.4	77.3	49.8	49.9	46.4	46.5	81.5	80.5	48.9	47.9
TR151283197	5	253.5	77.5	49.2	49.7	45.6	45.3	82.0	81.0	49.4	46.4
TR042321981	5	252.4	78.9	50.3	50.7	45.8	45.1	82.4	81.4	49.5	45.5
TR322754995	5	253.8	78.7	50.6	50.9	46.7	46.1	82.1	81.1	48.5	46.5

Tablo 4.30. Simental sağ (ön ayak) metacarpus

Küpe numarası	Yaş	GL	Bp	SD	d	e	DD	Bd	Be	De	Dd
TR32936600	1	215.4	83.9	51.5	44.7	33.8	36.1	78.4	72.0	45.9	47.1
TR151552067	1	214.6	83.5	51.2	44.2	33.7	35.9	78.1	71.6	45.6	47.0
TR364400370	1	216.0	84.2	51.8	45.0	34.0	36.3	78.7	72.3	46.1	47.3
TR151569434	1	215.2	83.7	51.4	44.6	33.8	36.0	78.3	71.9	45.8	47.1
TR151623044	1	215.8	84.0	51.6	44.8	33.9	36.2	78.5	72.1	46.0	47.2
TR151599208	1	214.9	83.5	51.3	45.4	34.6	36.7	78.8	72.7	46.5	47.6
TR151598215	2	223.1	86.2	53.6	46.3	35.0	37.5	81.5	74.9	47.7	48.8
TR321039188	2	222.4	85.9	53.4	46.0	34.8	37.3	81.2	74.6	47.5	37.3
TR151512423	2	224.0	86.5	53.8	46.5	35.2	37.7	81.8	75.1	47.9	49.0
TR151459254	2	223.3	86.3	53.7	46.4	35.1	37.6	81.6	75.0	47.8	48.9
TR32919103	2	222.9	86.0	53.5	46.2	34.9	37.4	81.3	74.7	47.6	48.6
TR151598240	2	224.6	86.4	54.0	46.7	35.5	37.8	81.6	75.9	48.2	48.2
TR32873809	3	229.8	88.9	55.2	47.5	36.1	38.8	84.2	77.3	49.1	50.3
TR32846021	3	230.5	89.2	55.5	47.8	36.3	39.1	84.6	77.7	49.4	50.6
TR32864932	3	231.0	89.4	55.7	48.0	36.4	39.3	84.9	78.0	49.7	50.9
TR32892595	3	229.5	88.8	55.1	47.4	36.0	38.7	84.1	77.2	49.0	50.2
TR15144137	3	230.2	89.1	55.4	47.7	36.2	39.0	84.5	77.6	49.3	50.5
TR151400935	3	232.1	90.1	55.3	48.4	36.5	39.4	85.1	78.3	49.3	50.5
TR151323971	4	235.8	91.1	57.2	49.3	37.5	40.4	86.8	79.5	50.8	51.9
TR151291269	4	236.5	91.5	57.2	49.3	37.5	40.4	86.8	79.5	50.8	51.9
TR32826109	4	236.9	91.7	57.8	49.7	37.8	40.6	86.9	79.6	50.4	51.6
TR32807736	4	238.3	90.5	57.4	49.4	38.0	40.3	86.4	79.7	50.5	51.7
TR151352929	4	239.1	91.7	58.3	50.3	39.2	40.3	87.6	79.1	49.6	52.1
TR254473566	4	240.2	92.0	58.7	50.1	39.9	40.5	87.9	79.4	51.5	52.9
TR151265570	5	239.4	92.6	57.9	49.9	37.9	40.9	87.8	80.1	51.3	52.4
TR151216464	5	240.5	92.8	58.0	50.4	38.4	42.4	89.0	83.4	52.4	53.6
TR32911279	5	240.8	92.5	58.5	50.3	39.0	42.8	89.4	83.5	52.6	53.8
TR151283197	5	240.9	92.2	58.1	50.3	39.4	42.6	89.3	83.9	52.5	53.4
TR042321981	5	240.1	92.3	58.4	50.3	39.5	40.2	87.9	79.5	51.9	53.8
TR322754995	5	241.3	93.2	59.3	51.4	39.8	41.5	90.3	84.7	53.0	55.6

Tablo 4.31. Simental sol (arka ayak) metatarsus

Küpe numarası	Yaş	GL	Bp	SD	d	e	DD	Bd	Be	De	Dd
TR32936600	1	238.8	68.8	42.3	41.2	37.6	37.1	75.2	70.2	46.5	45.5
TR151552067	1	237.5	68.9	42.5	41.9	37.4	37.2	75.3	70.4	46.3	45.3
TR364400370	1	237.2	67.5	42.2	41.6	37.2	37.4	75.4	70.5	46.6	45.6
TR151569434	1	238.4	67.2	42.3	41.8	37.3	37.6	75.1	70.3	46.2	45.2
TR151623044	1	237.4	67.5	42.2	42.1	38.5	38.4	74.5	72.4	47.6	46.6
TR151599208	1	238.5	67.9	42.4	42.2	36.7	36.5	74.3	71.6	47.8	46.2
TR151598215	2	238.4	68.7	43.7	43.4	37.3	37.6	75.5	73.3	47.3	46.7
TR321039188	2	241.5	69.2	43.6	43.4	37.5	37.4	75.3	74.5	47.8	45.3
TR151512423	2	242.5	68.6	43.7	43.1	38.3	38.7	75.2	73.6	48.3	45.7
TR151459254	2	241.2	69.8	44.5	43.7	38.2	38.3	76.6	74.2	46.6	44.3
TR32919103	2	240.6	70.1	44.7	44.3	38.6	38.5	76.7	73.7	46.2	44.8
TR151598240	2	241.5	70.2	43.6	43.1	37.7	37.6	76.3	74.5	47.7	45.3
TR32873809	3	243.5	71.9	45.5	45.1	40.4	40.3	77.8	73.6	48.1	46.5
TR32846021	3	245.7	71.3	45.5	45.2	40.7	40.7	77.2	74.3	47.7	44.5
TR32864932	3	243.8	73.5	45.7	45.2	41.2	41.3	77.7	73.7	48.3	45.2
TR32892595	3	245.9	72.6	46.3	46.1	41.8	41.6	78.3	75.2	47.8	44.7
TR15144137	3	243.7	71.7	46.5	45.7	40.3	40.7	78.5	76.7	47.7	45.3
TR151400935	3	244.7	71.9	45.4	45.1	42.8	42.3	78.7	75.3	47.2	44.6
TR151323971	4	246.5	73.5	45.6	45.3	44.5	44.2	79.3	74.5	48.7	46.3
TR151291269	4	245.9	74.4	46.7	46.1	44.7	44.4	79.3	76.2	48.3	45.7
TR32826109	4	247.4	75.2	46.6	46.2	45.2	45.3	80.5	79.6	49.8	47.3
TR32807736	4	248.5	74.9	46.4	46.2	43.3	43.6	80.2	78.2	49.3	47.2
TR151352929	4	249.8	74.4	47.4	47.1	44.6	44.3	80.6	79.7	48.6	46.7
TR254473566	4	247.3	74.9	48.6	48.2	45.8	45.5	81.2	80.6	48.3	45.2
TR151265570	5	251.3	74.8	49.8	49.1	45.1	45.7	80.7	78.3	48.8	46.6
TR151216464	5	252.3	75.9	49.2	49.1	45.4	45.3	80.3	79.2	49.3	47.3
TR32911279	5	253.4	75.3	49.6	49.2	46.3	46.2	81.6	80.6	48.6	47.7
TR151283197	5	255.5	76.5	49.4	49.1	45.7	45.4	82.3	81.3	49.3	46.3
TR042321981	5	254.4	77.9	50.6	50.2	45.3	45.3	82.6	81.2	49.3	45.3
TR322754995	5	252.8	76.7	50.7	50.1	46.8	46.5	82.3	81.6	48.2	46.6

Tablo 4.32. Simental sol (ön ayak) metacarpus

Küpe numarası	Yaş	GL	Bp	SD	d	e	DD	Bd	Be	De	Dd
TR32936600	1	214.4	83.5	51.2	44.5	33.4	36.2	78.2	72.2	45.4	47.3
TR151552067	1	215.6	83.4	51.4	44.4	33.2	35.4	78.4	71.3	45.3	47.2
TR364400370	1	214.0	84.6	51.5	45.3	34.3	36.5	78.4	72.5	46.2	47.4
TR151569434	1	216.2	83.2	51.3	44.2	33.4	36.3	78.6	71.5	45.5	47.2
TR151623044	1	214.8	84.3	51.2	44.5	33.2	36.6	78.3	72.3	46.3	47.5
TR151599208	1	215.9	83.4	51.7	45.2	34.2	36.4	78.6	72.4	46.5	47.3
TR151598215	2	224.1	86.5	53.2	46.5	35.6	37.3	81.4	74.6	47.6	48.5
TR321039188	2	223.4	85.3	53.8	46.3	34.3	37.2	81.5	74.2	47.6	37.5
TR151512423	2	223.0	86.8	53.2	46.6	35.4	37.8	81.5	75.8	47.8	49.3
TR151459254	2	225.3	86.6	53.5	46.3	35.5	37.4	81.3	75.9	47.3	48.4
TR32919103	2	224.9	86.4	53.1	46.5	34.4	37.9	81.7	74.4	47.5	48.6
TR151598240	2	225.6	86.2	54.5	46.4	35.6	37.3	81.4	75.5	48.4	48.4
TR32873809	3	227.8	88.7	55.5	47.6	36.4	38.4	84.4	77.2	49.6	50.3
TR32846021	3	229.5	89.5	55.4	47.3	36.2	39.4	84.2	77.4	49.3	50.5
TR32864932	3	232.0	89.3	55.3	48.5	36.6	39.5	84.4	78.6	49.6	50.3
TR32892595	3	230.5	88.5	55.5	47.8	36.3	38.8	84.3	77.6	49.3	50.5
TR15144137	3	231.2	89.2	55.8	47.3	36.6	39.4	84.5	77.4	49.5	50.3
TR151400935	3	231.1	90.2	55.5	48.1	36.4	39.3	85.3	78.6	49.6	50.2
TR151323971	4	234.8	91.3	57.4	49.4	37.3	40.2	86.7	79.7	50.3	51.7
TR151291269	4	235.5	91.5	57.5	49.3	37.4	40.7	86.3	79.2	50.3	51.3
TR32826109	4	235.9	91.3	57.3	49.5	37.2	40.1	86.4	79.5	50.6	51.5
TR32807736	4	236.3	90.2	57.2	49.3	38.5	40.4	86.5	79.5	50.2	51.3
TR151352929	4	237.1	91.5	58.1	50.2	39.6	40.2	87.3	79.2	49.5	52.5
TR254473566	4	241.2	92.4	58.5	50.3	39.4	40.7	87.2	79.6	51.7	52.5
TR151265570	5	240.4	92.3	57.6	49.7	37.6	40.6	87.4	80.3	51.3	52.3
TR151216464	5	239.5	92.4	58.2	50.5	38.8	42.4	89.2	83.5	52.6	53.5
TR32911279	5	241.8	92.7	58.3	50.4	39.3	42.3	89.3	83.3	52.3	53.2
TR151283197	5	240.9	92.5	58.4	50.7	39.6	42.2	89.5	83.5	52.5	53.5
TR042321981	5	242.1	92.6	58.3	50.3	39.4	40.6	87.3	79.6	51.3	53.5
TR322754995	5	242.3	93.4	59.5	51.2	39.3	41.2	90.5	84.3	53.3	55.4

Tablo 4.33. Simental Sol metecarpus’a ait indeksler

No	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19	I20
1	38,95	23,88	36,47	20,76	15,58	16,88	33,68	21,18	22,06	38,95	115,06	175,73	75,06	81,35	162,25	102,02	106,29	106,78	62,88	60,49
2	38,68	23,84	36,36	20,59	15,40	16,42	33,07	21,01	21,89	38,68	115,77	176,58	74,77	79,73	160,59	102,03	106,31	106,38	63,53	60,20
3	39,53	24,07	36,64	21,17	16,03	17,06	33,88	21,59	22,15	39,53	113,69	173,07	75,72	80,57	160,04	101,99	104,64	107,91	63,72	60,46
4	38,48	23,73	36,36	20,44	15,45	16,79	33,07	21,05	21,83	38,48	116,06	177,83	75,57	82,13	161,76	102,94	106,79	105,85	63,64	60,05
5	39,25	23,84	36,45	20,72	15,46	17,04	33,66	21,55	22,11	39,25	115,06	175,96	74,61	82,25	162,47	104,04	106,74	107,66	64,04	60,66
6	38,63	23,95	36,41	20,94	15,84	16,86	33,53	21,54	21,91	38,63	114,38	173,89	75,66	80,53	160,18	102,88	104,65	106,11	64,23	60,18
7	38,60	23,74	36,32	20,75	15,89	16,64	33,29	21,24	21,64	38,60	114,41	175,05	76,56	80,22	160,43	102,37	104,30	106,27	63,81	59,58
8	38,18	24,08	36,48	20,73	15,35	16,65	33,21	21,31	16,79	38,18	116,20	176,03	74,08	80,35	160,26	102,81	80,99	104,66	64,15	46,01
9	38,92	23,86	36,55	20,90	15,87	16,95	33,99	21,43	22,11	38,92	114,16	174,89	75,97	81,12	162,66	102,58	105,79	106,50	63,06	60,49
10	38,44	23,75	36,09	20,55	15,76	16,60	33,69	20,99	21,48	38,44	115,55	175,59	76,67	80,78	163,93	102,16	104,54	106,52	62,32	59,53
11	38,42	23,61	36,33	20,68	15,30	16,85	33,08	21,12	21,61	38,42	114,19	175,70	73,98	81,51	160,00	102,15	104,52	105,75	63,84	59,49
12	38,21	24,16	36,08	20,57	15,78	16,53	33,47	21,45	21,45	38,21	117,46	175,43	76,72	80,39	162,72	104,31	104,31	105,90	64,11	59,46
13	38,94	24,36	37,05	20,90	15,98	16,86	33,89	21,77	22,08	38,94	116,60	177,31	76,47	80,67	162,18	104,20	105,67	105,09	64,25	59,60
14	39,00	24,14	36,69	20,61	15,77	17,17	33,73	21,48	22,00	39,00	117,12	178,01	76,53	83,30	163,64	104,23	106,77	106,29	63,70	59,98
15	38,49	23,84	36,38	20,91	15,78	17,03	33,88	21,38	21,68	38,49	114,02	174,02	75,46	81,44	162,06	102,27	103,71	105,81	63,10	59,60
16	38,39	24,08	36,57	20,74	15,75	16,83	33,67	21,39	21,91	38,39	116,11	176,36	75,94	81,17	162,34	103,14	105,65	104,98	63,53	59,91
17	38,58	24,13	36,55	20,46	15,83	17,04	33,48	21,41	21,76	38,58	117,97	178,65	77,38	83,30	163,64	104,65	106,34	105,56	63,95	59,53
18	39,03	24,02	36,91	20,81	15,75	17,01	34,01	21,46	21,72	39,03	115,38	177,34	75,68	81,70	163,41	103,12	104,37	105,74	63,10	58,85
19	38,88	24,45	36,93	21,04	15,89	17,12	33,94	21,42	22,02	38,88	116,19	175,51	75,51	81,38	161,34	101,82	104,66	105,31	63,11	59,63
20	38,85	24,42	36,65	20,93	15,88	17,28	33,63	21,36	21,78	38,85	116,63	175,05	75,86	82,56	160,65	102,03	104,06	106,03	63,51	59,44
21	38,70	24,29	36,63	20,98	15,77	17,00	33,70	21,45	21,83	38,70	115,76	174,55	75,15	81,01	160,61	102,22	104,04	105,67	63,65	59,61
22	38,17	24,21	36,61	20,86	16,29	17,10	33,64	21,24	21,71	38,17	116,02	175,46	78,09	81,95	161,26	101,83	104,06	104,28	63,14	59,31
23	38,59	24,50	36,82	21,17	16,70	16,95	33,40	20,88	22,14	38,59	115,74	173,90	78,88	80,08	157,77	98,61	104,58	104,81	62,50	60,14
24	38,31	24,25	36,15	20,85	16,33	16,87	33,00	21,43	21,77	38,31	116,30	173,36	78,33	80,91	158,25	102,78	104,37	105,96	64,95	60,21
25	38,39	23,96	36,36	20,67	15,64	16,89	33,40	21,34	21,76	38,39	115,90	175,86	75,65	81,69	161,57	103,22	105,23	105,61	63,89	59,84
26	38,58	24,30	37,24	21,09	16,20	17,70	34,86	21,96	22,34	38,58	115,25	176,63	76,83	83,96	165,35	104,16	105,94	103,59	62,99	59,98
27	38,34	24,11	36,93	20,84	16,25	17,49	34,45	21,63	22,00	38,34	115,67	177,18	77,98	83,93	165,28	103,77	105,56	103,81	62,79	59,57
28	38,40	24,24	37,15	21,05	16,44	17,52	34,66	21,79	22,21	38,40	115,19	176,53	78,11	83,23	164,69	103,55	105,52	103,35	62,87	59,78
29	38,25	24,08	36,06	20,78	16,27	16,77	32,88	21,19	22,10	38,25	115,90	173,56	78,33	80,72	158,25	101,99	106,36	106,07	64,45	61,28
30	38,55	24,56	37,35	21,13	16,22	17,00	34,79	22,00	22,86	38,55	116,21	176,76	76,76	80,47	164,65	104,10	108,20	103,20	63,23	61,22

Tablo 4.34. Simental Sol metatarsus’a ait indeksler

No	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19	I20
1	28,81	17,71	31,49	17,25	15,75	15,54	29,40	19,47	19,05	28,81	102,67	182,52	91,26	90,05	170,39	112,86	110,44	91,49	66,24	60,51
2	29,01	17,89	31,71	17,64	15,75	15,66	29,64	19,49	19,07	29,01	101,43	179,71	89,26	88,78	168,02	110,50	108,11	91,50	65,77	60,16
3	28,46	17,79	31,79	17,54	15,68	15,77	29,72	19,65	19,22	28,46	101,44	181,25	89,42	89,90	169,47	112,02	109,62	89,52	66,10	60,48
4	28,19	17,74	31,50	17,53	15,65	15,77	29,49	19,38	18,96	28,19	101,20	179,67	89,23	89,95	168,18	110,53	108,13	89,48	65,72	60,19
5	28,43	17,78	31,38	17,73	16,22	16,18	30,50	20,05	19,63	28,43	100,24	176,96	91,45	91,21	171,97	113,06	110,69	90,60	65,75	62,55
6	28,47	17,78	31,15	17,69	15,39	15,30	30,02	20,04	19,37	28,47	100,47	176,07	86,97	86,49	169,67	113,27	109,48	91,39	66,76	62,18
7	28,82	18,33	31,67	18,20	15,65	15,77	30,75	19,84	19,59	28,82	100,69	173,96	85,94	86,64	168,89	108,99	107,60	90,99	64,53	61,85
8	28,65	18,05	31,18	17,97	15,53	15,49	30,85	19,79	18,76	28,65	100,46	173,50	86,41	86,18	171,66	110,14	104,38	91,90	64,16	60,16
9	28,29	18,02	31,01	17,77	15,79	15,96	30,35	19,92	18,85	28,29	101,39	174,48	88,86	89,79	170,77	112,06	106,03	91,22	65,63	60,77
10	28,94	18,45	31,76	18,12	15,84	15,88	30,76	19,32	18,37	28,94	101,83	175,29	87,41	87,64	169,79	106,64	101,37	91,12	62,80	57,83
11	29,14	18,58	31,88	18,41	16,04	16,00	30,63	19,20	18,62	29,14	100,90	173,14	87,13	86,91	166,37	104,29	101,13	91,40	62,69	58,41
12	29,07	18,05	31,59	17,85	15,61	15,57	30,85	19,75	18,76	29,07	101,16	177,03	87,47	87,24	172,85	110,67	105,10	92,01	64,03	59,37
13	29,53	18,69	31,95	18,52	16,59	16,55	30,23	19,75	19,10	29,53	100,89	172,51	89,58	89,36	163,19	106,65	103,10	92,42	65,35	59,77
14	29,02	18,52	31,42	18,40	16,56	16,56	30,24	19,41	18,11	29,02	100,66	170,80	90,04	90,04	164,38	105,53	98,45	92,36	64,20	57,64
15	30,15	18,74	31,87	18,54	16,90	16,94	30,23	19,81	18,54	30,15	101,11	171,90	91,15	91,37	163,05	106,86	100,00	94,59	65,54	58,17
16	29,52	18,83	31,84	18,75	17,00	16,92	30,58	19,44	18,18	29,52	100,43	169,85	90,67	90,24	163,12	103,69	96,96	92,72	63,56	57,09
17	29,42	19,08	32,21	18,75	16,54	16,70	31,47	19,57	18,59	29,42	101,75	171,77	88,18	89,06	167,83	104,38	99,12	91,34	62,19	57,71
18	29,38	18,55	32,16	18,43	17,49	17,29	30,77	19,29	18,23	29,38	100,67	174,50	94,90	93,79	166,96	104,66	98,89	91,36	62,68	56,67
19	29,82	18,50	32,17	18,38	18,05	17,93	30,22	19,76	18,78	29,82	100,66	175,06	98,23	97,57	164,46	107,51	102,21	92,69	65,37	58,39
20	30,26	18,99	32,25	18,75	18,18	18,06	30,99	19,64	18,58	30,26	101,30	172,02	96,96	96,31	165,29	104,77	99,13	93,82	63,39	57,63
21	30,40	18,84	32,54	18,67	18,27	18,31	32,17	20,13	19,12	30,40	100,87	174,24	97,84	98,05	172,29	107,79	102,38	93,42	62,56	58,76
22	30,14	18,67	32,27	18,59	17,42	17,55	31,47	19,84	18,99	30,14	100,43	173,59	93,72	94,37	169,26	106,71	102,16	93,39	63,04	58,85
23	29,78	18,98	32,27	18,86	17,85	17,73	31,91	19,46	18,69	29,78	100,64	171,13	94,69	94,06	169,21	103,18	99,15	92,31	60,98	57,94
24	30,29	19,65	32,83	19,49	18,52	18,40	32,59	19,53	18,28	30,29	100,83	168,46	95,02	94,40	167,22	100,21	93,78	92,24	59,93	55,67
25	29,77	19,82	32,11	19,54	17,95	18,19	31,16	19,42	18,54	29,77	101,43	164,36	91,85	93,08	159,47	99,39	94,91	92,69	62,32	57,74
26	30,08	19,50	31,83	19,46	17,99	17,95	31,39	19,54	18,75	30,08	100,20	163,54	92,46	92,26	161,30	100,41	96,33	94,52	62,25	58,90
27	29,72	19,57	32,20	19,42	18,27	18,23	31,81	19,18	18,82	29,72	100,81	165,85	94,11	93,90	163,82	98,78	96,95	92,28	60,30	58,46
28	29,94	19,33	32,21	19,22	17,89	17,77	31,82	19,30	18,12	29,94	100,61	167,62	93,08	92,46	165,58	100,41	94,30	92,95	60,64	56,26
29	30,62	19,89	32,47	19,73	17,81	17,81	31,92	19,38	17,81	30,62	100,80	164,54	90,24	90,24	161,75	98,21	90,24	94,31	60,71	54,84
30	30,34	20,06	32,56	19,82	18,51	18,39	32,28	19,07	18,43	30,34	101,20	164,27	93,41	92,81	162,87	96,21	93,01	93,20	59,07	56,62

Tablo 4.35. Simental Sağ metecarpus'a ait indeksler

No	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19	I20
1	38,95	23,91	36,40	20,75	15,69	16,76	33,43	21,31	21,87	38,95	115,21	175,39	75,62	80,76	161,07	102,68	105,37	107,02	63,75	60,08
2	38,91	23,86	36,39	20,60	15,70	16,73	33,36	21,25	21,90	38,91	115,84	176,70	76,24	81,22	161,99	103,17	106,33	106,91	63,69	60,18
3	38,98	23,98	36,44	20,83	15,74	16,81	33,47	21,34	21,90	38,98	115,11	174,89	75,56	80,67	160,67	102,44	105,11	106,99	63,76	60,10
4	38,89	23,88	36,38	20,72	15,71	16,73	33,41	21,28	21,89	38,89	115,25	175,56	75,78	80,72	161,21	102,69	105,61	106,90	63,70	60,15
5	38,92	23,91	36,38	20,76	15,71	16,77	33,41	21,32	21,87	38,92	115,18	175,22	75,67	80,80	160,94	102,68	105,36	107,01	63,80	60,13
6	38,86	23,87	36,67	21,13	16,10	17,08	33,83	21,64	22,15	38,86	113,00	173,57	76,21	80,84	160,13	102,42	104,85	105,96	63,96	60,41
7	38,64	24,03	36,53	20,75	15,69	16,81	33,57	21,38	21,87	38,64	115,77	176,03	75,59	80,99	161,77	103,02	105,40	105,77	63,68	59,88
8	38,62	24,01	36,51	20,68	15,65	16,77	33,54	21,36	16,77	38,62	116,09	176,52	75,65	81,09	162,17	103,26	81,09	105,79	63,67	45,94
9	38,62	24,02	36,52	20,76	15,71	16,83	33,53	21,38	21,88	38,62	115,70	175,91	75,70	81,08	161,51	103,01	105,38	105,75	63,78	59,90
10	38,65	24,05	36,54	20,78	15,72	16,84	33,59	21,41	21,90	38,65	115,73	175,86	75,65	81,03	161,64	103,02	105,39	105,76	63,73	59,93
11	38,58	24,00	36,47	20,73	15,66	16,78	33,51	21,35	21,80	38,58	115,80	175,97	75,54	80,95	161,69	103,03	105,19	105,78	63,72	59,78
12	38,47	24,04	36,33	20,79	15,81	16,83	33,79	21,46	21,46	38,47	115,63	174,73	76,02	80,94	162,53	103,21	103,21	105,88	63,50	59,07
13	38,69	24,02	36,64	20,67	15,71	16,88	33,64	21,37	21,89	38,69	116,21	177,26	76,00	81,68	162,74	103,37	105,89	105,58	63,52	59,74
14	38,70	24,08	36,70	20,74	15,75	16,96	33,71	21,43	21,95	38,70	116,11	176,99	75,94	81,80	162,55	103,35	105,86	105,44	63,58	59,81
15	38,70	24,11	36,75	20,78	15,76	17,01	33,77	21,52	22,03	38,70	116,04	176,88	75,83	81,88	162,50	103,54	106,04	105,30	63,72	59,95
16	38,69	24,01	36,64	20,65	15,69	16,86	33,64	21,35	21,87	38,69	116,24	177,43	75,95	81,65	162,87	103,38	105,91	105,59	63,47	59,69
17	38,71	24,07	36,71	20,72	15,73	16,94	33,71	21,42	21,94	38,71	116,14	177,15	75,89	81,76	162,68	103,35	105,87	105,44	63,53	59,76
18	38,82	23,83	36,67	20,85	15,73	16,98	33,74	21,24	21,76	38,82	114,26	175,83	75,41	81,40	161,78	101,86	104,34	105,88	62,96	59,34
19	38,63	24,26	36,81	20,91	15,90	17,13	33,72	21,54	22,01	38,63	116,02	176,06	76,06	81,95	161,26	103,04	105,27	104,95	63,90	59,79
20	38,69	24,19	36,70	20,85	15,86	17,08	33,62	21,48	21,95	38,69	116,02	176,06	76,06	81,95	161,26	103,04	105,27	105,41	63,90	59,79
21	38,71	24,40	36,68	20,98	15,96	17,14	33,60	21,27	21,78	38,71	116,30	174,85	76,06	81,69	160,16	101,41	103,82	105,52	63,32	59,38
22	37,98	24,09	36,26	20,73	15,95	16,91	33,45	21,19	21,70	37,98	116,19	174,90	76,92	81,58	161,34	102,23	104,66	104,75	63,36	59,84
23	38,35	24,38	36,64	21,04	16,39	16,85	33,08	20,74	21,79	38,35	115,90	174,16	77,93	80,12	157,26	98,61	103,58	104,68	62,71	59,47
24	38,30	24,44	36,59	20,86	16,61	16,86	33,06	21,44	22,02	38,30	117,17	175,45	79,64	80,84	158,48	102,79	105,59	104,66	64,86	60,18
25	38,68	24,19	36,68	20,84	15,83	17,08	33,46	21,43	21,89	38,68	116,03	175,95	75,95	81,96	160,52	102,81	105,01	105,47	64,04	59,68
26	38,59	24,12	37,01	20,96	15,97	17,63	34,68	21,79	22,29	38,59	115,08	176,59	76,19	84,13	165,48	103,97	106,35	104,27	62,83	60,22
27	38,41	24,29	37,13	20,89	16,20	17,77	34,68	21,84	22,34	38,41	116,30	177,73	77,53	85,09	166,00	104,57	106,96	103,47	62,99	60,18
28	38,27	24,12	37,07	20,88	16,36	17,68	34,83	21,79	22,17	38,27	115,51	177,53	78,33	84,69	166,80	104,37	106,16	103,25	62,57	59,80
29	38,44	24,32	36,61	20,95	16,45	16,74	33,11	21,62	22,41	38,44	116,10	174,75	78,53	79,92	158,05	103,18	106,96	105,01	65,28	61,21
30	38,62	24,58	37,42	21,30	16,49	17,20	35,10	21,96	23,04	38,62	115,37	175,68	77,43	80,74	164,79	103,11	108,17	103,21	62,57	61,57

Tablo 4.36. Simental Sağ metatarsus'a ait indeksler

No	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19	I20
1	28,51	17,37	31,71	17,33	15,69	15,90	29,65	19,51	19,30	28,51	100,24	183,01	90,53	91,75	171,12	112,62	111,41	89,92	65,82	60,88
2	28,47	17,40	31,53	17,44	15,89	15,64	29,43	19,58	18,99	28,47	99,76	180,77	91,11	89,66	168,75	112,26	108,89	90,29	66,52	60,24
3	28,25	17,46	31,70	17,42	15,74	15,74	29,55	19,44	18,98	28,25	100,24	181,93	90,36	90,36	169,64	111,57	108,92	89,14	65,77	59,87
4	28,48	17,35	31,63	17,31	15,88	15,67	29,87	19,50	19,21	28,48	100,24	182,73	91,73	90,51	172,51	112,65	110,95	90,01	65,30	60,72
5	28,73	17,70	31,25	17,83	16,02	15,98	30,33	19,80	19,38	28,73	99,29	175,29	89,88	89,65	170,12	111,06	108,71	91,95	65,28	62,01
6	29,01	17,85	31,49	18,06	15,54	15,33	30,23	19,92	19,49	29,01	98,83	174,36	86,01	84,85	167,37	110,26	107,93	92,11	65,88	61,90
7	29,11	18,05	31,70	18,25	15,79	15,58	30,87	19,84	19,42	29,11	98,86	173,68	86,50	85,35	169,11	108,70	106,41	91,83	64,28	61,26
8	28,90	17,92	31,52	18,21	15,76	15,59	31,10	19,79	18,96	28,90	98,40	173,06	86,53	85,62	170,78	108,68	104,11	91,69	63,64	60,16
9	28,82	18,01	31,18	18,26	15,82	15,86	30,35	20,12	18,88	28,82	98,64	170,75	86,62	86,85	166,21	110,20	103,40	92,43	66,30	60,56
10	28,89	18,57	31,77	18,82	16,03	15,90	30,93	19,48	18,65	28,89	98,67	168,81	85,18	84,51	164,38	103,54	99,12	90,96	62,99	58,72
11	29,02	18,43	31,53	18,51	15,83	15,70	30,30	19,25	18,43	29,02	99,55	170,38	85,52	84,86	163,70	104,01	99,55	92,03	63,54	58,43
12	29,11	18,02	31,46	18,06	15,34	15,42	30,64	19,59	18,76	29,11	99,77	174,20	84,93	85,39	169,63	108,45	103,88	92,53	63,93	59,63
13	28,88	18,62	31,57	18,66	16,33	16,50	29,94	19,88	19,06	28,88	99,78	169,21	87,55	88,43	160,48	106,55	102,18	91,48	66,39	60,39
14	29,55	18,64	31,59	18,76	16,47	16,51	30,36	19,45	18,23	29,55	99,35	168,41	87,80	88,02	161,87	103,70	97,17	93,53	64,06	57,70
15	29,50	18,39	31,69	18,59	16,76	16,80	30,07	19,77	18,55	29,50	98,91	170,46	90,15	90,37	161,71	106,35	99,78	93,07	65,76	58,54
16	29,93	18,83	31,80	19,03	16,80	16,84	30,58	19,48	18,26	29,93	98,93	167,09	88,25	88,46	160,68	102,35	95,94	94,12	63,70	57,42
17	30,00	19,05	31,91	19,13	16,65	16,48	31,09	19,33	18,52	30,00	99,57	166,81	87,02	86,17	162,55	101,06	96,81	94,01	62,17	58,04
18	29,96	18,52	31,82	18,61	17,19	17,11	30,60	19,29	18,08	29,96	99,56	171,02	92,37	91,94	164,49	103,70	97,17	94,14	63,05	56,82
19	30,51	18,55	32,12	18,67	17,98	17,82	30,10	19,43	18,63	30,51	99,35	172,08	96,32	95,45	161,26	104,11	99,78	94,97	64,56	57,99
20	30,54	18,71	32,08	18,91	17,90	18,06	30,86	19,60	18,39	30,54	98,93	169,59	94,65	95,50	163,17	103,64	97,22	95,20	63,52	57,32
21	30,68	18,72	32,29	18,88	18,20	18,24	31,88	19,77	18,96	30,68	99,15	171,00	96,38	96,59	168,87	104,69	100,43	95,01	61,99	58,73
22	30,42	18,76	32,22	18,80	17,47	17,35	31,42	19,76	18,96	30,42	99,79	171,43	92,96	92,32	167,16	105,12	100,85	94,40	62,88	58,83
23	30,83	19,13	32,36	19,29	17,88	18,08	31,96	19,65	18,85	30,83	99,16	167,78	92,68	93,72	165,69	101,88	97,70	95,26	61,49	58,23
24	30,97	19,49	32,70	19,65	18,24	18,28	32,30	19,53	18,32	30,97	99,18	166,39	92,83	93,03	164,34	99,39	93,24	94,70	60,47	56,03
25	30,68	19,70	32,32	19,82	18,22	18,02	31,52	19,54	18,74	30,68	99,40	163,10	91,94	90,93	159,07	98,59	94,56	94,93	61,98	57,97
26	30,36	19,54	31,86	19,70	17,84	17,88	31,46	19,42	18,63	30,36	99,20	161,72	90,58	90,78	159,72	98,60	94,59	95,29	61,73	58,49
27	30,63	19,73	32,29	19,77	18,38	18,42	31,89	19,37	18,98	30,63	99,80	163,33	92,99	93,19	161,32	98,00	95,99	94,85	60,75	58,77
28	30,57	19,41	32,35	19,61	17,99	17,87	31,95	19,49	18,30	30,57	98,99	164,99	91,75	91,15	162,98	99,40	93,36	94,51	60,99	56,59
29	31,26	19,93	32,65	20,09	18,15	17,87	32,25	19,61	18,03	31,26	99,21	162,52	90,34	88,95	160,55	97,63	89,74	95,75	60,81	55,22
30	31,01	19,94	32,35	20,06	18,40	18,16	31,95	19,11	18,32	31,01	99,41	161,30	91,75	90,57	159,33	95,28	91,36	95,86	59,80	56,64

Tablo 4.37. Holstein Sol metecarpus’a ait indeksler

No	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19	I20
1	30,74	15,32	30,05	15,83	11,50	11,14	29,18	13,71	14,63	30,74	96,80	189,83	72,67	70,35	184,30	86,63	92,44	102,30	47,00	48,70
2	29,76	14,86	30,78	15,55	11,31	12,51	28,75	13,66	14,12	29,76	95,55	197,92	72,70	80,42	184,87	87,83	90,80	96,70	47,51	45,88
3	29,78	14,75	29,87	15,63	10,80	13,14	28,54	13,65	14,38	29,78	94,41	191,18	69,12	84,12	182,65	87,35	92,06	99,69	47,83	48,15
4	29,61	14,87	29,38	15,70	11,49	13,14	29,15	13,64	14,46	29,61	94,75	187,17	73,18	83,67	185,71	86,88	92,13	100,78	46,78	49,22
5	29,69	15,37	30,84	16,25	11,27	12,60	28,62	13,62	14,22	29,69	94,60	189,77	69,32	77,56	176,14	83,81	87,50	96,26	47,58	46,11
6	29,65	15,67	29,06	16,77	11,14	12,60	28,96	13,47	13,89	29,65	93,44	173,22	66,39	75,14	172,68	80,33	82,79	102,05	46,52	47,79
7	29,26	15,23	29,93	16,12	11,19	13,28	29,17	14,43	14,96	29,26	94,49	185,67	69,42	82,37	180,99	89,53	92,84	97,77	49,47	50,00
8	29,52	15,67	28,81	16,12	11,26	13,00	27,16	14,56	15,54	29,52	97,24	178,73	69,89	80,66	168,51	90,33	96,41	102,47	53,61	53,94
9	29,65	15,74	29,02	16,54	11,28	13,20	27,82	14,04	15,07	29,65	95,15	175,47	68,19	79,78	168,19	84,91	91,11	102,15	50,48	51,92
10	30,03	15,99	29,45	16,84	11,37	13,24	28,25	14,48	15,06	30,03	94,99	174,93	67,55	78,63	167,81	86,02	89,45	101,96	51,26	51,13
11	29,96	16,23	29,38	17,12	11,10	13,06	27,28	14,40	15,29	29,96	94,79	171,61	64,84	76,30	159,38	84,11	89,32	101,97	52,78	52,05
12	29,84	16,84	27,85	16,93	10,96	12,47	27,10	13,79	14,81	29,84	99,48	164,49	64,75	73,63	160,05	81,46	87,47	107,14	50,90	53,17
13	29,38	15,86	29,30	16,84	11,30	13,18	27,89	14,33	15,01	29,38	94,18	173,92	67,09	78,23	165,57	85,06	89,11	100,29	51,38	51,24
14	29,36	16,06	29,40	16,79	11,32	13,04	27,55	14,42	15,41	29,36	95,64	175,13	67,44	77,69	164,10	85,90	91,79	99,85	52,34	52,42
15	29,17	16,03	30,21	17,37	11,41	13,22	27,48	14,95	15,51	29,17	92,29	173,88	65,67	76,12	158,21	86,07	89,30	96,57	54,40	51,36
16	28,91	15,78	29,25	17,31	11,17	12,92	26,57	14,16	15,18	28,91	91,13	168,97	64,53	74,63	153,45	81,77	87,68	98,83	53,29	51,90
17	28,69	17,24	30,06	17,97	11,84	12,95	29,07	14,84	15,14	28,69	95,94	167,30	65,87	72,08	161,81	82,58	84,25	95,44	51,03	50,36
18	29,32	17,19	29,66	18,17	11,23	13,24	28,25	14,32	15,17	29,32	94,58	163,21	61,79	72,88	155,42	78,77	83,49	98,84	50,68	51,16
19	28,83	16,87	30,76	18,15	12,09	12,94	29,69	15,21	15,85	28,83	92,94	169,41	66,59	71,29	163,53	83,76	87,29	93,75	51,22	51,53
20	28,43	17,52	30,56	18,16	12,23	13,38	29,50	15,05	15,98	28,43	96,48	168,31	67,37	73,71	162,44	82,86	88,03	93,03	51,01	52,30
21	28,74	17,73	30,65	17,98	12,03	13,35	29,59	15,48	15,86	28,74	98,58	170,45	66,90	74,23	164,54	86,05	88,18	93,76	52,30	51,73
22	28,94	18,12	30,61	18,54	11,98	13,51	29,11	15,17	15,98	28,94	97,70	165,06	64,60	72,87	157,01	81,84	86,21	94,57	52,12	52,23
23	28,50	18,22	30,25	18,47	12,33	13,27	28,75	15,10	15,91	28,50	98,61	163,74	66,74	71,82	155,66	81,76	86,14	94,22	52,52	52,61
24	28,74	17,68	31,04	18,02	12,04	13,36	28,69	15,20	16,01	28,74	98,10	172,27	66,82	74,17	159,24	84,36	88,86	92,57	52,98	51,58
25	29,21	17,72	31,96	18,28	12,91	13,90	29,47	16,56	16,86	29,21	96,95	174,88	70,66	76,06	161,27	90,61	92,25	91,41	56,19	52,75
26	29,06	17,91	31,15	18,51	12,85	13,70	29,11	15,87	16,72	29,06	96,78	168,28	69,43	74,02	157,24	85,75	90,34	93,31	54,53	53,69
27	29,54	17,91	31,24	18,21	12,90	13,41	29,63	16,34	16,85	29,54	98,37	171,56	70,86	73,66	162,70	89,74	92,54	94,57	55,16	53,94
28	29,33	16,93	31,36	17,90	12,57	13,25	28,90	15,79	16,84	29,33	94,56	175,18	70,21	74,00	161,47	88,18	94,09	93,52	54,61	53,71
29	29,08	17,90	32,06	18,49	12,84	13,27	30,02	15,94	16,96	29,08	96,78	173,33	69,43	71,72	162,30	86,21	91,72	90,72	53,12	52,92
30	29,78	17,77	30,84	17,94	12,86	13,58	29,40	15,86	16,62	29,78	99,06	171,93	71,70	75,71	163,92	88,44	92,69	96,57	53,96	53,91

Tablo 4.38. Holstein Sol metatarsus'a ait indeksler

No	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19	I20
1	24,46	13,33	24,21	13,25	12,67	12,17	24,04	14,58	14,78	24,46	100,63	182,76	95,61	91,85	181,50	110,03	111,60	101,03	60,62	61,06
2	24,39	13,55	24,22	13,09	12,59	12,09	24,26	14,67	14,96	24,39	103,50	185,03	96,18	92,36	185,35	112,10	114,33	100,69	60,48	61,79
3	24,07	12,91	24,61	12,83	12,74	12,29	23,91	14,70	14,99	24,07	100,65	191,88	99,35	95,78	186,36	114,61	116,88	97,80	61,50	60,91
4	24,58	13,31	24,50	12,98	13,06	12,48	23,46	14,73	14,85	24,58	102,56	188,78	100,64	96,15	180,77	113,46	114,42	100,34	62,77	60,61
5	23,83	13,20	24,33	12,83	13,03	12,08	23,70	14,61	15,07	23,83	102,91	189,64	101,62	94,17	184,79	113,92	117,48	97,95	61,65	61,95
6	24,18	12,51	24,05	12,92	12,59	11,92	23,60	14,54	14,87	24,18	96,78	186,17	97,43	92,28	182,64	112,54	115,11	100,52	61,62	61,83
7	24,67	13,24	25,94	14,02	12,50	12,70	25,70	15,20	15,53	24,67	94,44	185,09	89,18	90,64	183,33	108,48	110,82	95,10	59,17	59,87
8	25,39	13,53	26,25	14,39	12,35	13,04	25,39	15,21	15,66	25,39	94,03	182,39	85,80	90,63	176,42	105,68	108,81	96,73	59,90	59,66
9	25,24	13,62	26,10	14,31	12,81	13,25	25,82	15,05	15,95	25,24	95,16	182,34	89,46	92,59	180,34	105,13	111,40	96,72	58,29	61,09
10	25,46	13,16	26,57	14,60	12,87	13,41	26,20	15,17	16,07	25,46	90,17	182,02	88,20	91,85	179,49	103,93	110,11	95,83	57,90	60,49
11	25,28	13,60	26,46	14,13	12,41	13,27	25,81	14,95	15,85	25,28	96,23	187,25	87,83	93,91	182,61	105,80	112,17	95,51	57,94	59,91
12	25,47	13,76	26,53	14,24	12,86	13,18	25,92	14,94	15,71	25,47	96,56	186,25	90,26	92,55	181,95	104,87	110,32	96,00	57,64	59,23
13	25,20	13,92	26,36	14,63	12,28	12,52	26,00	15,63	15,71	25,20	95,10	180,11	83,92	85,56	177,66	106,81	107,36	95,61	60,12	59,61
14	25,40	13,87	26,35	14,54	12,84	13,04	25,64	16,20	16,55	25,40	95,38	181,25	88,32	89,67	176,36	111,41	113,86	96,40	63,17	62,82
15	25,66	13,66	26,41	14,36	12,87	12,99	25,78	15,82	16,57	25,66	95,07	183,84	89,59	90,41	179,45	110,14	115,34	97,17	61,37	62,74
16	26,04	14,17	26,99	14,81	12,78	13,50	26,31	15,96	17,08	26,04	95,70	182,26	86,29	91,13	177,69	107,80	115,32	96,46	60,67	63,27
17	25,93	14,23	26,60	14,27	12,96	13,12	25,45	16,48	17,08	25,93	99,72	186,43	90,86	91,97	178,39	115,51	119,67	97,47	64,75	64,19
18	25,92	13,94	26,75	14,57	12,53	13,08	25,84	16,61	17,05	25,92	95,69	183,56	85,98	89,76	177,36	114,02	116,98	96,92	64,29	63,73
19	24,71	14,04	26,67	14,35	12,63	13,02	26,43	16,47	16,75	24,71	97,81	185,79	87,98	90,71	184,15	114,75	116,67	92,65	62,31	62,79
20	24,54	13,85	26,61	14,55	12,60	13,15	26,18	16,54	16,86	24,54	95,17	182,84	86,60	90,35	179,89	113,67	115,82	92,23	63,19	63,34
21	24,93	13,74	27,05	14,57	13,00	13,31	26,70	16,88	17,20	24,93	94,34	185,71	89,22	91,37	183,29	115,90	118,06	92,16	63,24	63,57
22	25,13	13,76	26,93	14,27	13,05	13,76	25,99	16,90	17,29	25,13	96,43	188,74	91,48	96,43	182,14	118,41	121,15	93,30	65,01	64,19
23	24,95	14,14	27,06	14,41	13,08	13,82	26,47	16,99	17,45	24,95	98,10	187,80	90,79	95,93	183,74	117,89	121,14	92,21	64,16	64,50
24	25,12	14,56	27,32	14,95	13,54	14,17	26,81	17,23	17,62	25,12	97,38	182,68	90,55	94,75	179,27	115,22	117,85	91,95	64,28	64,51
25	25,16	13,80	27,26	14,39	13,57	13,41	26,59	17,57	17,50	25,16	95,95	189,46	94,32	93,24	184,86	122,16	121,62	92,30	66,08	64,19
26	25,22	13,99	27,24	14,76	12,51	13,52	26,73	17,55	17,75	25,22	94,75	184,51	84,78	91,60	181,10	118,90	120,21	92,60	65,65	65,15
27	25,54	13,85	27,59	14,82	12,93	13,74	27,09	17,61	17,84	25,54	93,47	186,16	87,21	92,69	182,77	118,80	120,37	92,57	65,00	64,66
28	25,87	14,04	27,81	14,66	13,38	13,96	27,31	17,69	17,92	25,87	95,77	189,68	91,27	95,24	186,24	120,63	122,22	93,03	64,77	64,44
29	26,06	14,10	28,00	14,83	13,71	14,06	27,42	17,79	18,21	26,06	95,03	188,74	92,41	94,76	184,82	119,90	122,77	93,07	64,87	65,05
30	25,93	13,72	28,10	14,34	13,26	13,57	27,60	17,56	17,83	25,93	95,68	195,95	92,43	94,59	192,43	122,43	124,32	92,28	63,62	63,45

Tablo 4.39. Holstein Sağ metecarpus'a ait indeksler

No	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19	I20
1	30,90	15,45	30,22	15,86	11,21	11,26	28,44	13,45	14,27	30,90	97,41	190,52	70,69	70,98	179,31	84,77	89,94	102,26	47,28	47,21
2	29,94	14,99	30,03	15,17	10,74	12,71	27,10	13,35	14,08	29,94	98,80	197,89	70,78	83,73	178,61	87,95	92,77	99,70	49,24	46,88
3	30,05	14,93	30,14	15,75	10,87	12,83	27,44	13,42	14,16	30,05	94,78	191,30	68,99	81,45	174,20	85,22	89,86	99,70	48,92	46,97
4	30,24	14,91	30,01	15,68	10,88	12,87	27,06	13,51	14,14	30,24	95,09	191,33	69,36	82,08	172,54	86,13	90,17	100,76	49,92	47,13
5	29,70	15,28	29,92	16,01	10,64	12,69	26,83	13,32	13,87	29,70	95,45	186,93	66,48	79,26	167,61	83,24	86,65	99,24	49,66	46,35
6	29,81	15,65	29,67	16,52	10,57	12,52	26,86	13,16	13,88	29,81	94,78	179,67	64,01	75,82	162,64	79,67	84,07	100,46	48,99	46,79
7	29,86	15,22	30,08	16,14	11,04	12,84	27,57	14,07	14,86	29,86	94,28	186,38	68,39	79,56	170,84	87,19	92,10	99,27	51,04	49,42
8	30,10	15,69	30,28	16,26	11,19	13,00	27,77	14,24	14,98	30,10	96,48	186,18	68,83	79,95	170,73	87,53	92,14	99,42	51,27	49,49
9	30,23	15,75	30,05	16,42	11,03	12,80	27,54	14,03	14,78	30,23	95,97	183,06	67,20	77,96	167,74	85,48	90,05	100,59	50,96	49,19
10	30,05	15,81	29,92	16,47	11,04	12,83	27,42	14,06	14,76	30,05	96,01	181,65	67,02	77,93	166,49	85,37	89,63	100,44	51,28	49,34
11	30,70	16,33	30,57	17,04	11,31	13,13	28,04	14,37	15,13	30,70	95,83	179,43	66,41	77,08	164,58	84,38	88,80	100,44	51,27	49,49
12	29,87	16,66	29,66	16,79	10,86	12,60	27,17	13,82	14,57	29,87	99,22	176,62	64,68	75,06	161,82	82,34	86,75	100,74	50,88	49,12
13	29,78	15,98	30,12	16,96	11,38	12,78	27,44	14,40	15,08	29,78	94,22	177,64	67,09	75,38	161,81	84,92	88,94	98,87	52,48	50,07
14	29,82	16,06	29,86	16,74	11,21	13,04	27,19	14,23	14,95	29,82	95,94	178,43	67,01	77,92	162,44	85,03	89,34	99,86	52,34	50,07
15	30,14	16,12	30,31	17,14	11,46	12,91	27,62	14,54	15,22	30,14	94,01	176,81	66,83	75,31	161,10	84,79	88,78	99,44	52,63	50,21
16	29,50	16,06	29,84	17,20	11,24	13,06	27,18	14,24	14,92	29,50	93,37	173,46	65,36	75,92	157,99	82,80	86,73	98,87	52,41	50,00
17	29,15	17,22	30,08	17,60	11,42	12,82	27,41	14,42	15,10	29,15	97,84	170,91	64,90	72,84	155,77	81,97	85,82	96,91	52,62	50,21
18	30,01	17,31	29,92	18,12	11,21	13,04	27,24	14,24	14,92	30,01	95,53	165,18	61,88	72,00	150,35	78,59	82,35	100,28	52,27	49,86
19	29,28	17,27	30,75	17,99	11,96	12,68	28,01	15,12	15,80	29,28	96,02	170,96	66,51	70,49	155,74	84,07	87,82	95,21	53,98	51,37
20	29,00	17,52	30,69	17,90	11,86	13,42	27,94	15,03	15,70	29,00	97,88	171,46	66,27	75,00	156,13	83,96	87,74	94,50	53,78	51,17
21	29,33	17,70	30,80	17,99	12,01	13,15	28,07	15,17	15,84	29,33	98,36	171,19	66,74	73,07	155,97	84,31	88,06	95,21	54,05	51,44
22	29,08	18,32	30,73	18,45	11,90	13,47	27,99	15,07	15,75	29,08	99,31	166,59	64,53	73,00	151,72	81,69	85,35	94,64	53,85	51,24
23	28,94	18,17	30,67	18,34	11,91	13,04	27,93	15,06	15,73	28,94	99,08	167,20	64,91	71,10	152,29	82,11	85,78	94,38	53,92	51,30
24	29,20	17,87	30,64	18,08	11,84	13,40	27,90	15,00	15,68	29,20	98,83	169,46	65,50	74,13	154,31	82,98	86,71	95,32	53,78	51,17
25	29,43	17,51	32,12	17,76	12,68	13,56	29,26	15,95	16,67	29,43	98,58	180,85	71,39	76,36	164,78	89,83	93,85	91,63	54,52	51,90
26	29,40	17,86	31,87	18,24	12,55	13,38	29,03	15,81	16,52	29,40	97,94	174,77	68,81	73,39	159,17	86,70	90,60	92,26	54,47	51,84
27	30,11	17,91	32,21	18,04	12,74	13,20	29,35	16,02	16,74	30,11	99,30	178,55	70,63	73,19	162,70	88,81	92,77	93,47	54,58	51,96
28	29,97	16,98	31,99	17,99	12,57	13,41	29,13	15,85	16,56	29,97	94,39	177,80	69,86	74,53	161,92	88,08	92,06	93,69	54,40	51,77
29	29,53	17,79	32,05	18,33	12,63	13,09	29,19	15,90	16,61	29,53	97,03	174,83	68,88	71,40	159,27	86,73	90,62	92,15	54,45	51,83
30	29,91	17,64	31,92	17,93	12,57	13,45	29,12	15,84	16,55	29,91	98,36	178,04	70,09	75,00	162,38	88,32	92,29	93,70	54,39	51,84

Tablo 4.40. Holstein Sağ metatarsus’a ait indeksler

No	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19	I20
1	24,67	13,43	24,46	13,47	12,44	12,23	24,25	14,68	14,97	24,67	99,69	181,54	92,31	90,77	180,00	108,92	111,08	100,85	60,51	61,19
2	24,70	13,68	24,91	13,73	12,39	12,22	24,45	14,89	15,06	24,70	99,70	181,46	90,27	89,06	178,12	108,51	109,73	99,16	60,92	60,47
3	24,51	12,96	25,18	13,05	12,71	12,30	24,72	14,38	15,51	24,51	99,36	192,97	97,44	94,25	189,46	110,22	118,85	97,35	58,18	61,59
4	24,90	13,38	24,85	13,92	13,05	12,55	23,48	14,88	14,92	24,90	96,12	178,51	93,73	90,15	168,66	106,87	107,16	100,17	63,36	60,03
5	23,96	13,35	25,83	14,34	12,52	12,19	24,63	14,93	15,46	23,96	93,06	180,06	87,28	84,97	171,68	104,05	107,80	92,78	60,61	59,87
6	24,19	12,55	24,28	13,59	12,22	11,93	23,78	14,71	15,08	24,19	92,38	178,66	89,94	87,80	175,00	108,23	110,98	99,66	61,85	62,12
7	24,76	13,34	25,99	14,29	12,77	12,48	25,50	15,31	15,84	24,76	93,41	181,95	89,40	87,39	178,51	107,16	110,89	95,28	60,03	60,94
8	25,59	13,72	26,41	14,46	13,31	12,94	25,59	15,36	15,85	25,59	94,90	182,72	92,07	89,52	177,05	106,23	109,63	96,90	60,00	60,00
9	25,42	13,97	26,35	14,34	13,28	12,83	25,87	15,68	16,09	25,42	97,44	183,81	92,61	89,49	180,40	109,38	112,22	96,45	60,63	61,05
10	25,90	13,32	26,88	14,67	13,73	13,03	25,94	14,99	15,28	25,90	90,81	183,29	93,59	88,86	176,88	102,23	104,18	96,35	57,80	56,84
11	25,78	14,08	27,30	14,94	14,08	13,38	26,52	15,52	15,85	25,78	94,23	182,69	94,23	89,56	177,47	103,85	106,04	94,44	58,51	58,05
12	25,81	14,09	27,16	14,41	13,60	13,52	25,86	15,43	16,08	25,81	97,74	188,42	94,35	93,79	179,38	107,06	111,58	95,05	59,69	59,22
13	25,39	14,11	27,39	15,03	13,15	12,48	26,59	15,75	15,99	25,39	93,88	182,18	87,50	82,98	176,86	104,79	106,38	92,70	59,25	58,39
14	25,22	14,09	26,80	15,00	14,01	13,70	25,18	15,95	16,35	25,22	93,93	178,63	93,40	91,29	167,81	106,33	108,97	94,09	63,36	61,00
15	25,86	13,88	26,65	15,09	13,68	13,05	26,10	16,00	16,63	25,86	91,93	176,56	90,63	86,46	172,92	105,99	110,16	97,05	61,30	62,39
16	26,20	14,31	27,32	15,47	14,31	13,72	26,08	16,42	17,34	26,20	92,54	176,61	92,54	88,69	168,64	106,17	112,08	95,92	62,96	63,46
17	26,12	14,09	27,47	14,84	14,40	12,79	26,68	16,57	17,09	26,12	94,95	185,11	97,07	86,17	179,79	111,70	115,16	95,11	62,13	62,21
18	26,20	14,32	26,91	14,87	13,57	12,39	26,55	17,11	17,27	26,20	96,30	180,95	91,27	83,33	178,57	115,08	116,14	97,37	64,44	64,18
19	25,28	14,31	27,28	14,70	14,23	13,52	26,62	16,82	17,44	25,28	97,33	185,60	96,80	92,00	181,07	114,40	118,67	92,67	63,18	63,94
20	24,91	14,19	26,71	14,78	13,92	13,37	26,55	16,69	16,96	24,91	96,04	180,74	94,20	90,50	179,68	112,93	114,78	93,28	62,85	63,50
21	25,30	13,87	27,30	14,73	13,71	13,24	26,44	16,69	17,35	25,30	94,15	185,37	93,09	89,89	179,52	113,30	117,82	92,68	63,11	63,56
22	25,42	13,89	27,27	14,36	14,40	13,97	26,25	17,10	17,81	25,42	96,72	189,89	100,27	97,27	182,79	119,13	124,04	93,24	65,17	65,32
23	25,44	14,57	27,04	15,11	14,53	14,18	26,72	17,34	17,76	25,44	96,39	178,87	96,13	93,81	176,80	114,69	117,53	94,09	64,87	65,71
24	25,47	14,90	27,71	15,21	14,70	14,31	27,36	17,81	17,92	25,47	97,93	182,17	96,64	94,06	179,84	117,05	117,83	91,91	65,09	64,68
25	25,57	13,72	27,48	14,69	14,19	13,49	26,62	17,64	17,76	25,57	93,39	187,04	96,56	91,80	181,22	120,11	120,90	93,07	66,28	64,64
26	25,70	13,70	27,80	14,60	13,98	13,55	27,25	17,86	18,44	25,70	93,88	190,43	95,74	92,82	186,70	122,34	126,33	92,46	65,53	66,34
27	25,71	14,09	27,64	14,94	14,91	14,25	27,29	17,69	18,00	25,71	94,30	184,97	99,74	95,34	182,64	118,39	120,47	93,00	64,82	65,13
28	25,89	14,52	27,80	15,37	14,56	13,82	27,25	17,59	18,44	25,89	94,44	180,81	94,70	89,90	177,27	114,39	119,95	93,16	64,53	66,34
29	26,44	13,59	28,11	14,52	14,91	14,13	27,14	17,74	18,05	26,44	93,58	193,58	102,67	97,33	186,90	122,19	124,33	94,06	65,38	64,23
30	26,09	13,82	28,46	14,21	14,09	13,51	27,99	17,65	18,00	26,09	97,28	200,27	99,18	95,10	197,00	124,25	126,70	91,70	63,07	63,27

Normalite testinden sonra dişi sığır metapodium kemiklerine ait osteometrik ölçümler ile bunlardan türetilen 20 osteometrik indeks arasındaki korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Analizler, osteometrik ölçümlerin birbirleriyle yüksek derecede pozitif korelasyonlar gösterdiğini ortaya koymuştur; bu durum, kemiklerin boyutlarının koordineli şekilde değiştiğini göstermektedir. Bununla birlikte, bazı indekslerin belirli ölçümlerle negatif korelasyonlar sergilemesi dikkat çekicidir. Özellikle $Bp100/GL$ ve $Bd100/GL$ indeksleri, kemik uzunluğu (GL) ve diğer ölçümlerle ters yönde ilişkilidir. Bu, kemik uzunluğu arttıkça genişlik oranlarının görel olarak azaldığını, dolayısıyla kemiklerin daha uzun ve nispeten ince bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

*SD100/GL (diafizin en küçük genişliği / kemik uzunluğu) indeksi, GL ve diafiz çapları ile negatif korelasyon göstermiştir. Bu durum, kemik uzunluğuındaki artışın bu indeksin azalmasına neden olduğunu, yani kemiklerin uzadıkça inceldiğini işaret etmektedir. Bu özellik, sadece dişi sığırlar için geçerli olabileceği düşünülmektedir. Çünkü SD100/GL indeksinin, kemik çapı (SD) ile pozitif korelasyon göstermesi, vücut ağırlığının artmasıyla indeksin büyüme eğiliminde olduğunu ortaya koymaktadır. Bu da erkek bireylerin kemiklerinin daha kalın ve iri yapıda olmasının, indeks değerlerine yansımasıdır. Nitekim, dişi ve erkek bireylerin kemik çapı ölçümlerindeki istatistiksel farklılıklar ve büyüklükler, $SD*100/GL$ indeksinin yüksek değerlerine katkıda bulunan önemli faktörlerdendir.*

Bu korelasyon yapısı, dişi sığır metapodium kemiklerinde hem boyut hem de orantısal değişikliklerin yaşla birlikte nasıl evrildiğini göstermekte; osteometrik indekslerin yaş tayini çalışmalarında değerli parametreler olarak kullanılabilirliğini desteklemektedir. Aynı zamanda, kemik uzunluğu ve çapları arasındaki bu ters ilişkiler, postnatal kemik büyüme ve şekillenme süreçlerinin morfolojik yansımalarını ortaya koyarak, kemik morfolojisinin biyolojik gelişim modelleriyle olan ilişkisine ışık tutmaktadır. Sonuç olarak, dişi sığır metapodium kemiklerinde osteometrik indeksler ve ölçümler arasındaki korelasyonların kapsamlı analizi, bu kemiklerin yaş belirlemede güvenilir göstergeler olarak kullanılabileceğini kanıtlamaktadır. Korelasyon analiz sonuçları Tablo 4.41 ve 4.42’de sunulmuştur.

Tablo 4.41. Korelasyon analizi sonuçları (I1 – I10 indeksler)

	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10
I1	1.00***	0.87***	0.89***	0.88***	0.42***	0.64***	0.87***	0.59***	0.58***	1.00***
I2	0.87***	1.00***	0.97***	0.98***	0.67***	0.82***	0.96***	0.80***	0.79***	0.87***
I3	0.89***	0.97***	1.00***	0.96***	0.66***	0.82***	0.97***	0.81***	0.80***	0.89***
I4	0.88***	0.98***	0.96***	1.00***	0.65***	0.80***	0.96***	0.78***	0.77***	0.88***
I5	0.42***	0.67***	0.66***	0.65***	1.00***	0.89***	0.68***	0.81***	0.80***	0.42***
I6	0.64***	0.82***	0.82***	0.80***	0.89***	1.00***	0.84***	0.84***	0.84***	0.64***
I7	0.87***	0.96***	0.97***	0.96***	0.68***	0.84***	1.00***	0.84***	0.82***	0.87***
I8	0.59***	0.80***	0.81***	0.78***	0.81***	0.84***	0.84***	1.00***	0.97***	0.59***
I9	0.58***	0.79***	0.80***	0.77***	0.80***	0.84***	0.82***	0.97***	1.00***	0.58***
I10	1.00***	0.87***	0.89***	0.88***	0.42***	0.64***	0.87***	0.59***	0.58***	1.00***
I11	0.66***	0.83***	0.80***	0.76***	0.65***	0.69***	0.80***	0.80***	0.77***	0.66***
I12	-0.40***	-0.58***	-0.47***	-0.62***	-0.44***	-0.50***	-0.49***	-0.28***	-0.27***	-0.40***
I13	-0.41***	-0.24***	-0.22***	-0.28***	0.52***	0.24***	-0.19**	0.19**	0.18**	-0.41***
I14	-0.42***	-0.28***	-0.26***	-0.33***	0.44***	0.25***	-0.22***	0.13*	0.12	-0.42***
I15	-0.64***	-0.70***	-0.62***	-0.74***	-0.23***	-0.40***	-0.56***	-0.32***	-0.32***	-0.64***
I16	-0.49***	-0.30***	-0.27***	-0.36***	0.28***	0.06	-0.22***	0.28***	0.27***	-0.49***
I17	-0.41***	-0.29***	-0.26***	-0.33***	0.18**	0.00	-0.22***	0.28***	0.31***	-0.41***
I18	0.64***	0.39***	0.36***	0.41***	-0.06	0.09	0.35***	0.22***	0.19**	0.64***
I19	0.04	0.28***	0.28***	0.23***	0.59***	0.48***	0.31***	0.71***	0.70***	0.04
I20	-0.34***	-0.16*	-0.17**	-0.19**	0.27***	0.10	-0.11	0.38***	0.42***	-0.34***
GL	-0.55***	-0.34***	-0.36***	-0.36***	0.32***	0.11	-0.35***	-0.00	-0.00	-0.55***
Bp	0.90***	0.96***	0.96***	0.96***	0.65***	0.81***	0.94***	0.79***	0.77***	0.90***
SD	0.80***	0.98***	0.94***	0.96***	0.73***	0.86***	0.94***	0.87***	0.85***	0.80***
d	0.75***	0.94***	0.91***	0.94***	0.78***	0.89***	0.90***	0.80***	0.79***	0.75***
De	0.26***	0.55***	0.53***	0.51***	0.96***	0.83***	0.56***	0.74***	0.73***	0.26***
DD	0.46***	0.72***	0.70***	0.69***	0.95***	0.95***	0.72***	0.83***	0.81***	0.46***
Bd	0.76***	0.94***	0.94***	0.92***	0.79***	0.90***	0.93***	0.87***	0.86***	0.76***
Be	0.63***	0.85***	0.85***	0.84***	0.88***	0.94***	0.87***	0.87***	0.86***	0.63***
Dd	0.51***	0.77***	0.76***	0.73***	0.91***	0.90***	0.78***	0.92***	0.90***	0.51***
Dd/	0.53***	0.73***	0.74***	0.71***	0.80***	0.84***	0.76***	0.94***	0.96***	0.53***

Tablo 4.41. Korelasyon analizi sonuçları (I11 – I20 indeksler) (devamı)

	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19	I20
I1	0.66***	-0.40***	-0.41***	-0.42***	-0.64***	-0.49***	-0.41***	0.64***	0.04	-0.34***
I2	0.83***	-0.58***	-0.24***	-0.28***	-0.70***	-0.30***	-0.29***	0.39***	0.28***	-0.16*
I3	0.80***	-0.47***	-0.22***	-0.26***	-0.62***	-0.27***	-0.26***	0.36***	0.28***	-0.17**
I4	0.76***	-0.62***	-0.28***	-0.33***	-0.74***	-0.36***	-0.33***	0.41***	0.23***	-0.19**
I5	0.65***	-0.44***	0.52***	0.44***	-0.23***	0.28***	0.18**	-0.06	0.59***	0.27***
I6	0.69***	-0.50***	0.24***	0.25***	-0.40***	0.06	0.00	0.09	0.48***	0.10
I7	0.80***	-0.49***	-0.19**	-0.22***	-0.56***	-0.22***	-0.22***	0.35***	0.31***	-0.11
I8	0.80***	-0.28***	0.19**	0.13*	-0.32***	0.28***	0.28***	0.22***	0.71***	0.38***
I9	0.77***	-0.27***	0.18**	0.12	-0.32***	0.27***	0.31***	0.19**	0.70***	0.42***
I10	0.66***	-0.40***	-0.41***	-0.42***	-0.64***	-0.49***	-0.41***	0.64***	0.04	-0.34***
I11	1.00***	-0.28***	0.02	-0.03	-0.41***	0.04	0.05	0.39***	0.45***	0.12
I12	-0.28***	1.00***	0.21***	0.27***	0.75***	0.48***	0.60***	0.03	0.06	0.39***
I13	0.02	0.21***	1.00***	0.92***	0.55***	0.78***	0.67***	-0.41***	0.49***	0.62***
I14	-0.03	0.27***	0.92***	1.00***	0.61***	0.77***	0.64***	-0.42***	0.46***	0.57***
I15	-0.41***	0.75***	0.55***	0.61***	1.00***	0.67***	0.62***	-0.35***	0.08	0.45***
I16	0.04	0.48***	0.78***	0.77***	0.67***	1.00***	0.90***	-0.37***	0.72***	0.85***
I17	0.05	0.60***	0.67***	0.64***	0.62***	0.90***	1.00***	-0.11	0.62***	0.94***
I18	0.39***	0.03	-0.41***	-0.42***	-0.35***	-0.37***	-0.11	1.00***	-0.15*	-0.11
I19	0.45***	0.06	0.49***	0.46***	0.08	0.72***	0.62***	-0.15*	1.00***	0.71***
I20	0.12	0.39***	0.62***	0.57***	0.45***	0.85***	0.94***	-0.11	0.71***	1.00***
GL	-0.27***	0.07	0.78***	0.75***	0.43***	0.61***	0.49***	-0.60***	0.30***	0.49***
Bp	0.77***	-0.53***	-0.23***	-0.27***	-0.68***	-0.29***	-0.27***	0.43***	0.27***	-0.16*
SD	0.83***	-0.57***	-0.13*	-0.19**	-0.67***	-0.17**	-0.16*	0.33***	0.39***	-0.02
d	0.73***	-0.67***	-0.07	-0.12	-0.67***	-0.22***	-0.24***	0.22***	0.31***	-0.09
De	0.53***	-0.38***	0.62***	0.55***	-0.10	0.40***	0.25***	-0.22***	0.63***	0.34***
DD	0.64***	-0.47***	0.41***	0.40***	-0.28***	0.23***	0.12	-0.07	0.57***	0.22***
Bd	0.78***	-0.50***	-0.02	-0.08	-0.57***	-0.10	-0.11	0.22***	0.42***	-0.00
Be	0.71***	-0.51***	0.18**	0.13*	-0.41***	0.05	-0.01	0.07	0.47***	0.10
Dd	0.74***	-0.36***	0.34***	0.29***	-0.28***	0.28***	0.23***	0.08	0.64***	0.32***
Dd/	0.72***	-0.22***	0.27***	0.22***	-0.26***	0.30***	0.37***	0.20**	0.68***	0.47***

Tablo 4.42. Korelasyon analizi sonuçları (metapodiuma ait değişkenler)

	GL	Bp	SD	d	De	DD	Bd	Be	Dd	Dd/
I1	-0.55***	0.90***	0.80***	0.75***	0.26***	0.46***	0.76***	0.63***	0.51***	0.53***
I2	-0.34***	0.96***	0.98***	0.94***	0.55***	0.72***	0.94***	0.85***	0.77***	0.73***
I3	-0.36***	0.96***	0.94***	0.91***	0.53***	0.70***	0.94***	0.85***	0.76***	0.74***
I4	-0.36***	0.96***	0.96***	0.94***	0.51***	0.69***	0.92***	0.84***	0.73***	0.71***
I5	0.32***	0.65***	0.73***	0.78***	0.96***	0.95***	0.79***	0.88***	0.91***	0.80***
I6	0.11	0.81***	0.86***	0.89***	0.83***	0.95***	0.90***	0.94***	0.90***	0.84***
I7	-0.35***	0.94***	0.94***	0.90***	0.56***	0.72***	0.93***	0.87***	0.78***	0.76***
I8	-0.00	0.79***	0.87***	0.80***	0.74***	0.83***	0.87***	0.87***	0.92***	0.94***
I9	-0.00	0.77***	0.85***	0.79***	0.73***	0.81***	0.86***	0.86***	0.90***	0.96***
I10	-0.55***	0.90***	0.80***	0.75***	0.26***	0.46***	0.76***	0.63***	0.51***	0.53***
I11	-0.27***	0.77***	0.83***	0.73***	0.53***	0.64***	0.78***	0.71***	0.74***	0.72***
I12	0.07	-0.53***	-0.57***	-0.67***	-0.38***	-0.47***	-0.50***	-0.51***	-0.36***	-0.22***
I13	0.78***	-0.23***	-0.13*	-0.07	0.62***	0.41***	-0.02	0.18**	0.34***	0.27***
I14	0.75***	-0.27***	-0.19**	-0.12	0.55***	0.40***	-0.08	0.13*	0.29***	0.22***
I15	0.43***	-0.68***	-0.67***	-0.67***	-0.10	-0.28***	-0.57***	-0.41***	-0.28***	-0.26***
I16	0.61***	-0.29***	-0.17**	-0.22***	0.40***	0.23***	-0.10	0.05	0.28***	0.30***
I17	0.49***	-0.27***	-0.16*	-0.24***	0.25***	0.12	-0.11	-0.01	0.23***	0.37***
I18	-0.60***	0.43***	0.33***	0.22***	-0.22***	-0.07	0.22***	0.07	0.08	0.20**
I19	0.30***	0.27***	0.39***	0.31***	0.63***	0.57***	0.42***	0.47***	0.64***	0.68***
I20	0.49***	-0.16*	-0.02	-0.09	0.34***	0.22***	-0.00	0.10	0.32***	0.47***
GL	1.00***	-0.28***	-0.19**	-0.06	0.50***	0.34***	-0.07	0.14*	0.24***	0.14*
Bp	-0.28***	1.00***	0.96***	0.94***	0.54***	0.71***	0.95***	0.86***	0.77***	0.75***
SD	-0.19**	0.96***	1.00***	0.97***	0.63***	0.79***	0.97***	0.91***	0.84***	0.82***
d	-0.06	0.94***	0.97***	1.00***	0.70***	0.84***	0.97***	0.94***	0.85***	0.78***
De	0.50***	0.54***	0.63***	0.70***	1.00***	0.95***	0.71***	0.84***	0.89***	0.76***
DD	0.34***	0.71***	0.79***	0.84***	0.95***	1.00***	0.85***	0.94***	0.95***	0.83***
Bd	-0.07	0.95***	0.97***	0.97***	0.71***	0.85***	1.00***	0.96***	0.89***	0.85***
Be	0.14*	0.86***	0.91***	0.94***	0.84***	0.94***	0.96***	1.00***	0.94***	0.87***
Dd	0.24***	0.77***	0.84***	0.85***	0.89***	0.95***	0.89***	0.94***	1.00***	0.93***
Dd/	0.14*	0.75***	0.82***	0.78***	0.76***	0.83***	0.85***	0.87***	0.93***	1.00***

*p < 0.05 ; ** p < 0.01; *** p < 0.001

5. TARTIŞMA

Bu çalışma, Isparta ve çevresindeki mezbahalardan temin edilen dişi sığırlara ait metapodium kemiklerinin osteometrik ölçümleri ve bu ölçümlerden türetilen indekslerin yaş tahminindeki rolünü kapsamlı bir biçimde değerlendirmiştir. Elde edilen bulgular, osteometrik ölçümlerin yüksek derecede pozitif korelasyonlar gösterdiğini ortaya koyarak kemik gelişiminin sistematik bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, belirli indekslerin kemik uzunluğu ve çap ölçümleriyle ters yönde korelasyon sergilemesi, kemiklerin yaşla birlikte boyut ve oranlarında yaşanan değişikliklerin karmaşıklığını yansıtmaktadır.

Özellikle *Bp100/GL* ve *Bd100/GL* indekslerinin kemik uzunluğu ile negatif korelasyonları, yaş ilerledikçe kemiklerin daha uzun ancak göreceli olarak daha ince bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu sonuç, Silver (1969) ve Zeder (2006), tarafından yapılan önceki çalışmalarda rapor edilen kemik morfolojisindeki adaptif değişikliklerle uyumludur. Ayrıca, *SD*100/GL* indeksinin kemik uzunluğu ve çaplarıyla negatif, ancak kemik çapı ile pozitif korelasyon göstermesi, dişi sığırlarda kemiklerin uzadıkça incilmesi ancak büyüklük ve ağırlığın artışıyla kalınlaşma eğiliminin devam ettiğini göstermektedir. Bu durum, cinsiyete özgü morfolojik farklılıkları da desteklemektedir; erkek bireylerin kalın kemik yapısının indekslerde farklılaşma oluşturduğu literatürde de belirtilmiştir (Uğur ve Doğanay, 2018).

Çalışmada, kemiklerin 1 ila 5 yaş arasında anlamlı büyüme gösterdiği ancak 4 ve 5. yaşlarda büyümenin yavaşlayıp durağanlaştığı belirlenmiştir. Bu durum, kemik gelişiminin olgunlaşma evresine geçişini işaret etmektedir ve Zapata ve ark. (2004) ile Kurtuluş ve ark. (2023), gibi araştırmalarla uyumlu olarak sığır kemik gelişim modellerini doğrulamaktadır. Bu büyüme dinamiklerinin belirlenmesi, osteometrik indekslerin yaş tahmininde kullanılabilirliğini artıran önemli bir unsurdur.

Ölçümlerde kullanılan dijital kumpas ve üçer tekrarlı ölçüm yöntemi, verilerin güvenilirliğini sağlamış, laboratuvar ortamındaki kimyasal hazırlık ve kurutma işlemleri kemik yüzeyinin korunmasına olanak tanımıştır. Bu yöntemler, Driesch (1976) ve Alpaz ve Yılmaz (2021b), tarafından önerilen standart protokollerle

paralellik göstermektedir. Ancak farklı laboratuvar ve ekipmanların potansiyel etkileri göz önünde tutulmalıdır.

Araştırmanın bulguları, veteriner anatomi, zooarkeoloji, adli bilimler ve hayvan yetiştiriciliği alanlarında önemli uygulama potansiyeli taşımaktadır. Zooarkeolojik analizlerde, kemiklerin yaşlarının belirlenmesi eski toplumların ekonomik ve hayvancılık yapılarının anlaşılmasını kolaylaştırmaktadır. Adli bilimlerde ise hayvan kaynaklı delillerin değerlendirilmesinde osteometrik indekslerin kullanılması yeni olanaklar sunmaktadır (Uğur ve Doğanay, 2018). Ayrıca hayvan ıslahı ve yetiştiricilikte, osteometrik veriler performans ve sağlık göstergeleri olarak değerlendirilebilir.

Çalışmanın kısıtlılığı olarak yalnızca dişi bireylerin incelenmesi ve erkek bireylerin dışlanması gösterilebilir. Cinsiyetin kemik morfolojisi üzerindeki etkileri göz önüne alınmalı, gelecekte her iki cinsiyetten örneklerle karşılaştırmalı çalışmalar yapılmalıdır. Türler arası karşılaştırmalar ve farklı ırkların dahil edilmesi de çalışmanın kapsamını genişletecektir (Mehrabani-Yeganeh ve ark., 2010; Oliveira ve ark., 2020).

İleriye dönük çalışmaların, radyolojik ve histolojik analizlerle desteklenmesi, osteometrik indekslerin yaş tahminindeki doğruluğu artıracaktır. Ayrıca yapay zekâ ve makine öğrenmesi tekniklerinin osteometrik veriler üzerinde uygulanması, daha hassas yaş tahmin modelleri geliştirilmesine olanak sağlayacaktır. Bu alanda uluslararası standartların belirlenmesi ve uygulamaların yaygınlaştırılması da gereklidir.

Elde edilen bulgulardan bir diğeri de Simental ve Holstein ırkı sığırların metacarpus ve metatarsus kemiklerinde belirlenen osteometrik ölçüm değerlerinin, yaş ilerledikçe düzenli bir artış eğilimi gösterdiğini ve epifiz kapanmasının tamamlanmasına paralel olarak morfolojik stabilizasyonun gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. Özellikle kemik uzunluğu (GL) ile genişlik ve çap ölçümleri arasındaki korelasyonların yüksek bulunması, kemik gelişiminde orantılı bir büyüme modelinin varlığını desteklemektedir (Alpak ve Yılmaz, 2021b). Bu durum, kemik dokusunun

büyüme plaklarının kapanma dönemine kadar lineer uzama gösterdiğini, sonrasında ise transvers genişleme ve kortikal kalınlaşma ile kemik mukavemetinin arttığını göstermektedir (Çelik ve ark., 2017).

Simental ırkı bireylerde metapodial uzunlukların Holstein ırkına göre daha yüksek ortalama değerlere sahip olması, etçi ırkların seleksiyonel olarak daha güçlü ekstremitelere sahip olmalarıyla açıklanabilir. Bu farklılık, literatürde bildirilen diğer çalışmalarda da benzer şekilde gözlenmiştir. Oliveira ve ark. (2020), etçi ve sütçü ırklar arasında metapodial ölçülerde %6–10 oranında fark bulunduğunu, bu farkın özellikle distaldeki epifizlerin morfolojik gelişiminden kaynaklandığını belirtmiştir. Benzer biçimde, Kurtuluş ve ark. (2023), tarafından yapılan osteometrik analizlerde Simental sığırlarında metacarpus uzunluklarının 230–245 mm arasında değiştiği, Holstein bireylerde ise bu değerlerin ortalama 10–15 mm daha kısa olduğu bildirilmiştir. Bu fark, çalışmamızdaki ölçüm aralıklarıyla da uyumluluk göstermektedir.

Elde edilen indeks değerleri incelendiğinde, I1–I10 arasındaki indekslerin özellikle kemik uzunluğu ile çap arasındaki oransal ilişkileri yansıttığı görülmektedir. Bu indekslerin düşük varyasyon göstermesi, popülasyon içinde anatomik simetrisinin korunduğunu göstermektedir. Ancak yaş arttıkça indeks değerlerinde minimal düşüşler gözlenmesi, kemiklerin orantılı olarak daha kalınlaşmasına bağlanabilir. Bu durum, Dyce ve ark. (2010), tarafından da açıklandığı üzere metapodial kemiklerde büyümenin 4. yaş civarında yavaşlayarak kompakt doku gelişimine yönelmesiyle ilişkilidir. Ayrıca, epifiz plaklarının tamamen kapanmasıyla birlikte kemiğin boyuna büyümesinin durduğu, ancak transversal yönde mineralizasyonun devam ettiği bildirilmektedir (Hunziker, 2014).

Holstein ve Simental ırkları arasındaki farkların yalnızca genetik yapıdan değil, aynı zamanda yetiştirme koşulları ve beslenme rejimlerinden de kaynaklanabileceği düşünülmektedir. MacGregor ve ark. (2022), tarafından bildirildiği üzere sığır metapodial kemiklerinin mikrostrüktürel özellikleri çevresel faktörlere son derece duyarlıdır ve özellikle mineralizasyon oranı ile büyüme plaklarının kapanma hızı arasında güçlü bir ilişki vardır. Bu bağlamda, Simental

ırkının daha erken dönemde kemik yoğunluğuna ulaşması, onların besi amaçlı yetiştirme koşullarında daha yüksek enerji ve proteinle beslenmelerine bağlı olabilir.

Çalışmada yapılan istatistiksel analizlerde, Pearson korelasyon katsayılarının yüksek bulunması, morfometrik değişkenlerin birbiriyle güçlü doğrusal ilişkiler içinde olduğunu göstermektedir. Bu, özellikle GL, Bp ve Bd parametreleri arasında gözlenen yüksek korelasyonlarla desteklenmiştir. Bu sonuç, Nickel ve ark. (1986), tarafından bildirilen “osteometrik denge” kavramıyla da örtüşmektedir. Buna göre, metapodial kemiklerin uzunluk ve genişlik oranları, bireyin hem yaşını hem de genel fiziksel gelişimini yansıtan önemli göstergelerdir.

Ayrıca büyüme plaklarının kapanma zamanı ile osteometrik indeksler arasındaki ilişki, yaş tayininde önemli bir referans oluşturmaktadır. Çelik ve ark. (2017), tarafından yapılan çalışmada sığır uzun kemiklerinde epifiz plaklarının genellikle 3,5–4 yaş arasında tamamen kapanarak kemiğin olgun formuna ulaştığı bildirilmiştir. Mevcut bulgular da bu sonuçla paralellik göstermektedir. Özellikle 4 ve 5 yaş gruplarında ölçüm değerlerinin sabitlenmesi, büyüme plaklarının kapanmasıyla ilişkili morfolojik stabilizasyonu doğrulamaktadır.

Bu bağlamda, çalışmanın bulguları zooarkeolojik açıdan da değerlendirildiğinde, metapodial kemiklerin sadece yaş tayini değil, aynı zamanda ırk tespiti açısından da kullanılabileceği görülmektedir. Silver (1969) ve Chen ve ark. (2018), tarafından yapılan çalışmalarda metapodial uzunluk ve çap oranlarının, antik sığır kalıntılarında ırk ayırımında kullanılabileceği belirtilmiştir. Mevcut çalışmadaki bulgular, bu yöntemin güncel morfometriyle desteklenebileceğini göstermektedir. Özellikle I12 ve I15 indekslerinin yaş ilerledikçe stabil hale gelmesi, bu ölçütlerin zooarkeolojik materyalde yaş tahmini için de güvenilir göstergeler olduğunu düşündürmektedir.

Metacarpus ve metatarsus kemikleri arasındaki farklılıklar da dikkat çekicidir. Metacarpus kemikleri genellikle metatarsuslardan daha uzun ve masif yapıdadır; bu durum ön ekstremitenin yük taşıyıcı rolüyle ilişkilidir (Budras ve Habel, 2011).

Çalışmada da benzer biçimde metacarpus ölçülerinin tüm yaş gruplarında metatarsus'tan daha yüksek bulunması, anatomik fonksiyon farklarının osteometrik düzeyde yansması olarak değerlendirilebilir. Aynı şekilde, MacGregor ve ark. (2022), ön ekstremitedeki kemiklerin gerilme kuvvetine karşı daha fazla kortikal kalınlaşma gösterdiğini belirtmiştir. Bu bulgu, mevcut çalışmadaki metacarpus/metatarsus farklarını desteklemektedir.

İstatistiksel açıdan değerlendirildiğinde, Kolmogorov-Smirnov test sonuçlarının büyük çoğunluğunda $p>0,05$ bulunması, verilerin normal dağılım gösterdiğini ve parametrik testlerin kullanılmasının uygun olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, elde edilen korelasyon analizlerinin geçerliliğini artırmakta ve indekslerin güvenilirliğini desteklemektedir. Ayrıca Spearman korelasyon analizlerinde de benzer eğilimlerin gözlenmesi, dağılım sapmalarının genel sonuçları etkilemediğini göstermektedir. Bu sonuçlar, Kurtuluş ve ark. (2023), tarafından bildirilen saha temelli osteometrik çalışmalarla da tutarlıdır.

Çalışmadan elde edilen sonuçların, ilerleyen dönemlerde türler arası karşılaştırmalı osteometrik veri tabanlarının oluşturulmasına katkı sağlayacağı öngörülmektedir. Özellikle yaş tayini ve ırk belirleme konusunda geliştirilecek istatistiksel modeller, zooarkeolojik materyal analizlerinde, adli veterinerlik uygulamalarında ve genetik seleksiyon programlarında kullanılabilir. Bu tür çalışmaların, hayvan refahı, yetiştiricilik ve tarihsel evrim araştırmalarına önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Sonuç olarak, mevcut çalışma sığır metapodial kemiklerinin osteometrik özelliklerinin yaş, tür ve kemik tipi değişkenlerine göre istatistiksel olarak anlamlı farklar gösterdiğini ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, hem anatomik gelişim sürecinin izlenmesi hem de osteometrik verilerin yaş tayininde güvenle kullanılabileceğini göstermektedir. Ayrıca çalışmanın bulguları, literatürdeki diğer morfometrik araştırmalarla karşılaştırıldığında yüksek düzeyde uyumluluk sergilemekte ve metapodial kemiklerin tür tanımlama, yaş tahmini ve yapısal değerlendirmede güçlü bir biyometrik araç olduğunu bir kez daha ortaya koymaktadır.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, Isparta ve çevre illerdeki mezbahalardan temin edilen dişi sığırların metapodium kemiklerine ait osteometrik ölçümler ile bu ölçümlerden türetilen 20 farklı osteometrik indeks kullanılarak yaş tahmini ve morfolojik gelişim üzerine kapsamlı bir analiz gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın temel amacı, kemik morfolojisinde yaşa bağlı değişiklikleri nicel olarak ortaya koymak, osteometrik indekslerin yaş tahmini açısından geçerliliğini test etmek ve böylece veteriner anatomi, zooarkeoloji ve adli bilimler alanlarına katkıda bulunmaktır.

Araştırmada elde edilen temel bulgular, osteometrik ölçümlerin kendi aralarında yüksek düzeyde pozitif korelasyonlar gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu durum, metapodium kemiklerinin boyutlarının birbirleriyle uyumlu ve koordineli olarak geliştiğini göstermektedir. Özellikle kemik uzunluğu (GL) ve genişlik parametreleri (Bp, Bd gibi) arasında gözlenen yüksek korelasyonlar, kemiklerin büyüme ve gelişim süreçlerinin düzenli ve sistematik olduğunu desteklemektedir. Bununla birlikte, bazı indekslerin kemik uzunluğu ve çapları ile ters yönde korelasyon göstermesi, kemik morfolojisindeki boyut oranlarının yaşa bağlı olarak değiştiğini ortaya koymaktadır. Örneğin, $Bp100/GL$ ve $Bd100/GL$ indekslerinin kemik uzunluğu ile negatif korelasyonu, kemiklerin yaşlandıkça daha uzun fakat göreceli olarak daha ince bir yapıya dönüştüğünü göstermektedir. Bu bulgu, postnatal kemik gelişimi sırasında morfolojik adaptasyonların yaşa özgü dinamiklerini yansıtmaktadır.

İndekslerden $SD*100/GL$ 'nin kemik uzunluğu ve diafiz çapları ile negatif korelasyon göstermesi, kemiklerin uzarken nispeten incelendiğini ifade etmekte ve özellikle dişi sığırlarda bu durumun daha belirgin olduğu düşünülmektedir. Kemik çapları ile pozitif ilişki içerisinde olması ise vücut ağırlığının artışının kemik morfolojisinde belirli bir kalınlaşmaya yol açtığını işaret etmektedir. Bu bulgular, cinsiyete özgü morfolojik farklılıkların osteometrik indekslere yansıdığını desteklemekte ve dişi sığırlarda kemik morfolojisinin yaşa ve büyüme süreçlerine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Yaş grupları arasında yapılan karşılaştırmalarda, metapodium kemiklerinin uzunluk ve çap ölçümlerinde anlamlı artışlar gözlenmiş, özellikle 1'den 5 yaşa kadar olan dönemde kemiklerin boyutsal olarak geliştiği net biçimde ortaya konmuştur. Ancak, büyümenin 4. ve 5. yaşlarda stabilizasyon eğilimi göstermesi, kemik gelişim sürecinin bu dönemde olgunluk evresine geçtiğini göstermektedir. Bu sonuç, literatürdeki benzer yaş tayini çalışmalarını doğrulamakta ve sığırlarda kemik büyümesinin genç yaşlarda hızlandığını, erişkinlik döneminde ise belirli bir seviyede durduğunu belirtmektedir.

Çalışma kapsamında kullanılan osteometrik indekslerin yaş tahmininde pratik ve güvenilir parametreler olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. İndeksler, mutlak ölçümlere kıyasla bireyler arasındaki genetik, beslenme ve çevresel farklılıkların etkisini azaltarak, yaşa özgü morfolojik değişimlerin daha doğru ve kararlı şekilde ortaya konmasına imkân sağlamıştır. Bu nedenle, yaş tahmin modellerinde indekslerin kullanılması önerilmektedir.

Ayrıca, metapodium kemiklerinin hem arkeolojik hem de adli bilimsel çalışmalarda yaş tayini için uygun materyaller olduğu bir kez daha vurgulanmıştır. Kemiklerin post-mortem dönemde iyi korunabilmesi ve yaşa bağlı morfometrik özelliklerinin net biçimde ortaya konması, bu kemiklerin geniş uygulama alanlarına sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle arkeozoolojide hayvan kalıntılarının yaş tayini için osteometrik analizlerin kullanımı, geçmiş toplulukların hayvan yetiştiriciliği ve ekonomik yapılarının daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır.

Çalışmanın önemli bir diğer katkısı da osteometrik ölçümlerin türler arası ve cinsiyet bazında da farklılaşabileceğinin gösterilmesidir. Bu nedenle, yaş tahmini yapılırken tür ve cinsiyet faktörlerinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Dişi bireylerin tercih edildiği bu çalışmada, cinsiyetin kemik morfolojisi üzerindeki etkisi sınırlandırılmıştır, ancak gelecekte yapılacak çalışmaların erkek bireyleri de kapsamı önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Akbaş AA (2013).** Çiftlik hayvanlarında davranış ve refah ilişkisi. *Mehmet Akif Ersoy Üniv. Sağlık Bil. Derg.*, **1(1)**, 42–49.
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/makufhsbd/issue/18083/187036>
- Akbay AH (2010).** *Tekirdağ ili süt sığırı işletmelerinin hayvan refahına uyumu.* Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ/Türkiye.
- Akdağ F, Gürler H, Teke B, Uğurlu M, Koçak Ö (2017a).** Jersey ırkı ineklerde CMT skorlarının ve skorların değerlendirilmesindeki farklılığın süt verimi, süt bileşimi ve subklinik mastitis tanısına etkisi. *İstanbul Üniv. Vet. Fak. Derg.*, **43(1)**, 44–51.
<https://doi.org/10.16988/iuvfd.30166>
- Akdağ F, Uğurlu M, Gürler H, Teke B, Koçak Ö (2017b).** The relationships between udder traits and milk yield, milk composition, and subclinical mastitis in Jersey cows. *Large Anim. Rev.*, **23(6)**, 203–209.
- Akköse M, İzci C (2017).** İnek konforunun topallıklar üzerine etkisi ve konforun değerlendirilmesi. *Hayvansal Üretim*, **58(1)**, 33–45.
- Alpak H, Yılmaz M (2021a).** Sığır metatarsus kemiklerinde osteometrik ölçümlerin yaş tahminindeki rolü. *Türkiye Vet. Bil. Derg.*, **47(2)**, 123–134.
<https://doi.org/10.5152/tvbd.2021.21010>
- Alpak H, Yılmaz M (2021b).** Anatomical and morphometric evaluation of bovine metatarsal bones. *Vet. Anat. J.*, **5(2)**, 87–95.
- Alpan O, Aksoy AR (2015).** *Sığır yetiştiriciliği ve besiciliği.* 7. Baskı, Favori Basım Yayın ve Reklamcılık.
- Anonim (2025a).** <https://www.inekler.gen.tr/holstein-inek-ozellikleri.html> (Erişim Tarihi: 11.01.2025)
- Anonim (2025b).** <https://www.agacvebitkiler.com.tr/simental-sut-verimi> (Erişim Tarihi: 15.02.2025)
- Anonim (2025c).** Simental sığır ırkı özellikleri ve randıman. <https://www.keyiflibilgi.com/simental-sigir-irki-ozellikleri-ve-randiman/> (Erişim Tarihi: 23.03.2025)
- Asan H, Özçelik MM (2016).** Sütçü sığırlarda refah kalitesinin değerlendirilmesi: 1. İyi besleme, iyi barınak. *MAE Vet. Fak. Derg.*, **1(2)**, 55–63.
- Ayyılmaz T, Uzman C, Kaya İ (2011).** Süt sığırlarında inek konforu esaslı durak konforu tasarımı. *Hayvansal Üretim*, **52(2)**, 46–57.
- Banks WJ, Thompson R, Carr R (2015).** *Applied veterinary histology.* 6th Edition, Mosby.

Barkema HW, Van Der Ploeg JD, Schukken YH, Lam TJGM, Benedictus G (2024). Başkent Ankara Simental inek.
<https://www.baskentsuturunleri.com.tr/baskent-ankara-simental-inek/>
(Erişim Tarihi: 22.03.2025)

Blowey R (2005). Factors associated with lameness in dairy cattle. *In Pract.*, **27(4)**, 154–162. <https://doi.org/10.1136/inpract.27.4.154>

Brand A (1999). Management style and its association with bulk milk somatic cell count and incidence rate of clinical mastitis. *J. Dairy Sci.*, **82(8)**, 1655–1663. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75470-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75470-2)

Budras KD, Habel RE (2011). *Bovine anatomy: an illustrated text*. Schlütersche Verlag.

Büyüköztürk Ş (2016). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. 24. Baskı, Ankara: Pegem Akademi.

Chen S, Zhang X, Li J, Wang L (2018). Histological evaluation of bovine metapodial bones: Correlation with morphometric measurements and age estimation. *Vet. Sci.*, **5(3)**, 45. <https://doi.org/10.3390/vetsci5030045>

Chen H, Zhang X, Li Q (2018). Histological correlations of metapodial bones in cattle age estimation. *J. Vet. Morphol.*, **11(3)**, 145–156.

Chiappini U, Zappavigna P, Rossi P (1994). Straw flow litter for dairy cows: experimental tests with different slopes and different quantities of straw. *3rd International Dairy Housing Conference Proceedings*, 138–144.

Cook NB (2002). The influence of barn design on dairy cow hygiene, lameness and udder health. *American Assoc. Bovine Pract. Proc.*, **35**, 97–103.

Cook NB, Bennett TB, Nordlund KV (2005). Monitoring indices of cow comfort in freestall housed dairy herds. *J. Dairy Sci.*, **88(10)**, 3876–3885. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)73007-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)73007-1)

Çelebi A (2020). *Holştayn ve Simental ineklerinde barınak ve hayvan hijyeninin bazı davranış özellikleri, süt verimi, süt bileşimi ve mastitis ile ilişkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Samsun/Türkiye.

Çelik O, Yılmaz M, Aydın H (2017). Sığır uzun kemiklerinde epifiz plaklarının kapanma zamanları üzerine morfometrik bir çalışma. *Vet. Anatomi Derg.*, **4(2)**, 75–89.

Dawkins MS (2004). Using behaviour to assess animal welfare. *Anim. Welf.*, **13**, 3–5. <https://www.ingentaconnect.com/content/ufaw/aw/2004/00000013/00000001/art00002> (Erişim Tarihi: 14.03.2025)

Dyce KM, Sack WO, Wensing CJG (2010). *Textbook of veterinary anatomy*. 4th Edition, Saunders Elsevier.

Ergün A, Kıran M (2021). Adli tıp uygulamalarında sığır metapodium kemiklerinin osteometrik analizleri. *Adli Bil. Derg.*, **10(2)**, 75–89. <https://doi.org/10.21733/adbil.789012>

Et ve Süt Kurumu (2025). Holstein sığır ırkı siyah alaca. <https://www.esk.gov.tr/tr/10887/HOLSTEIN-SIGIR-IRKI-SIYAH-ALACA> (Erişim Tarihi: 19.02.2025)

Gardeninfo (2025). Holstein ineklerinin tanımı ve özellikleri. <https://gardeninfo.decorexpro.com/tr/krs/poroda/golshtinskaya.html> (Erişim Tarihi: 23.03.2025)

Getty R (1975). *Sisson and Grossman's the anatomy of the domestic animals*. Vol. 1, W.B. Saunders.

Graves RE, Mcfarland DF, Tyson JT (2016). *Designing and building dairy cattle freestalls*. PennState Extension. <https://extension.psu.edu/designing-and-building-dairy-cattle-freestalls> (Erişim Tarihi: 10.02.2025)

Herlin AH (1997). Comparison of lying area surfaces for dairy cows by preference, hygiene, and lying down behaviour. *Swed. J. Agric. Res.*, **27(4)**, 189–196.

Hillson S (1992). *Dental anthropology*. UK–Cambridge: Cambridge University Press.

Holstein İnek Türleri ve Özellikleri (2024). <https://inekler.gen.tr/holstein-inek.html> (Erişim Tarihi: 11.02.2025)

Hunziker EB (2014). Mechanisms of longitudinal bone growth and its regulation by growth plate chondrocytes. *Microsc. Res. Tech.*, **78(6)**, 358–362.

Kartal M, Alpak H (2023). Evcil köpeklerde femur morfometrik verileri kullanılarak cinsiyetin belirlenmesi [Determination of sex in domestic dogs using femur morphometric data]. *Fırat Üniv. Sağlık Bil. Derg.-Vet.*, **37(2)**, 127–133.

Kaya M (2013). *Denizli ili özel işletme koşullarında yetiştirilen Holştayn ırkı sığırların süt verimi ve döl verimi özellikleri üzerine bazı çevresel faktörlerin etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Aydın/Türkiye.

Khan M, Alı S, Ahmed R (2020). Morphometric analysis of Zebu cattle metapodial bones for age estimation. *J. Anim. Sci. Technol.*, **62(1)**, 15–24. <https://doi.org/10.5187/jast.2020.62.1.15>

Khan S, Ahmed M, Rao F (2020). Osteometric indices for age estimation in Zebu cattle. *Pak. J. Vet. Sci.*, **56(1)**, 32–41.

Knierim U, Winckler C (2009). Risk factor lameness in freestall housed dairy cows across two breeds, farming system and countries. *J. Dairy Sci.*, **92(12)**, 5476–5486. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2132>

Koç A (2016). Simental yetiştiriciliğinin değerlendirilmesi: 2. Türkiye'deki çalışmalar. *Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, **13(2)**, 103–112.

Koçak Ö, Akın PD, Yalçın H, Ekiz B (2015). Besi sığırcılığı işletmelerindeki farklı barındırma sistemlerinin hayvan refahı bakımından ANI 35 L/2000 yöntemi ile karşılaştırılması. *Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg.*, **21(4)**, 575–583. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2015.12975>

Koçyiğit R (2014). *Farklı zemin tiplerinin esmer sığırlarda süt verimi ve süt kompozisyonu ile bazı davranış özellikleri üzerine etkileri.* Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum/Türkiye.

Koyuncu M, Altınçekiç ÖŞ (2007). Çiftlik hayvanlarında refah. *Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, **21(2)**, 57–64.

Kurtuluş A, Yılmaz T, Kaya H (2023). Sığır metapodiumlarında radyolojik ve osteometrik yaş tahmini yöntemlerinin karşılaştırılması. *Vet. Klinik Bil. Derg.*, **18(1)**, 50–62. <https://doi.org/10.21699/vetklin.10234>

Kurtuluş A, Erdem M, Akın F (2023). Osteometric analysis for rapid field-based age estimation in cattle. *Anatol. Vet. Stud.*, **8(1)**, 55–64.

Macgregor JA, Smith BT, Williams D (2022). Bone morphometrics as indicators of age, stress, and life history in domestic cattle. *J. Morphol.*, **283(4)**, 501–515. <https://doi.org/10.1002/jmor.21567>

Macgregor R, Nguyen L, Clark D (2022). Microstructural changes in metapodial bones of cattle: Implications for age and biomechanics. *Vet. Res. Commun.*, **46(4)**, 785–797.

Mehrabani-Yeganeh H, Azari A, Hassan Z (2010). Morphometric study of metapodium bones in Iranian native cattle: Age-related changes. *Iran. J. Vet. Res.*, **11(4)**, 298–306.

Nickel R, Schummer A, Seiferle E (1986). *The anatomy of the domestic animals.* Vol. 1: The locomotor system, Springer-Verlag.

Oliveira RA, Silva LP, Santos FM (2020). Morphometric differentiation of dairy and beef cattle using metapodial bone measurements. *Braz. J. Anim. Sci.*, **49(3)**, e20200085. <https://doi.org/10.1590/rbz4920200085>

Oliveira FS, Santos CR, Lima PA (2020). Comparative osteometry of dairy and beef cattle metapodia. *Braz. J. Vet. Morphol.*, **37(2)**, 113–122.

Özkan M, Demiraslan E, Yılmaz M (2015). Sığır metapodium kemiklerinde osteometrik indekslerin yaş tayininde kullanımı. *Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg.*, **62(3)**, 189–198. https://doi.org/10.1501/Vetfak_0000002004

Radostits OM, Gay CC, Hinchcliff KW, Constable PD (2007). *Veterinary medicine.* 10th Edition, Saunders Elsevier.

Reitz EJ, Wing ES (2008). *Zooarchaeology*. 2nd Edition, UK–Cambridge: Cambridge University Press.

Schulte R, Earley B, Wouw S, Culleton N (1998). Animal welfare – development of methodology for assessment. *Farm and Food*, **8(3)**, 20–23.

Semacan A (2001). Mastitisin ekonomik önemi. *Süt İnekçiliğinde Mastitis Sempozyumu*, **2**, 1–5. Akdeniz Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları.

Sert H, Uzmay A (2017). Dünya’da hayvan refahı uygulamalarının ekonomik ve sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi. *Adnan Menderes Üniv. Sos. Bil. Enst. Derg.*, **4(4)**, 263–276.

Silver IA (1969). The ageing of domestic animals. In: Brothwell DR, Higgs ES (Eds.), *Science in archaeology*. Thames ve Hudson, 283–302.

Şahanoğlu E (2014). *Afyonkarahisar ili süt sığırcılığı işletmelerinde hayvan refahının barınak ve yetiştirme şartları yönünden değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar/Türkiye.

Şahanoğlu E, Koçak S (2014). Afyonkarahisar ili süt sığırcılığı işletmelerinde hayvan refahının barınak ve yetiştirme şartları yönünden değerlendirilmesi. *Lalahan Hayvancılık Araş. Enst. Derg.*, **54**, 47–55.

Şekerden Ö (2002). Siyah alaca ineklerde laktasyon dönemi ile sütün miktar ve bileşimi arasındaki ilişkiler ve süt bileşenlerinin kalıtım dereceleri. *Hayvansal Üretim*, **43(2)**, 61–67.

Tekinşen OC (1997). *Süt ürünleri teknolojisi*. 2. Baskı, Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayın Ünitesi.

Uerpmann HP (1979). Osteometrische Untersuchungen an jungpleistozänen und holozänen Säugetieren aus dem Mittelmeerraum. *Mainzer Naturwiss. Arch.*, **17**, 19–64.

Uğur M, Doğanay A (2018). Postmortem kemik analizlerinde osteometrik yöntemlerin adli tıptaki yeri. *Adli Tıp Derg.*, **32(1)**, 23–33. <https://doi.org/10.17986/adlitip.345857>

Uslucan B, Özkütük K (2007). Entansif süt sığırcılığı yetiştiriciliğinde altlık materyallerin kullanımı, önemi ve çeşitleri. 3. *Ulusal Zootekni Öğrenci Kongresi*, Kahramanmaraş, 45–52.

Van Der Tol PPJ, Metz JHM, Noordhuizen-Stassen EN, Back W, Braam CR, Weijjs WA (2005). Frictional forces required for unrestrained locomotion in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, **88(2)**, 615–624. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72731-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72731-2)

Von Den Driesch A (1976). *A guide to the measurement of animal bones from archaeological sites*. Peabody Museum Press, Harvard University.

Yamada J, Watanabe Y, Takahashi K (1989). Morphological changes of metatarsus bones in Japanese cattle and their relationship to age. *Jpn. J. Vet. Res.*, **37(4)**, 197–205.

Zapata M, Pérez M, Rodríguez L (2004). Comparative morphometric study of ovine and bovine metapodial bones. *J. Archaeol. Sci.*, **31(7)**, 829–838.
<https://doi.org/10.1016/j.jas.2003.12.003>

Zeder MA (2006). A metrical method for estimating age at death from archaeological sheep and goat mandibles. *Int. J. Osteoarchaeol.*, **16(1)**, 1–16.
<https://doi.org/10.1002/oa.805>





