

**STRATONİKEİA ANTİK KENTİ'NDEKİ KAZI ÇALIŞMALARINDAN
ELDE EDİLEN HAYVAN KEMİKLERİNİN MORFOLOJİK VE DNA
DİZİ ANALİZİ İLE TÜR TEŞHİSLERİNİN YAPILMASI**

Gülçin BAŞAL
Yüksek Lisans Tezi

Biyoloji Anabilim Dalı
Haziran 2015

**Bu tez çalışması Anadolu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeler
Komisyonu Başkanlığı tarafından desteklenmiştir. Proje No: 1404F290**

JÜRİ ve ENSTİTÜ ONAYI

Gülçin BAŞAL’ın ‘‘ Stratonikeia Antik Kenti’ndeki Kazı Çalışmalarından Elde Edilen Hayvan Kemiklerinin Morfolojik ve DNA Dizi Analizi İle TürTeşhislerinin Yapılması’’ başlıklı Biyoloji Anabilim Dalındaki, Yüksek Lisans Tezi 26. 05. 2015 tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Adı-Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı) : Prof. Dr. Ali Yavuz KILIÇ	
Üye : Doç. Dr. Handan ÜSTÜNDAĞ	
Üye : Doç. Dr. Burçin Aşkım GÜMÜŞ	

Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
..... tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

STRATONİKEİA ANTİK KENTİ'NDEKİ KAZI ÇALIŞMALARINDAN ELDE EDİLEN HAYVAN KEMİKLERİNİN MORFOLOJİK VE DNA DİZİ ANALİZİ İLE TÜR TEŞHİSLERİNİN YAPILMASI

Gülçin BAŞAL

Anadolu Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. A. Yavuz KILIÇ

2015, 74 sayfa

Zooarkeoloji ilk kez 1800'lü yıllarda Lubback tarafından ortaya atılmış, arkeolojik kazı alanlarındaki faunal kalıntı çalışmaları için kullanılan terimdir. Zooarkeoloji bilimi antik dönem insanların hayvanlardan yararlanma biçimleri, beslenme alışkanlıkları, hayvanların nasıl öldükleri ya da öldürüldükleri, hangi tür hayvanları ne zaman evcilleştirdikleri, eti dışında nelerinden yararlandığı ve insanlarla birlikte hangi türlerin daha çok aynı ekolojik ortamı paylaştığı gibi birçok soruya yanıt verir. Bu çalışmada Stratonikeia antik kenti kazı çalışmalarından elde edilen kemikler morfolojik ve moleküler yöntemler ile incelenmiş ve morfolojik inceleme de ele geçen kemiklerin % 46,3'ü aile bazında; % 16,6'sı cins-tür seviyesinde teşhis edilmişlerdir. Moleküler yöntemle yapılan inceleme ile *Coun alpinus* (%79) ve *Capra ibex* (%75) türleri teşhis edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Zooarkeoloji, Stratonikeia, DNA Dizi Analizi, Hayvan kemikleri

ABSTRACT
Master of Science Thesis

**ANIMAL BONES HAVE BEEN GET FROM EXCAVATION STUDIES IN
STRATONIKEIA ANCIENT CITY DETERMINED BY MORPOLOGICAL
AND DNA SEQUENCE ANALYSIS**

Gülçin BAŞAL

**Anadolu University
Graduate School of Sciences
Biology Programme**

Supervisor: Prof. Dr. A. Yavuz KILIÇ
2015, 74 pages

Zooarcheology is the term suggested by Lubback in 1800's to express faunal remain studies in archeological sites. Zooarcheology answers many questions like which animals were used by ancient people, what was their food habits, how did animals die, when certain animal species were tamed, what were the benefits of people from these animals except diet and which species shared the same ecological area with people. In this study the bones collected from the Stratonikeia excavation site were analysed morphologically first. According to this analysis %43 of the bones were determined on familia level, %16.6 of them could be determined on genus-species level. Besides the morphological analysis molecular method was used for species identification. In accordance with DNA sequence analysis obtained from bone samples *Coun alpinus* (%79) and *Capra ibex* (%75) species were identified.

Keywords: Zooarchaeology, Stratonikeia, DNA Sequence Analysis, Animal Bones

TEŞEKKÜR

Öncelikle üniversite hayatım boyunca bana deneyimleri ve bilgisiyle maddi-manevi desteğini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. A. Yavuz KILIÇ'a, kazı çalışmalarım için Stratonikeia'nın kapılarını bana açan, bıkmadan bana her türlü olanağı sağlayan ve manevi desteğiyle çalışmalarımı sürdürmeme yardımcı olan sayın hocam Prof. Dr. Bilal SÖĞÜT'e, çalışma alanım hakkında beni yüreklendiren ve verdiği eğitim ile bana büyük katkı sağlayan hocam Prof. Dr. Vedat ONAR'a, yine bilgilerini benimle paylaşan ve çalışmalarına akademik destek sağlayan Dr. Canan ÇAKIRLAR ve Araş. Gör. Derya BAYKARA'ya teşekkürü borç bilirim.

Ayrıca dört yıl boyunca katıldığım kazı çalışmalarında bana yardımcı olan Stratonikeia kazı ekibine; moleküler çalışmalarım esnasında bilgisini benimle paylaşan ve her türlü yardımı sağlayan Sümeyra Nur ŞANAL'a çok teşekkür ederim.

Son olarak, çalışmalarım boyunca bana sabır gösteren, maddi-manevi destek sağlayan, hayatımın en değerlileri olan aileme sevgi ve özverileri için binlerce kez teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
KISALTMALAR DİZİNİ	ix

GİRİŞ	1
1. Araştırmanın Kavramsal Çerçevesi	1
1.1. Zooarkeoloji	1
1.2. Zooarkeolojik Araştırmaların Tarihçesi	3
1.3. Türkiye’de Zooarkeoloji.....	4
1.4. Zooarkeoloji’ye Katkı Sağlayan Bilim Dalları	6
1.5. Zooarkeolojik Çalışmaları Etkileyen Faktörler	8
1.5.1. Sosyo-Kültürel İnançlardan Kaynaklanan Etkiler	8
1.5.2. Tafonomik Süreçten Kaynaklanan Etkiler	8
1.5.3. Farkında Olmadan Kazııcı ve Araştırmacıların Neden Olduğu Etkiler	10
1.6. Zooarkeolojinin Yöntemi	10
1.6.1. Morfolojik Analiz	10
1.6.1.1. Şekillerine Göre Kemiklerin Sınıflandırılması	11
1.6.1.2. İskeletin Bölümleri.....	14
1.6.2. Zooarkeoloji ve Eski DNA Çalışmaları.....	28
1.7. Çalışmanın Konusu, Önemi ve Amacı	30
2. MATERYAL ve YÖNTEM	31
2.1. Materyal.....	31
2.1.1. Alan: Stratonikeia Antik Kenti	31

2.1.2. İncelenen Materyal	33
2.2. Yöntem	34
2.2.1. Morfolojik Karakterler Kullanılarak Teşhis Yöntemi	34
2.2.2. Moleküler Teknikler ve Analiz Yöntemleri.	50
2.2.2.1. DNA İzolasyon Yöntemi.....	50
2.2.2.2. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR).....	54
2.2.2.3. Agaroz Jel Analizi ve Jel Görüntüleme İşlemi.....	55
2.2.2.4. PCR Ürünlerinin Jelden Saflaştırılması	56
2.2.2.5. DNA'ların Spektrofotometre'de Ölçümü, Miktar ve KaliteTayini.....	56
2.2.2.6. DNA Dizi Analizi.....	57
2.2.2.7. Biyoinformatik Analiz.....	57
3. BULGULAR	58
3.1. Morfolojik Analiz.....	58
3.2. Moleküler Analizler	60
3.2.1. DNA İzolasyonu	61
3.2.2. PCR Analizi	62
3.2.3. Dizi Analizi.....	63
4. TARTIŞMA ve SONUÇ	66
5. KAYNAKLAR	70

ŞEKİLLER DİZİNİ

- 1.1. Uzun kemik yapısı örneği (*femur*)
- 1.2. Kafatası bölümlerinin gösterimi
- 1.3. Sığırdaki kafatası'nın farklı açılardan görünüşü
- 1.4. Sığırdaki ilk iki omur atlas ve aksis'in farklı açılardan görünüşü ve bağlantısı
- 1.5. Sığırdaki göğüs (toraks) omurlarının görünüşü
- 1.6. Sığırdaki bel omurlarının farklı açılardan görünüşü
- 1.7. Sığırdaki sakrum ve kaudal'in görünüşü
- 1.8. Sığırdaki kaburga parçalarının ve sternum'un görünüşü
- 1.9. Sığırdaki skapula kemiğinin farklı açılardan görünüşü
- 1.10. Sığırdaki sol koksas'nın farklı açılardan görünüşü
- 1.11. Köpek, domuz ve inekte sağ ön ekstremitelerin anatomik karşılaştırması
- 1.12. Sığırdaki sol humerus kemiğinin farklı açılardan görünüşü
- 1.13. Sığırdaki sol Radius-ulna kemiğinin farklı açılardan görünüşü
- 1.14. Sığırdaki sol femur kemiğinin farklı açılardan görünüşü
- 1.15. Sığırdaki sol tibia kemiğinin farklı açılardan görünüşü
- 1.16. Sığırdaki metakarpus ve parçalarının görünüşü
- 1.17. Sığırdaki bilek kemiklerinin farklı açılardan görünüşü
- 1.18. Sığırdaki parmakların farklı açılardan görünüşü
- 2.1. Stratonikeia Antik Kenti, Muğla-Yatağan
- 2.2. Stratonikeia Antik Kenti Uydu Görüntüsü, Muğla-Yatağan
- 2.3. Stratonikeia kazı alanından elde edilen bazı hayvan kemiklerinin görüntüsü
- 2.4. Moleküler analiz için kullanılan hayvan kemiklerinden bir görüntü
- 2.5. Moleküler analiz için kullanılan bazı hayvan kemiklerinin DNA izolasyonu için hazırlanmış bir görüntüsü
- 3.1. G-2, G-4, G-5 ve G-1 örneklerinden elde edilen mitokondrial DNA'nın agaroz jel ile görüntülenmesi
- 3.2. G-3/ 6/ 7/ 8/ 9/ 10/ 11/ 12/ 13 ve G-14 örneklerinden elde edilen mitokondrial DNA'nın agaroz jel ile görüntülenmesi
- 3.3. G-15, G-16 ve G-17 örneklerinden elde edilen mitokondrial DNA'nın agaroz jel ile görüntülenmesi

3.4. G-2, G-3, G-4, G-5, G-6, G-7, G-8, G-11, G-14 ve G-17 örneklerinden PCR sonucunda elde edilen bant görüntüsü

3.5. G-11 ve G-17 örneklerinden COI genine ait pikler

ÇİZELGELER DİZİNİ

- 1.1. Baş iskeletinin bölümleri
- 1.2. Bazı hayvanların omurgalarının farklı bölgelerindeki omur sayıları
- 2.1. Bazı familyalar arasında kafatası kemikleri arasındaki farklılıklar
- 2.2. Bazı familyalar arasında omurlardaki farklılıklar
- 2.3. Bazı familyalar arasında post kraniyal kemiklerdeki farklılıklar
- 2.4. Primerler
- 2.5. PCR’de kullanılan bileşenler ve miktarları
- 2.6. PCR döngüsü için değerler
- 3.1. Tanımlanan örneklerin familyalara göre dağılımı
- 3.2. Tanımlanan Bovidae örneklerinin türe göre dağılımı
- 3.3. Familyaların kazı bölgelerine göre dağılımı
- 3.4. Örneklerin moleküler analiz basamaklarının sonuçları
- 3.5. G-11 örneğinin olası baz dizisi
- 3.6. G-17 örneğinin olası baz dizisi
- 3.7. G-11 örneği için NCBI veri tabanına göre renk anahtarı
- 3.8. G-17 örneği için NCBI veri tabanına göre renk anahtarı

KISALTMALAR DİZİNİ

AX	: Aksis
AT	: Atlas
CE	: Servikal
CPA	: Yardımcı karpal
CPF	: Dördüncü karpal
CPI	: Orta karpal
CPR	: Radyal karpal
CPS	: İki ve üçüncükarpal
CPU	: Ulvar karpal
FN	: Frontal
HC	: Ana boynuz
INV	: Kesici
LM	: Lumbar
MX	: Maksilla
NSL	: Nazal
PH	: Falanks
SA	: Sakral
SE	: Sesamoid
TH	: Torasik
ZGO	: Zigomatik

GİRİŞ

İnsan, varoluşundan itibaren doğa ile iç içe olmuş ve yaşam sürecinde doğa olaylarını, çevre koşullarını, aynı ekolojik nişi paylaştığı canlı ve cansız her varlığı gözlemleyip hayatta kalma ve hayatını kolaylaştırma yolunda çözümler üretmeye çalışmış ve öğrendiklerini nesilden nesile aktarmış bir varlıktır.

Varoluş tarihini ortaya çıkarmak için yüzyıllardır yapılan arkeolojik çalışmalar, insanoğlunun doğa ve diğer canlılar ile olan bağıni ortaya çıkarmış ayrıca hayatta kalma ve yerleşik hayata geçme sürecindeki kalıntılar ve eserler tarihimize ışık tutmuştur. İnsanların hayvanlar ile olan ilişkisi, sadece avlanma ve beslenme üzerine değil korunma, taşımacılık, evcilleştirme gibi farklı amaçlara da hizmet etmiştir. Çeşitli dönemlerde ve toplumların yaşayış tarzlarına göre farklılık gösteren hayvan kalıntıları günümüzde arkeolojik kazı çalışmaları sonucu ele geçmektedir (Yavuz 2010).

1. ARAŞTIRMANIN KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ

1.1. Zooarkeoloji

Zooarkeoloji, zooloji (hayvan bilimi) ve arkeoloji (eskinin bilimi) terimlerinin bir bileşenidir. Eski çağlarda yaşamış toplumlar ile bir arada bulunmuş fakat soyu tükenmiş ya da hala türünü korumakta olan bütün hayvan kalıntıları zooarkeolojinin çalışma alanı içerisine girmektedir (Reitz ve Wing 1999).

Zooarkeoloji ve arkeobotanik bilimleri biyoarkeolojinin, biyoarkeoloji ise çevresel arkeoloji biliminin bir alt dalı olarak değerlendirilmiştir (Wilkinson ve Stevens 2003).

Çevresel arkeoloji, insan ile onun makro ve mikro çevresini, geçen süreçle bağlantılı olarak inceleyen bilim dalıdır. Bu bilim 1960'larda ekolojik arkeolojiden destek alan 'Yeni Arkeoloji'nin etkisiyle hızla gelişmektedir. Omurgalı hayvan kalıntıları, böcek, sürüngen, bitki fosilleri ve çürümüş bitki katmanları ayrıca buz ve jeomorfolojisi çalışma alanıdır. Ana inceleme alanı doğa yapısı ve insanı doğayla bağlayan malzemelerdir. En önemli yöntemlerinden biri polen analizidir (Renfrew, C. ve Bahn, P. 2005).

Zooarkeoloji, arkeolojik kayıtlardan ele geçen kemiklerin incelenmesi yoluyla arkeoloji bilimine yardımcı olan bir disiplindir. Zooarkeoloji'nin amacı, bulunan hayvan kalıntılarının izin verdiği ölçüde eski insanların davranışlarını ve çevreleriyle olan ilişkisini resmetmektir (Klein ve Cruz-Urbe 1984). Zooarkeoloji terimi geniş anlamda ele alınacak olursa hayvan kalıntılarından elde edilen bulguları diğer arkeolojik bulgularla karşılaştırıp ortaya çıkan sonuçların yorumlanması olarak değerlendirilebilir. Zooarkeolojik araştırmaların antropoloji ve arkeolojiye ilk ve en önemli katkısı, insanlık tarihinin ne kadar eskiye dayandığını göstermiş olmasıdır. Bundan sonra yüklendiği görev ise prehistorik kalıntıların kronolojik bir çerçeve içerisine yerleştirilmesidir (Atıcı 1998).

Zooarkeoloji biliminin çok disiplinli çalışmalar içerisinde yer alması, alanın çeşitli isimlere bölünmesine sebep olmuştur. Bu duruma Schlesinger (2008)'ın yorumu; "Bazı araştırmacılar zooarkeoloji olarak ifade ederken, diğer araştırmacılar arkeozooloji, etnozooloji ve osteoarkeoloji olarak ifade ederler. Bu alan için isimlerdeki farklılıklar önemsiz görünmesine rağmen araştırmacılar onların odak noktası ve bakış açılarındaki çeşitlilik olarak yorumlar. Örneğin zooarkeoloji ismi, kalıntıların biyolojik veya zoolojik yorumlanmasında savunulan kültürel analizlerin üstünlüğünü yansıtır" olmuştur.

Zooarkeoloji'nin ilgi alanı genel olarak antik dönemde insanların hangi hayvanları ne zaman evcilleştirdikleri, hangi hayvanları avladıkları, avlanan ve evcilleştirilen hayvanların nasıl seçildiği, hayvanların hangi ürünlerinden yararlandığı, nasıl kesildikleri, yerleşim yerinde hangi türlerin barındığı ve nasıl beslendikleri gibi konulardır (Yavuz 2010). Ayrıca kalıntıların genellikle; kemikler, dişler, kabuklar gibi vücudun sert parçalarından oluştuğu göz önünde bulundurulduğunda; taşımacılık, çiftçilik, kıyafet, alet yapımı, dekorasyon için kullanılan hayvanlara ek olarak eski nüfusların yiyecek artığını da temsil ettiği belirtilmektedir (Reitz ve Wing 1999).

1.2. Zooarkeolojik Araştırmaların Tarihçesi

Zooarkeolojik çalışmalar 19. yy. da buluntuları sınıflandırma ve tanımlamalar; 20. yy. ın başlarında kültür tarihi ve 21. yy da ise fonksiyonları esas alarak gelişmiş bir bilim dalıdır. 19. yüzyılda erken fauna çalışmaları daha çok

bilim adamları tarafından eğitim amacıyla yapılırken, daha sonra bu ilgi öncelikle paleontoloji olmak üzere zooarkeolojik yaklaşımlar şeklinde gelişmiştir. C. Grewing 19. yüzyılın sonunda doğa bilimleri yöntemlerini kullanarak Estonya'da Kunda Lammasmägi yerleşim sitesinden bulduğu hayvan kemikleri üzerindeki çalışmalarıyla palaeozoolojinin temelini atan bilim insanlarından biri olmuştur (Rannamäe 2010)

1857 yılında, Almanya'nın Düsseldorf kenti yakınlarında bulunan Neandertal kalıntıları "hilkat garibesi" olarak yorumlanmıştır. Frere'nin 1800 yılında Archaeologia dergisinde yayınlanan bu yorumu, herhangi bir tanımlama ve açıklamadan yoksun olmasına karşın zooarkeolojiyle ilgili en eski yayın olarak kabul edilir (Davis 1987).

Tarihsel zooarkeolojideki ilerleyiş hem zooarkeoloji hem de tarihsel arkeolojinin gelişimi sırasında karşılaşılan örnekler ile şekillenmiştir. Robison ve Bogan (1987) Kuzey Amerika'nın doğusunda yaptıkları çalışmalarla zooarkeolojinin gelişimi ile ilgili tarihsel bilgileri derlemişlerdir. Jolley (1983) 1980'lerin başı itibarıyla zooarkeolojinin güncel durumunu incelemiştir. Deagen (1996) bir çok tarihsel zooarkeoloji çalışmalarını değerlendirmiş ve bu çalışmaları tarihsel arkeoloji içinde yer alan daha kapsamlı ekolojik arkeoloji çalışmalarıyla birleştirmiştir.

20. yy. ın ortalarında bu disiplin daha bilimsel yöntemler kullanmaya başlamıştır. Özünde zooarkeolojinin tarihsel gelişiminin 1960'lı yıllardaki arkeolojinin yükselişine bağlı olduğu düşünülmektedir (Rannamäe 2010).

Robison ve Bogan (1987), Kuzey Amerika'nın doğusunda yaptıkları çalışmalar sonucunda zooarkeolojinin gelişimini tarihsel olarak üç döneme ayırmışlardır: Formatif (Biçimlendirici) Dönem (1860-1951), Sistemleştirme Dönemi (1951-1969) ve Entegrasyon (Birleştirme) Dönemi (1969'dan günümüze). Kuzey Amerika zooarkeolojisi konusunda ilk araştırmacılar olan Paul W. Parmalee, Stanley J. Olsen ve John E. Guilday, Sistemleştirme Dönemi'nde ortaya çıktılar. Tarih öncesi toplulukların analizlerine ek olarak, bunların üçü de tarihi toplulukların erken dönem çalışmalarını yayınlamışlardır. Kuzey Amerika'daki tarihi hayvan toplulukları ile ilgili ilk çalışma 1960 tarihinde

yayınlanmıştır (Parmalee 1960). Tarihsel zooarkeolojinin başlangıç tarihi 1983 olarak kabul edilir (Jolley 1983).

1970’lerde tarihsel arkeolojinin ilerlemesi ile birlikte, tarihi yerlerde rastlanan hayvan kemiği kalıntılarının incelenmesinde büyük bir artış olmuştur. Deetz (1977)’in geçmiş dönemde yaşamış canlıların yeme alışkanlıklarına olan ilgisi ve bunun yanında tarihsel arkeoloji’nin geçmiş dönem yaşam alışkanlıklarını yeniden inşa etme çabası, hayvan kalıntıları üzerinde yapılan incelemelerin gelişmesine katkıda bulunmuştur. Zooarkeoloji ayrıca, “yeni arkeoloji’nin” kültürel ekoloji üzerinde durması ile birlikte gündeme gelen ve büyük önem verilen ekolojik ve çevresel konulardan da faydalanmıştır. Stanley South (1977) gibi insanlar sayesinde tarihsel arkeolojiye bilimsel ve kültürel ekolojik bir yaklaşımda bulunulmuştur. South aynı zamanda 1970’lerdeki ve 1980’lerin başlarındaki tarihi topluluklarla ilgili bazı çalışmalara ilham kaynağı olmuştur. Yayına hazırladığı Tarihi Yerler Arkeoloji Belgeleri üzerine Konferans kitabında tarihsel zooarkeoloji raporlarının güzel örnekleri bulunmaktadır. Bu dönem boyunca, tarihsel zooarkeoloji kültürel kaynakların yönetimi çalışmalarının hızla gelişmesi sonucunda tarihsel arkeoloji kapsamının genişlemesinden de faydalanmıştır (Landon 2005).

Deagen (1996)’a göre zooarkeolojik araştırmalar ve tarihi yerlerde başka biyolojik veriler arama çalışmaları tarihsel arkeoloji için geliştirilen yorumlayıcı modellerin kullanılması sayesinde, tarih öncesi arkeolojik dönemden elde edilen verilere göre çok daha başarılı sonuçlar vermiştir. Onun tanımıyla “Temel prensip sosyal çevre ve ortam değişkenlerinin lokal çevre değişkenleri ve onların sıralanmasına göre varoluş stratejilerini anlamakla çok daha fazla doğrudan ilişkili olduğudur.” Son yirmi yıldır bu yaklaşımlarda görülen gelişim tarihsel zooarkeolojinin olgunlaşmaya ve bütün haline gelmeye başladığını öne sürmektedir.

Zooarkeoloji birçok ülkede başlı başına bir bilim dalı olmasına rağmen çok disiplinli çalışmalar içerisinde yer almaktadır. 1865 yılında zooarkeolojik çalışmaları başlatan Lubbock için, ilk defa zooarkeolog unvanı kullanılmıştır (Reitz ve Wing 1999). Zooarkeolojik çalışmalarda; antropoloji, arkeoloji, biyoloji,

zooloji, etnoloji, paleopatoloji, paleontoloji ve ekoloji bilim dalları birlikte çalışmaktadır.

1.3. Türkiye’de Zooarkeoloji

Zooarkeoloji alanında ülkemiz dışındaki farklı coğrafyalarda ve Türkiye sınırları içerisinde birçok yabancı araştırmacı tarafından hayvan türlerinin yayılışları, toplumların beslenme şekilleri, yaşayış biçimleri ve evcilleştirme ile ilişkili çalışmalar yapılmıştır. Uluslararası Arkeozooloji Konseyi’nin (ICAZ) seçimle başa gelen uluslararası komitesi on sekiz farklı ülkeyi temsil eden otuz bilim insanından oluşmaktadır. Bu bilim insanlarının yüzde otuz üçü araştırmalarını Türkiye’de yürütmektedir (Çakırlar 2012b). Türk araştırmacıların çalışmaları da gittikçe hız kazanmaktadır. Bu çalışmalardan bir kısmı aşağıda verilmektedir.

Alman doğa bilimci Rudolf Virchow, on dokuzuncu yüzyılın sonlarında Truva’da yaptığı kazılardan çıkan hayvan kalıntılarını inceleyip yayınlamıştır. Bu çalışmanın Türkiye’de yapılan ilk zooarkeolojik çalışma olduğu düşünülmektedir (Çakırlar 2012b).

Güneydoğu Bölgesinde yapılan bazı çalışmalar; Güneydoğu Anadolu Tarihöncesi Araştırmaları kapsamında Lawrance (1980), Diyarbakır Çayönü’nde hayvan evcilleştirme üzerine çalışmıştır. Yine Güneydoğu, Tilbeşar bölgesinde Berthon ve Mashkour (2008), Caprinae (koyun ve keçi), sığır ve domuz popülasyonlarını belirleyerek bu bölgenin beslenme alışkanlıklarını çalışmışlardır. Örneklerin büyük çoğunluğu sığır daha sonra ise caprinae ait kemiklerdir. Kemiklerin yoğunluk dağılımına bakıldığında Tilbeşar bölgesinin Horum Höyük ile beslenme alışkanlıklarının benzer olduğu sonucuna varmışlardır. Allentuck (2004), Titiş Höyük bölgesinde hayvan kemiklerinin korunması, yayılımı ve tüketimi üzerine çalışmıştır.

Baykara ve Satar (2013)’nın Salat Tepe Höyük’te yaptıkları zooarkeolojik çalışmada Orta Tunç çağına ait 1258 hayvan kemiğinden 220 adeti tanımlanmıştır. Kemiklerin dağılımına bakıldığında en çok domuz, sonra koyun ve keçiye ait Caprinae’ye ait kemikler, en az ise sığır kemiklerine rastlanmıştır.

Bu dönemde insanların çoğunlukla çift toynaklı hayvanları diyetlerine kattıkları tespit edilmiştir.

İç Anadolu Bölgesi'nde yapılan çalışmalardan bazıları; Russell ve ark. (2005) ve Russell ve ark. (2013)'de yapılan Çatalhöyük memelileri üzerine yapılan çalışmaları, Atıcı (2014b)'nın Kültepe – Kaniş bölgesinde beslenme ve etnik köken üzerine yaptığı çalışmalar örnek gösterilebilir.

Ege Bölgesi'nde Çakırlar (2012a)'ın İzmir Ulucak Höyük'te hayvan çiftçiliğinin evrimi üzerine araştırması sonucu Batı Anadolu'daki hayvancılık teknolojilerinin Güneydoğu Avrupa'ya yayılmasında önemli rol oynadığını göstermektedir. Kuşadası Kadıkalesi kazısında ele geçen hayvan kemiklerinin yaklaşık %85'i tüketim artığı olarak sığır, koyun, keçi ve domuza ait olduğu bulunmuştur. Hayvan kemikleri üzerinde yaygın olarak kasaplık izleri (satır, bıcak gibi) gözlenmiş, az miktarda da yanık izleri vardır. Kemiklerin çoğunuğu işlenmiştir ve bunlar oyuncak, tartı aletleri, dericilik ve hasırcılıkta kullanıldıkları düşünülmektedir (Onar ve ark. 2013). Ayrıca Akdeniz Bölgesi'nde Atıcı (2014a)'nın Karain B Mağarası'ndaki kemik yatağında tafonomi araştırması zooarkeolojik çalışmaların Türkiye'deki örneklerindendir.

1.4. Zooarkeolojiye Katkı Sağlayan Bilim Dalları

Reitz ve Wing (1999)'in belirttiği gibi, zooarkeoloji bilimi disiplinler arası bir bilimdir ve birçok bilim dalı ile ortak çalışmalar sürdürmektedir.

Zooarkeolojiye yardımcı bilim dallarından biri olan **antropoloji** Grekçe "insan" anlamına gelen "anthropos" ile "bilim" anlamına gelen "logos" sözcüklerinden türetilmiştir (Özbudun ve Uysal 2012). Antropoloji, insanlığın başlangıcından buyana yaşama nasıl uyum sağladıkları, çevrenin bu uyumu nasıl etkilediği ve uyum sağlama sürecindeki değişimleri, kültür ve toplum yapısı çerçevesinde anlamaya çalışır (Aydın 2007). İnsanın var olduğu andan itibaren hayvanlarla olan ilişkisi düşünüldüğünde bu bilimin zooarkeoloji bilimi ile ayrılmaz bir ikili olduğu açıktır.

Arkeoloji, eskinin bilimidir ve eski çağlardan zamanımıza kadar korunmuş, insanın yapmış olduğu el ile tutulabilen her türlü eseri, oluşturmuş olduğu kültür ve inanışları araştırarak geçmişten geleceğe ışık tutar (Saltuk 1993).

Biyoloji ve alt dalı zooloji, zooarkeoloji bilimini yönlendiren en önemli bilim dallarıdır. Zooloji, eski çağlarda yaşamış ve bugün soyu tükenmiş birçok türü ayrıca günümüzde yaşayan tüm hayvanların yaşam tarzlarını ve davranışlarını, beslenmelerini, üremelerini, yaşadıkları çevre ile olan ilişkilerini inceleyen bilim dalıdır (Demirsoy 2006).

Ekoloji, çevre bilimidir. Canlıların çevreleri, birbirleri ve insanlar ile ilişkilerini inceler. Hayvanların çevreleri ile olan iletişimi, etkileşimi türlerin çevre etkilerine bağlı yok oluşunu araştıran bu bilim paleontoloji ve paleopatolojiyle birlikte zooarkeolojiye destek olur (Türe 2009).

Paleontoloji ölmüş varlıkların fosil kalıntılarından yararlanarak, jeolojik zamanlarda yaşamış olan canlıların en ilkelinden günümüzdeki en gelişmiş olanlarına kadar geçirdikleri gelişmeleri, çeşit ve şekilleri, yaşama ortamları, ortaya çıkışları ve yok oluşlarıyla, zaman ve mekândaki dağılışı ve yayılışlarını araştıran bilim dalıdır. Bu açıdan zooarkeolojiye jeolojik zaman değişimleri göz önüne alınarak tafonomik özelliklerin yorumlanması, coğrafik ve iklim koşullarının hayvan kemikleri üzerine etkisini araştırılması konusunda yardımcı olur (Bremer 1978).

Zooarkeolojiye yardımcı bir diğer bilim dalı ise **paleopatolojidir**. Öncelikle patoloji genel anlamda organ, doku ve kemiklerdeki yapı ve fonksiyon bozukluklarını inceler. İskeletlerde iz bırakan hastalıkların, hem bireysel hem de toplumsal kökenlerinin bulunması ve ortaya çıkış mekanizmaları ve etkilerini araştırır (Özbudun ve Uysal 2012).

Son olarak **etnoloji** ise özgün anlamında halkların tarihini kurgulama çabasıdır. Bu nedenle ilkel toplumların sosyal kurumlarının karşılaştırmalı incelemesi olarak tanımlanır (Kuper 1973).

Ayrıca zooarkeolojik çalışmalara moleküler biyoloji alanının desteği her geçen gün artmaktadır. Buna örnek olarak arkeogenetik, eski toplumların araştırılmasında yardımcı ve çok yeni bir bilim dalıdır. Bu bilim, insanlığa dair geçmişin, moleküler genetik teknikler kullanılarak araştırılmasıdır. Çalışmalar

hala devam etse de hızla gelişen bir bilim dalı haline gelmiştir. 1953'te DNA'nın genetik şifresinin kırılmasıyla DNA zincirine dayanan sayısız yöntemin yolu açılmış, 1990'ların ortalarından itibaren de soya dayalı yöntemler (moleküler filogenetik çalışmalar) kullanılmaya başlanmıştır (Renfrew, C. ve Bahn, P. 2005).

Zooarkeoloji, burada açıklananların dışında jeoloji, klimatoloji gibi daha birçok bilim dalı ile de ilişkilidir. Bu bölümde anlaşılması gereken en önemli nokta, zooarkeolojinin incelemekte olduğu faunal kalıntıların yaşarken ve öldükten sonra kendileri, çevreleri, birlikte yaşadıkları ya da av oldukları canlı toplulukları arasındaki ilişkilerini inceleyip yorumlayabilmek ve geçmişini aydınlatmak için her zaman yardımcı bilim dallarına ihtiyaç duyacağıdır.

1.5. Zooarkeolojik Çalışmaları Etkileyen Faktörler

Her çalışma alanında olduğu gibi zooarkeolojik çalışmalarda da zooarkeologların karşısına çıkan ve araştırmayı etkileyen faktörler vardır. Bu etkiler araştırmanın sonucunu da etkileyeceği için oldukça önemlidir.

Atıcı (1998) fosil bir faunanın araştırılması sırasında araştırma ve analizlere etki edebilecek faktörleri; zooarkeologlar tarafından kontrol edilebilen ve edilemeyen faktörler olarak iki gruba ayırmıştır. Peres (2010) ise zooarkeolojik örnekler için yaygın olarak üç tip etkinin varlığından söz etmiştir. Bunlar;

- Sosyo-kültürel inançlar ve uygulamalardan kaynaklanan etkiler
- Tafonomik süreçten kaynaklanan etkiler
- Farkında olmadan kazıcıların ve analistlerin neden olduğu etkiler

1.5.1. Sosyo-Kültürel İnançlar ve Uygulamalardan Kaynaklanan Etkiler

İnsanlar beslenmelerine dâhil etmek için çevreden bazı hayvanları seçerler. Sosyal organizasyon, yiyecek tercihleri ve tabuları içeren düşünce sistemleri, beslenmelerine dâhil edilen organizmaları belirlemiş olur (Peres 2010).

Avlanma alanının seçilmesi; avlanma teknikleri, kurbanın seçimi; kasaplık teknikleri ve avın taşınması, depolanması, besini kesme, pişirme, tuzlama, kurutma gibi yiyecek elde etme teknikleri hangi besin maddelerinin arkeolojik

kayıtlara dönüştüğü bilgisini verir (Atıcı 1998, Peres 2010). Ayrıca faunal kalıntıları, inançları, ayinleri için kullanma, süs eşyası ya da takı olarak kullanma, alet yapımı ve yakacak olarak kullanma gibi işlemler de faunal kalıntıların uğradığı etkileri bize yansıtır. Buna ek olarak faunal kalıntılar inşaat malzemesi, hayvan yemi, para olarak da kullanılmıştır (Bar-Yosef Mayer 2007).

1.5.2. Tafonomik Süreçten Kaynaklanan Etkiler

Tafonomi terim olarak Yunanca "taphnos" gömülme ve "nomos" yasa sözcüklerinin birleşimi ile oluşmuş ve bir organizmanın ölümünden fosilleşme aşamasına kadar geçirdiği tüm organik olayları kapsar. Tafonomik tarih ise, ölü bir hayvanın kalıntıları üzerinde oluşan bütün durumların toplamını ifade eder (O'Connor 2000).

Zooarkeologlar belirli bir kalıntının korunmasını neyin engellediğini ya da neyin yardımcı olduğunu anlamak ve neyin kaybedilmiş olabileceğini fark etmek için tafonomik aşamalara bakar. Faunal kalıntıları etkileyebilen tafonomik aşamalar; farklı korunma, aşınma, sel, erozyon, tortulanma (birikim), ezilme, temizleme, insan davranışları ve toprağın pH derecesini içerir (Peres 2010). Bir faunal kalıntıyı etkileyen faktörleri anlamak kalıntının tarihini daha iyi yorumlayabilmemiz için önemlidir.

Faunal kalıntılar ölüm şekline, belirli osteolojik özelliklerine, çevre koşullarına bağlı olarak iyi korunmuş, yetersiz korunmuş ya da sadece çok az derecede bozulmuş olarak sınıflandırılabilir. Osteolojik özellikler; kimyasal bileşim, nisbi erginlik ve bireylerin boyutu, tanımlayıcı işaretler, kemik yoğunluğu ve ufalanmayı kapsayabilir. Korunmayı etkileyen bazı çevre koşulları; toprak asitliği, iklim ve coğrafik konumdur. Ayrıca çevrenin temel koşulları, faunal kalıntıların korunma tarihini açıklamada önemlidir (Peres 2010).

Tortulanma (birikim) tipi ve birikimin coğrafik konumu hangi tafonomik aşamanın daha tahrip edici ya da koruyucu olabileceğini belirleyebilecektir. Genel olarak dikkate alınmak zorunda olan tafonomik aşamalar; toprak pH'sı, erozyon, aşınma ve insan olmayan leş yiyiciler tarafından yapılan bozulmaları kapsar. Davis (1987); köstebek, fare, tavşan gibi kazıcı hayvanların yuva yapmak için

kazdıkları alanlar ve açtıkları deliklerin oluşturduğu kayıpları da etki alanı içinde göstermiştir.

Kemikler, toprağın pH'sı 7.8 - 7.9 iken en iyi şekilde korunur. pH değeri 8'in üzerine çıktığında kemik minerali yüksek oranda bozulur. Topraklar asidik olduğunda her düşen derece için daha büyük kemik bozulmaları gerçekleşir. Kireçlenmeyen parçaların geriye kalması düşük ihtimaldir. Diş minesinin varlığından dolayı, erişkin memelilerin dişlerinin kalması ihtimali daha yüksektir (Peres 2010).

1.5.3. Farkında Olmadan Kazıcı ve Araştırmacıların Neden Olduğu Etkiler

Öncelikle araştırmacı faunal kalıntıların toplanmasında en uygun metot ve tekniklerin kullanıldığından emin olmalı, gerekirse daha deneyimli araştırmacılara danışmalı ya da kazı ekibi bu çalışma konusunda yeterli bilgiye sahip değil ise kazı ekibi bilgilendirilmelidir.

Meadow (1980) araştırmanın yapılacağı ve kazı sırasında ele geçirilen korunmuş kemiklerden oluşan örnek topluluğun yapısı, sitin ne kadarının ve hangi alanların kazıldığı, kemiklerin dolgu içerisinden hangi teknik ve yöntemlerle elde edildiğine bağlı olarak değişebildiğini belirtmiştir.

Kazı alanında araştırmacı ile birlikte çalışan açma sorumlusu ve işçilerinde örneklerin çıkarılmasında etkisi büyüktür. Kazı çalışması esnasında araştırmacının kazı alanında olmaması durumunda açma sorumlusu ve işçilerin örneklerin parçalanmadan çıkarılması ve hatasız etiketlenmesi için doğru bilgi vermeye dikkat etmelidirler.

1.6. Zooarkeolojinin Yöntemi

1.6.1. Morfolojik Analiz

Omurgalı hayvanlara ait iskelet kalıntıları üzerinde yapılan araştırmalarda familya, cins ve tür ayırımlarının yapılabilmesi için iskeletin parçalarının doğru bir şekilde tanımlanabilmesi ve bu alanda çalışanların kemik yapısını ve kemik dokusunu çok iyi tanımaları gerekmektedir. Bu bölümde, zooarkeolojik bir

çalışmada memeliler üzerine yapılan araştırmaların ilk adımını oluşturan memeli hayvan iskelet yapısı hakkında bilgi verilecektir.

Organizmada bulunan kemiklerin, belirli bir biyomekanik düzen ve amaçla hareketli ve hareketsiz olarak birbirine bağlanmasında oluşan kemik çatısına iskelet veya iskelet sistemi denir. İskelet organizmanın en sert ve en dayanıklı kısmıdır ve diğer anatomik yapılara dayanak ve koruyucu görev yapar (Hazıroğlu 2011). İskeleti şekillendiren kemikler, kemik dokusundan şekillenir. Latince kemik "os" (çoğul: ossa) terimi ile ifade edilir.

Kemik doku, organizmadaki diğer bağ dokularda olduğu gibi hücre ve lifler ile temel maddeden oluşmuştur. Kemik doku yapısındaki kalsiyumdan dolayı sertleşmiş bir destek dokusudur ve iskelet sisteminin en önemli yapıtaşdır. Sertliğinden dolayı hayati önemi olan organların korumasını üstlenmiş olan kemikler, kaslarla birlikte vücut hareketini sağlayan en temel bölümdür. Kalsiyum deposu olarak kullanılan kemik doku, ayrıca kan hücrelerinin yapıldığı kemik iliğini de içermektedir. Kemik dokusunun %30-40'ını lifler, protein ve glikozaminoglikanlar gibi organik maddeler oluştururken, % 60-70'ini kalsiyum, fosfat, sitrat, magnezyum gibi inorganik maddeler oluşturmaktadır (Arıncı ve Elhan 1997).

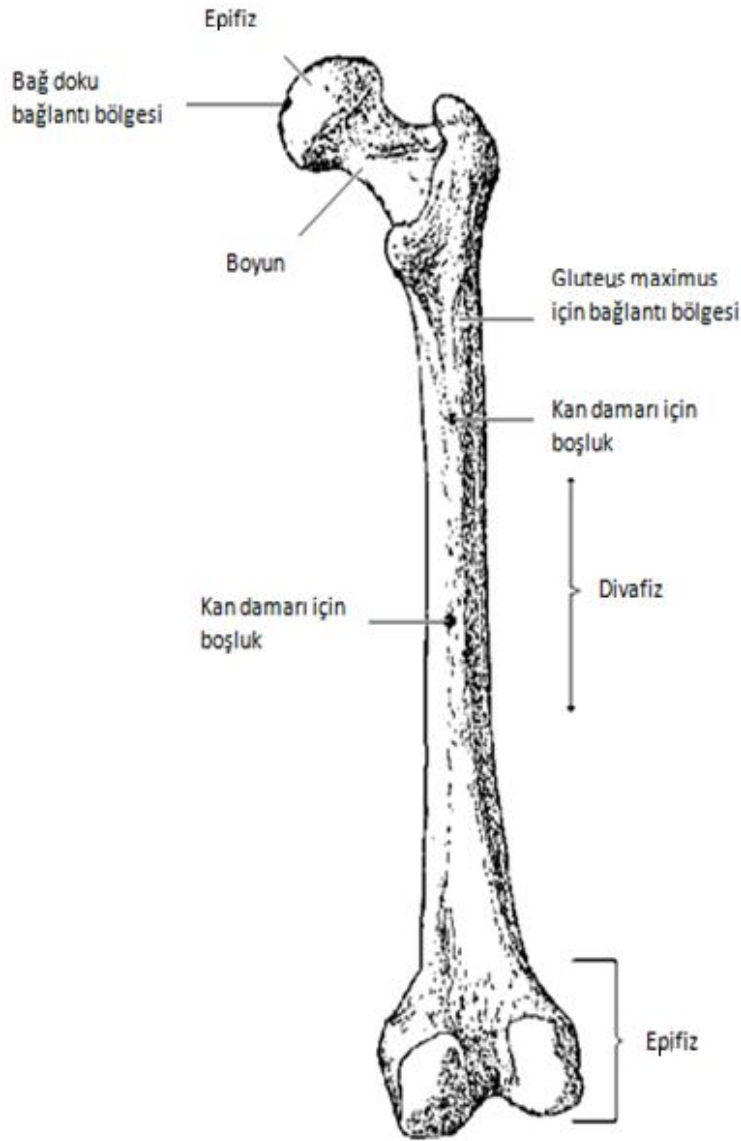
1.6.1.1. Şekillerine Göre Kemiklerin Sınıflandırılması

Kemikler boyutlarına göre; yassı, kısa ve uzun kemikler olarak üç gruba ayrılır.

- **Yassı Kemikler (*ossa plana*)** : Sıkı dokulu iki kemik arasında sıkışmış az miktarda süngerimsi kemik dokudan meydana gelmişlerdir. Örneğin; kürek kemiği (*skapula*), kalça kemiği (*koksa*), kafa kemikleri vb.
- **Kısa Kemikler (*ossa brevia*)** : Uzunluk, genişlik ve yükseklik boyutları hemen hemen birbirine eşit olan, etrafı ince tabakalı bir sıkı dokulu kemikle kaplanmış süngerimsi kemikten oluşmuştur. Örneğin; el (*ossa carpi*) ve ayak (*ossa tarsi*) bilek kemikleri.

- **Uzun Kemikler (*ossa longa*)** : Uzunluğu genişlik ve yüksekliğinden büyük olan kemiklerdir. Örneğin; kol (*humerus*) ve uyluk (*femur*) kemiği gibi (Şekil 1.1).

Uzun bir taslağında genel olarak üç kısım bulunur. Bunlar; uzun kemik taslağının orta kısmını oluşturan *diyafiz*, diyafiz'in proksimal ve distal uç kısımlarını oluşturan ve diyafizs'ten daha hacimli olan *epifizs* ve gelişme döneminde kemiğin uzunlamasına büyümesinde rol oynayan, diyafiz ve epifiz arasındaki bölge *metafiz*'dir.



Şekil 1.1. Uzun kemik yapısı örneği (*femur*)

Bunların dışında kas kirişlerine hareket kolaylığı sağlayan diz kapağı kemiği (*patella*) gibi **Susam kemikleri (*ossa sesamoidea*)**, içinde hava boşlukları bulunduran *os frontale, maksilla* gibi **Havalı kemikler (*os pneumaticum*)** ve medyan düzlemde yer alan omurlar ve başın çift olmayan kemikler gibi **Düzensiz kemikler** de vardır (Hazıroğlu 2011).

1.6.1.2. İskeletin Bölümleri

Omurgalı hayvanlarda iskelet aksiyal (skeleton axiale) ve apendiküler (skeleton appendiculare) iskelet olarak iki ana bölümden oluşur. Aksiyal iskelet; baş iskeleti (*ossa crania*), omurga (*columna vertebralis*), kaburgalar (*costae*) ve göğüs kemiği (*sternum*)’nden oluşur. Apendiküler iskelet ise ekstremitelerdeki kemiklerini içeren ön bacak kemikleri (*ossa membri thoracici*) ve arka bacak kemikleri (*ossa membri pelvini*) olmak üzere iki bölümde incelenir (Hazıroğlu 2011).

1.6.1.2.1. Aksiyal İskelet

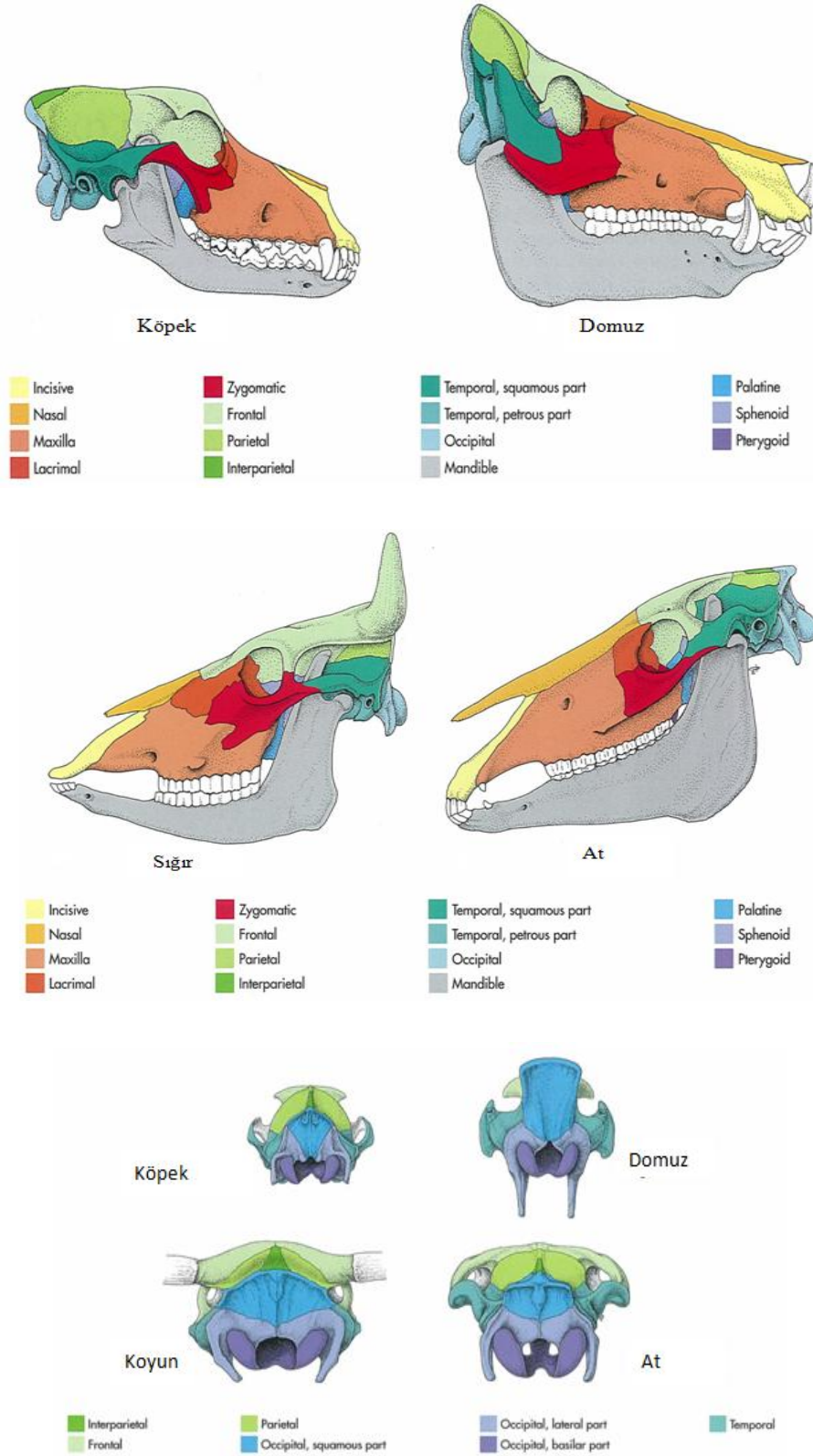
Baş İskeleti (*ossa cranii*)

Omurgalıların baş iskeleti iki kısımdan oluşur. Beyini ve duyu organlarını çevreleyen kıkırdak haldeki Neurocranium ve çeneler ile yüz parçalarını içeren Splanchnocranium (Çizelge 1.1) (Şekil 1.3).

Çizelge 1.1. Baş iskeletinin bölümleri (<http://80.251.40.59/veterinary.ankara.edu.tr>)

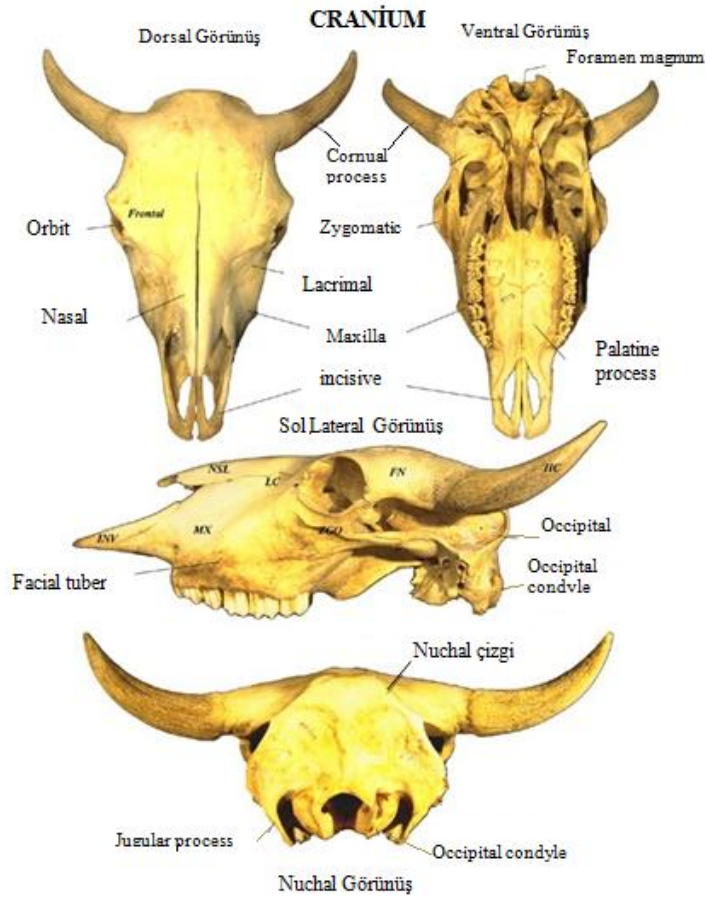
NEUROCRANIUM	SPLANCHNOCRANIUM
Os Occipitale	Os Nasale
Os Interparietale	Os Rostrale(sus)
Os Parietale	Os Lacrimale
Os Frontale	Os Zygomaticum
Os Ethmoidale	Os Maxillare
Os Sphenoidale	Os Incisivum
Os Temporale	Os Palatinum
Os Pterygoideum	Mandibula
Vomer	Os Hyoideum

Neurocranium’un ard kafa kemiği üzerinde **foramen magnum** denilen ard kafa büyük deliği vardır. Kalbur kemiği, burun boşluğu ve beyin boşluğunu ayırır. Bu delik *medulla spinalis* (omurilik)’in başlangıcını verir (Şekil 1.2). Delikten ayrıca merkezi sinir sistemi örtüleri, bazı damar ve sinirler geçer (Hazıroğlu 2011).



Şekil 1.2. Kafatası bölümlerinin gösterimi

(<http://80.251.40.59/veterinary.ankara.edu.tr/sgurcan/odev/safakdogan/kemik.html>)



Şekil 1.3. Sığırdaki kafatasının farklı açılardan görünüşü

(<http://lamar.colostate.edu/~lctodd/mammalia.htm>)

Omurga (Columna vertebralis)

Omurga, sayıları hayvan türlerine göre değişen omurların birbiri ardına muntazam bir şekilde dizilmesinden meydana gelmiş kemik sütundur. Bu kemiklerden, yine sayıları hayvan türlerine göre 3 ila 5 arasında değişen omurun birbiriyle birleşmesiyle tek bir kemik olan *sakrum* oluşmuştur. Geri kalan tüm kemikler ise eklemlerle birbirine bağlanmışlardır. Omurga, baş ile birinci boyun omurunun birleşiminden kuyruk ucuna kadar devam eder. Önden arkaya doğru omurga beş bölgeye ayrılır. Bu bölgeler boyun kısmı (pars cervicalis), göğüs kısmı (pars thoracalis), bel kısmı (pars lumbalis), kuyruk sokumu kısmı (pars sacralis) ve kuyruk kısmı (pars caudalis)'dir.

Çizelge 1.2. Bazı hayvanların omurgalarının farklı bölgelerindeki omur sayıları (Öktay 1988, Hazıroğlu 2011)

	Boyun omuru	Sırt omuru	Bel omuru	Kalça omuru	Kuyruk omuru
Köpek	7	13	7	3	20-23
Keçi	7	13	7	5	12-16
Koyun	7	13	6-7	4	16-18
At	7	18-20	6	5	15-21
Sığır	7	13	6	5	18-20
Domuz	7	14-15	6-7	4	20-23

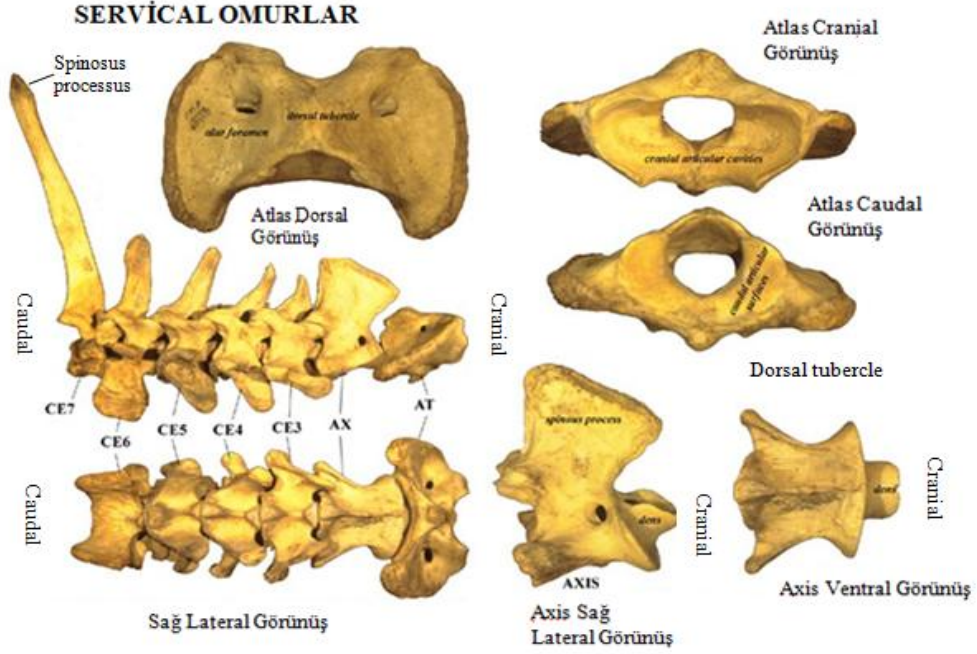
Tipik bir omur gövde (centrum) ve yay (arcus) kısımlarından oluşur. Omur gövdesi fonksiyonel olarak kordanın yerini alan kısımdır. Şekli silindirik ve omurganın farklı yerlerinde gövde şekilleri farklı olabilir (Öktay 1988).

Bütün omurların dorsal tarafında nöral yay (*arcus superior*) vardır ve nöral yayların oluşturduğu kanalda omurilik yer alır. İki omurun birleşmesini sağlayan ön ve arkaya doğru uzanan uzantılara zigapofiz (*processus articularis*), bazen nöral yaydan bazen de gövdeden çıkan ve kaburgaların bağlanmasına yarayan uzantılara ise transfer uzantı (*processus transversii*) ya da parapofiz denir. Her nöral yayın bir nöral dikenidir. Balık ve bazı reptillerin kuyruk omurlarında ayrıca hemal yay (*arcus inferior*) vardır.

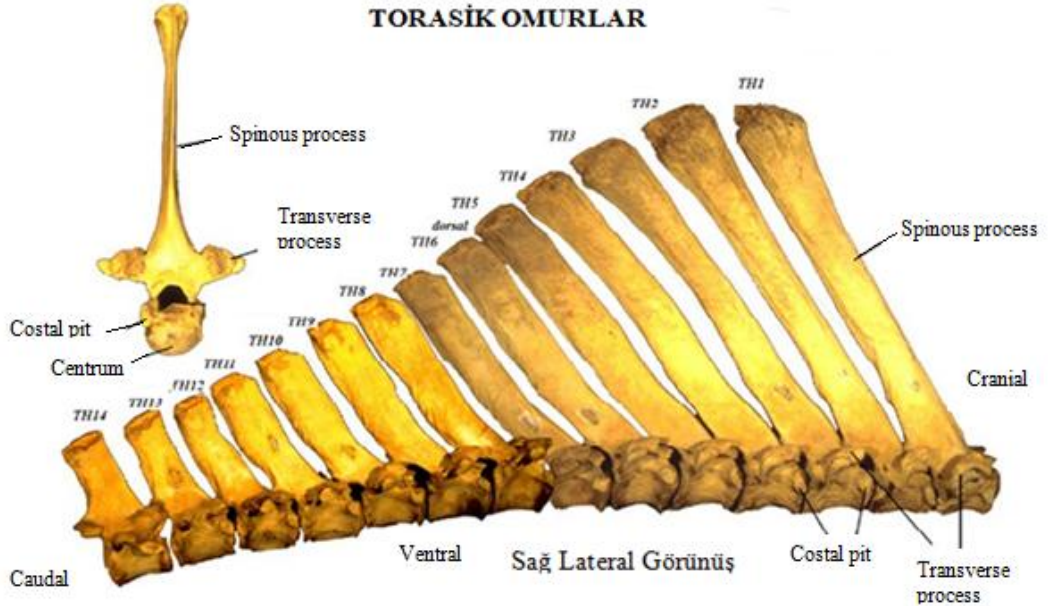
İlk iki boyun omuru başın hareketini sağlama görevini üstlendiği için şekil olarak diğer boyun omurlarından farklıdır. Bunlardan birincisine ‘atlas’, ikincisine ‘axis’ denir (Hazıroğlu 2011) (Şekil 1.4).

Göğüs omurları genellikle 12-13 adettir. Omurların nöral uzantıları uzundur. Her bir omur ventral tarafa doğru uzanan eklemli kaburgalar taşır. Memelilerin bel omurları en kuvvetli omurlardır. Bunların nöral ve özellikle transvers uzantıları çok küçüktür. Omurganın kalça bölgesi 2-9 omurun birleşerek meydana getirdiği dirençli bir kemik *os sacrum*‘ dur. Sakrum arka ekstremitte kemeri ilium kemiği ile bağlantı yapar. Sakrumu oluşturan omurların kaynaşma yerlerinde omurilik sinirleri ve kan damarlarının geçmesine yarayan delikler kalmıştır. Memelilerin kuyruk omurlarının sayısı çok değişkendir (Çizelge 1.2). Bu sayı kuyruğun uzunluğu ile orantılıdır. Kuyruğun ilk

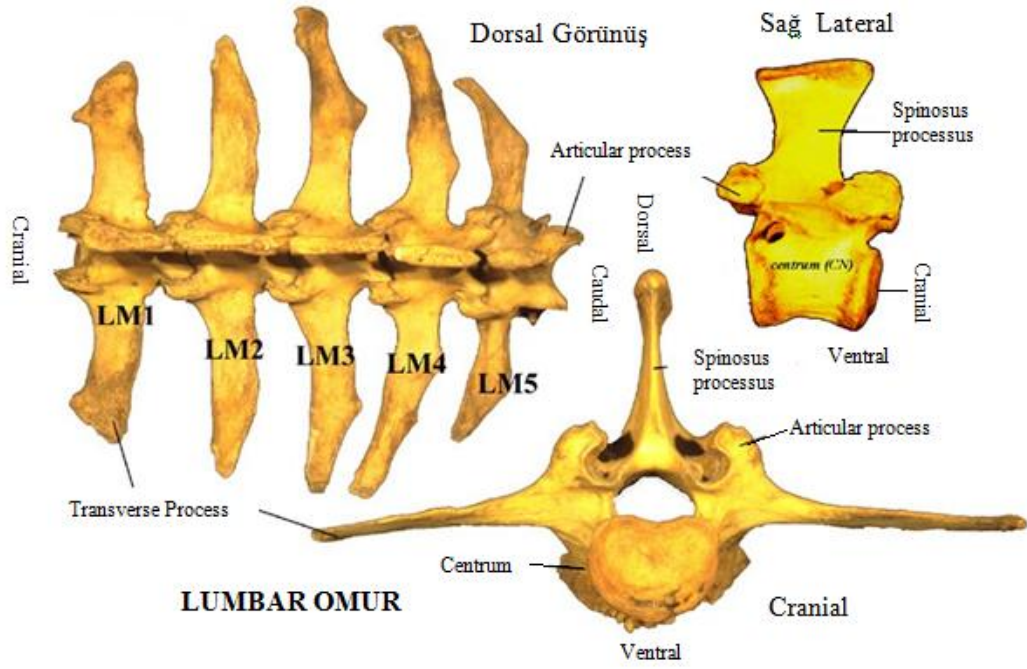
omurlarında nöral yaylar, nevrал uzantılar pre ve postzigapofizler vardır. Uca doğru gidildikçe bunlar küçülmeye ve kaybolmaya başlar, sonuncu omurda sadece omur gövdesi kalır (Öktay 1988) (Şekil 1.5, 1.6 ve 1.7).



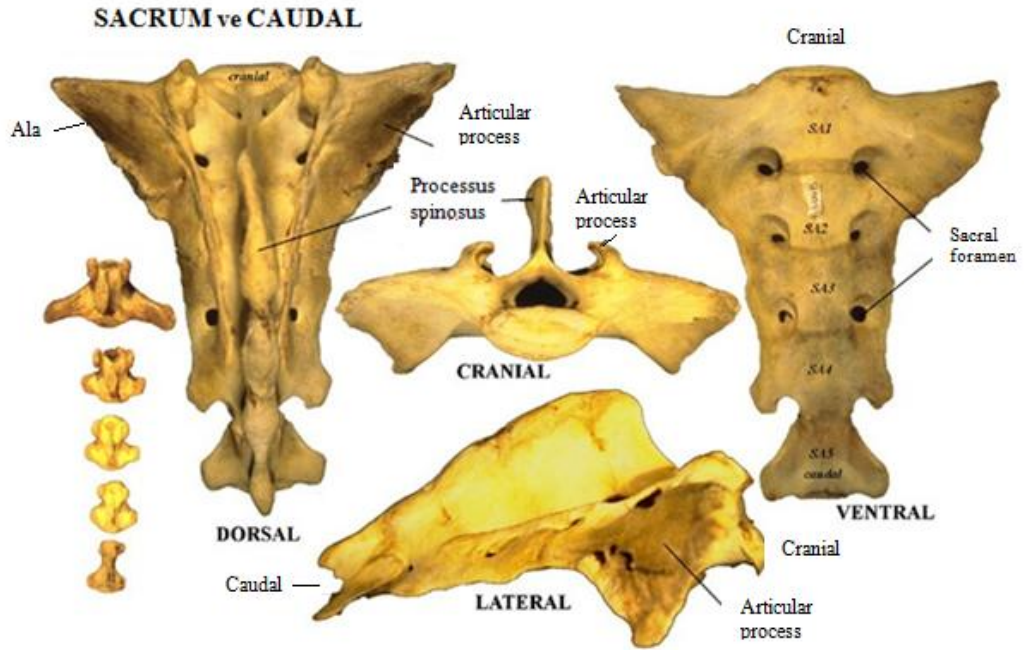
Şekil 1.4. Sığırdaki ilk iki omur atlas ve aksisin farklı açılardan görünüşü ve bağlantısı
(<http://lamar.colostate.edu/~lctodd/mammalia.htm>)



Şekil 1.5. Sığırdaki göğüs (toraks) omurlarının görünüşü
(<http://lamar.colostate.edu/~lctodd/mammalia.htm>)



Şekil 1.6. Sığırdaki bel omurlarının farklı açılardan görünüşü
(<http://lamar.colostate.edu/~lctodd/mammalia.htm>)

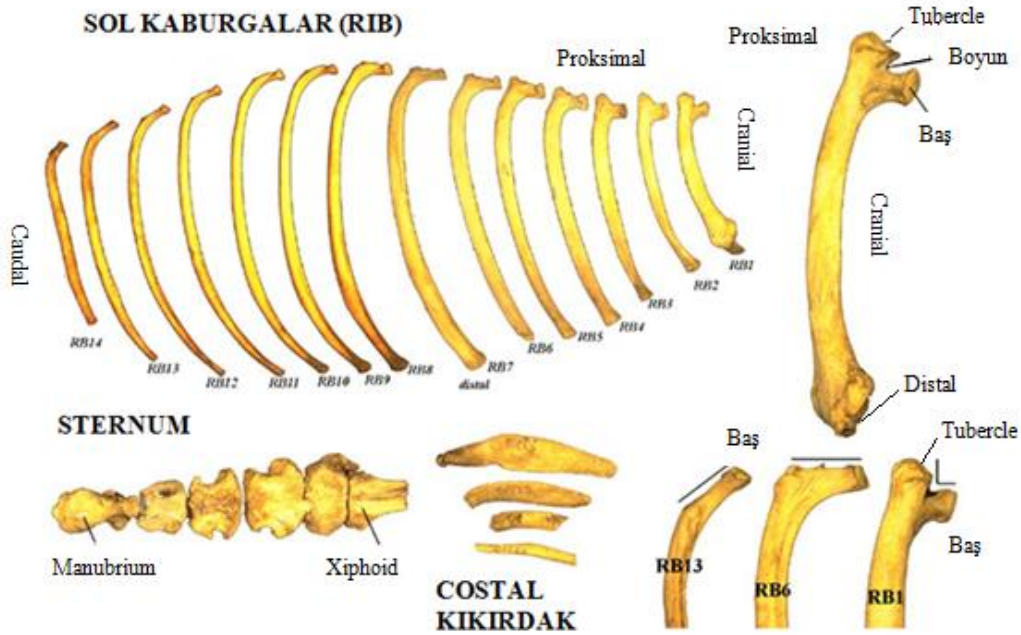


Şekil 1.7. Sığırdaki sacrum ve caudal'ın görünüşü
(<http://lamar.colostate.edu/~lctodd/mammalia.htm>)

Kaburga (Costae)

Kaburgalar (costa) omurgaya bağlanan ve vücut duvar içine uzanan çubuk şeklinde iskelet parçalarıdır. Bütün kaburgalar kıkırdak kemikten oluşmuştur ama bazen kıkırdak halinde kalabilir (Öktay 1988). Kaburgaların sayısı eklemlenmiş oldukları sırt omurları sayısının iki katıdır. Örneğin; sırt omuru sayısı 18 olan atta 18 çift kaburga, 13 olan sığırdan ise 13 çift kaburga bulunur (Şekil 1.8). Geviş getirenlerin kaburgası at ve etçillere göre oldukça yassı ve geniştir. Etçillerin kaburgası ise diğer hayvanlarınkinden daha yuvarlaktır ve dışa doğru yapmış olduğu kavislenme güçlüdür. Bütün evcil memeli hayvanlarda ön taraftaki kaburgalar kısadır. Göğüs kafesinin ortasına doğru bunların uzunluğu artar, son kaburgaya doğru tekrar kısalmaya başlar (Haziroğlu 2011).

Monotrematlar haricindeki memelilerin lumbar ve kaudal omurları hiçbir zaman kaburga taşımaz. Memelilerin göğüs kaburgaları iyi gelişmiştir; çoğunun ön tarafındaki kaburgaları iki başlı, arka taraftakilerin tuberkulumları körelmiştir (Öktay 1988). Genellikle arka göğüs omurlarının kaburgaları ya serbest ya da sternuma bağlı son kaburgaya bir kıkırdak aracılığıyla bağlanmıştır. Memelilerde sternuma direkt bağlanmayan kaburgalara (*costae spuriae*) **yalancı kaburga**, direkt sternuma bağlı kaburgalara ise (*costae verae*) **gerçek kaburga** denir.



Şekil 1.8. Sığırdan kaburga parçalarının ve sternum'un görünüşü

(<http://lamar.colostate.edu/~lctodd/mammalia.htm>)

Göğüs kemiği (Sternum)

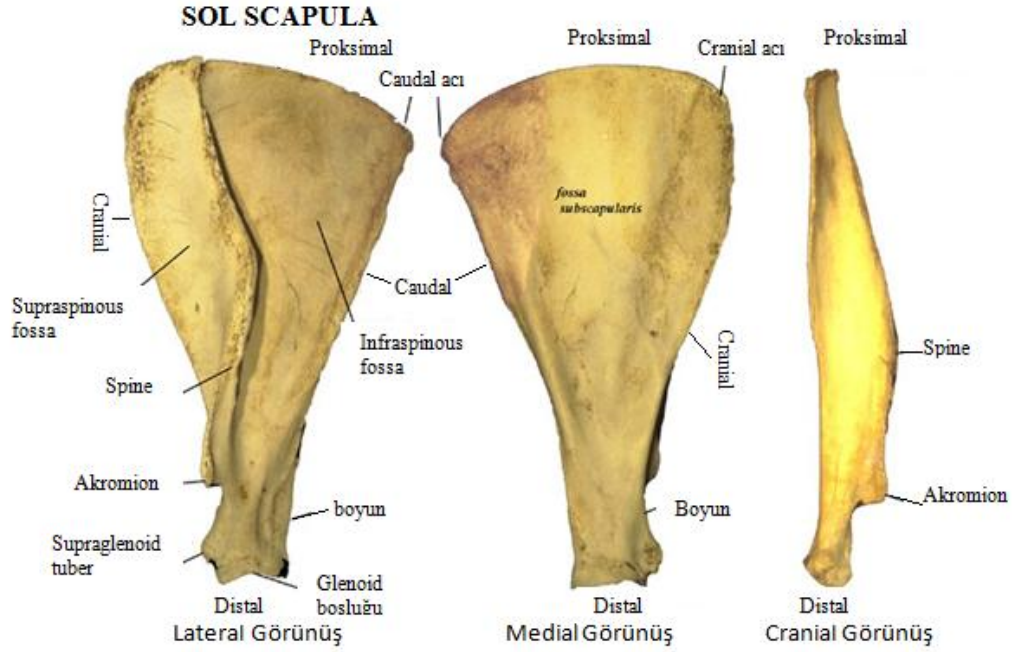
Göğüs kemiği sadece karada yaşayan omurgalılarda bulunur. Vücudun ventral duvarına yerleşmiştir. Ön ekstremitte kemeri ve kaburgalara bağlı olduğundan aksiyal iskelet parçasıdır (Öktay 1988). Memelilerde göğüs kemiği uzamış kemik bir çubuk halindedir ve *sternbrae* denilen kemik segmentlerinden oluşur (Şekil 1.8).

1.6.1.2.2. Apendiküler İskelet (Ekstremitte Kemikleri)

Memelilerin ekstremiteleri çeşitli gruplar arasında yaşam tarzına bağlı olarak farklılık gösterir. Bunlar; kazma, yüzme, uçuş, yürüme, sıçrama ve yakalama fonksiyonları için farklılaşmış olabilir. Ekstremiteler; ön ekstremitte taşıyıcısı (pektoral kemer), arka ekstremitte taşıyıcısı (pelvik kemer), ön bacak kemikleri ve arka bacak kemikleri olarak ayrılmaktadır.

Ön Ekstremitte Taşıyıcısı (Pektoral Kemer)

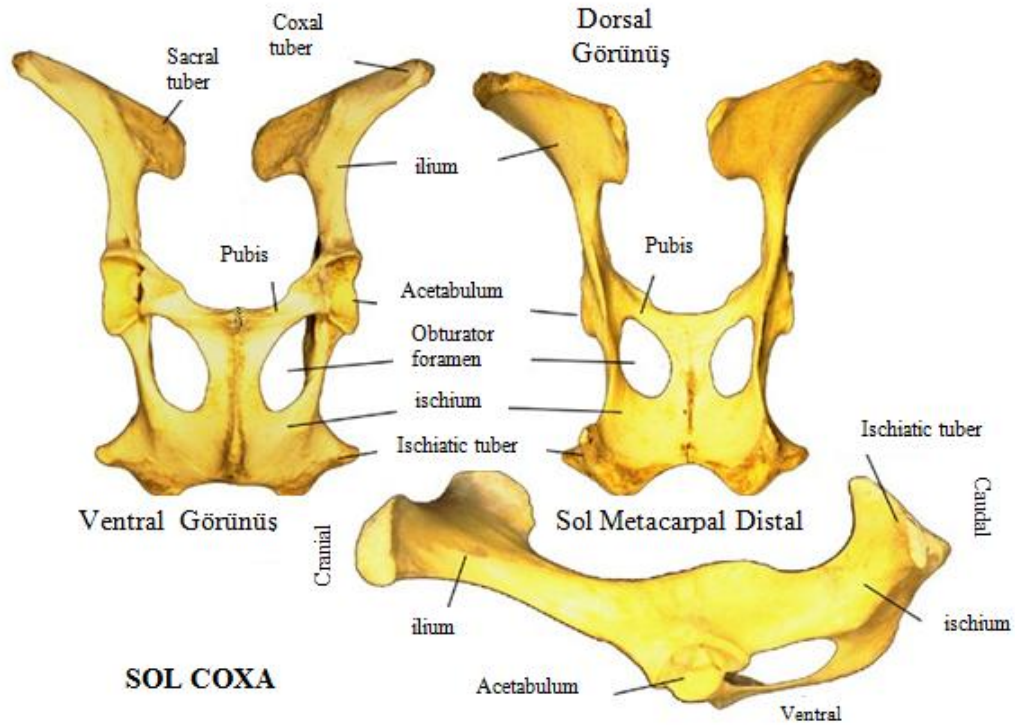
Tetrapodlarda kaslar ve kirişler ile göğüs kemerine bağlıdır. Hem kıkırdak hem derma kökenli bir kemiktir. Kıkırdak kemiklerin birbirine değdiği yer *glenoid çukuru*’dur ve bu çukura ön ekstremitenin ilk kemiği yerleşir (Öktay 1988). Bu yapıyı oluşturan parçalar; korokoid, scapula, kıkırdak kemikleri ile kleitrum, klavikula, interklavikula, posttemporal derma kemikleridir (Şekil 1.9).



Şekil 1.9. Sığırdaki scapula kemiğinin farklı açılardan görünüşü
(<http://lamar.colostate.edu/~lctodd/mammalia.htm>)

Arka Ekstremita Taşıyıcısı (Pelvik Kemer)

Pelvik kemer anüsün ön tarafında bulunur ve omurganın kalça omuruna bağlanır. Pektoral kemerden farklı olarak sadece kıkırdak kemikten oluşmaktadır. Bu yapı üç parçadan oluşur. Bunlar; ilium, ischium ve pubis kemikleridir. Birleştikleri noktada **acetabulum** çukuru vardır. Buraya arka ekstremitenin femur kemiği yerleşir. İlium dorsal, ischium ve pubis kemikleri ise ventral konumdadır (Öktay 1988) (Şekil 1.10).



Şekil 1.10. Sığırdaki sol coxa'nın farklı açılardan görünüşü

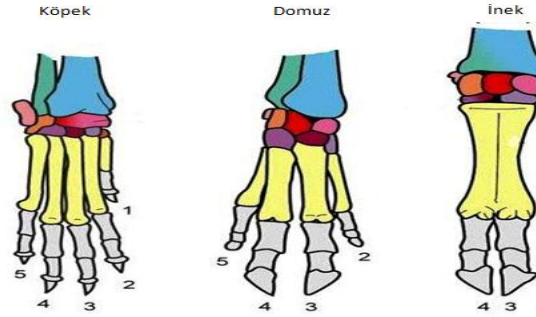
(<http://lamar.colostate.edu/~lctodd/mammalia.htm>)

Ön ve Arka Ekstremitte Kemikleri

Karada yaşayan tüm omurgalıların ekstremitte kemiklerinin temel bir şeması vardır. Bazen gruplar arasında farklılıklar görülebilir. Pentadactyl (beş parmak) bir ekstremitte birbiriyle bağlantılı üç bölge vardır. Bu bölgeler ve kemikleri, ön ve arka ekstremitelerde temel olarak aynı yapılar olmasına rağmen farklı isimlendirilirler.

Omuz ve kalça kemerine bağlı olan proksimal bölgede tek bir kemik vardır. Ön ekstremitede *humerus*, arka ekstremitede *femur*'dur. Birinci kısım ile eklemlenen orta bölgede iki kemik vardır. Ön ekstremitede *radius* ve *ulna*, arka ekstremitede *tibia* ve *fibula*'dır (Şekil 1.12, 1.13, 1.14 ve 1.15). Distal bölgede ise el ve ayak kısımları vardır ve en çok kemik bulunduran ekstremitte burasıdır (Öktay 1988). Üç kısma ayrılır:

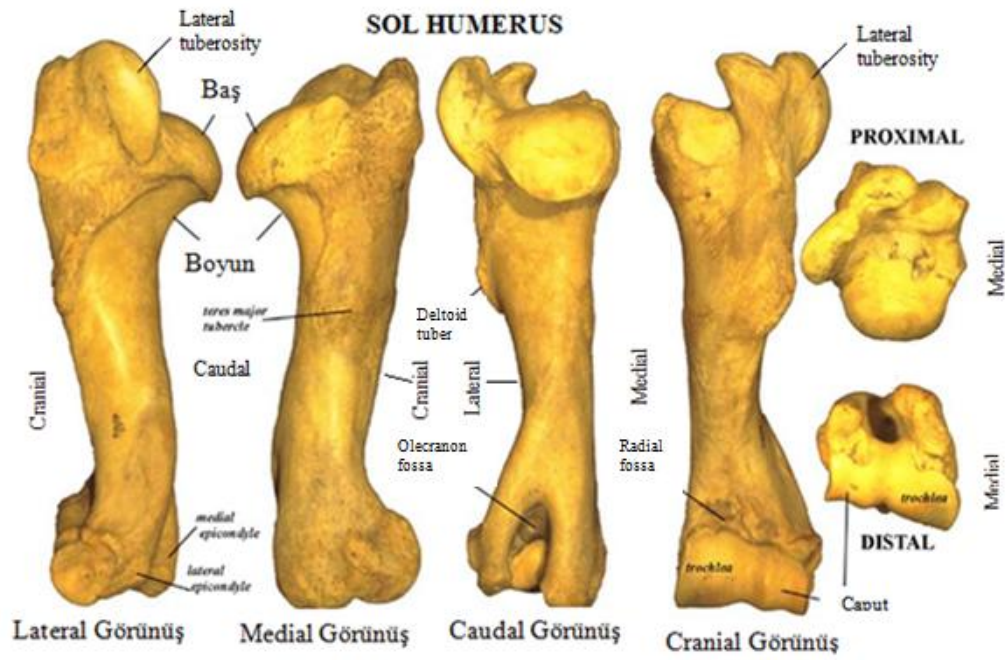
- 1- Bilek: Ön ekstremitede *carpus*, arka ekstremitede *tarsus* kemikleridir. Bunlar on kemikten oluşurlar. *Carpus*'ta; radiale, ulnare, intermedium, iki adet sentrale ve beş adet karpale bulunur. *Tarsus*'ta ise tibiale, fibulare, intermedium, iki adet santrale ve beş adet tarsale kemikleri bulunur (Şekil 1.16 ve 1.17).
- 2- Avuç: Ön ekstremitede *metacarpalia*, arka ekstremitede *metatarsalia* kemikleridir. Bu bölüm beş kemikten oluşur.
- 3- Parmak: Beş adet kemikten oluşur (phalange) ve her biri birbiri ile eklemleşen birkaç kemikten oluşmuştur (Şekil 1.11 ve 1.18).



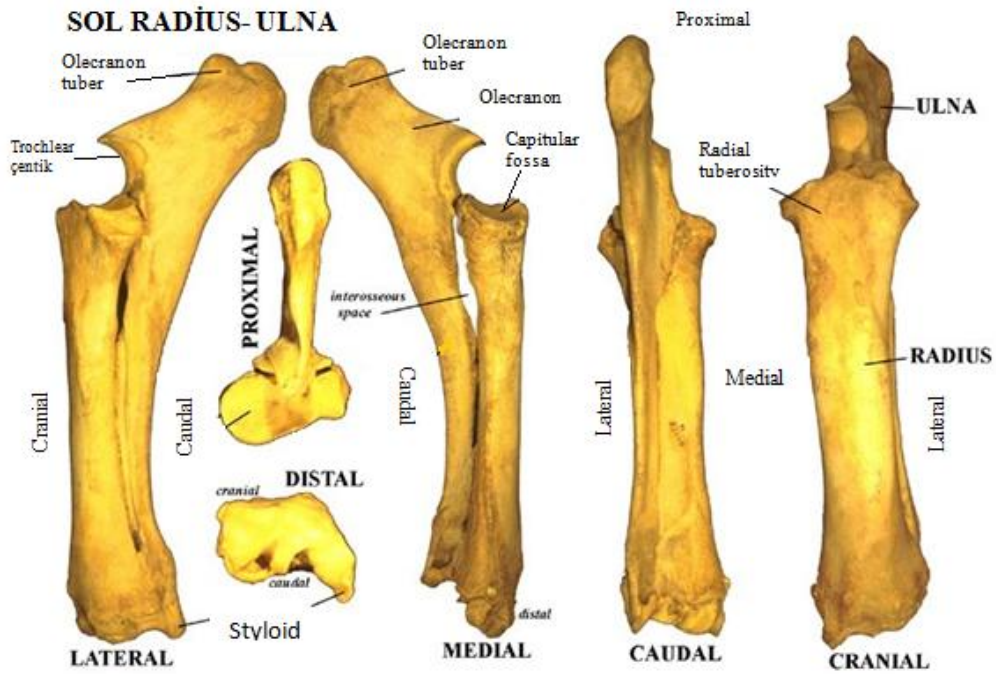
Şekil 1.11. Köpek, domuz ve inekte sağ ön ekstremitelerin anatomik karşılaştırması

(<http://80.251.40.59/veterinary.ankara.edu.tr/sgurcan/odev/safakdogan/kemik.html>)

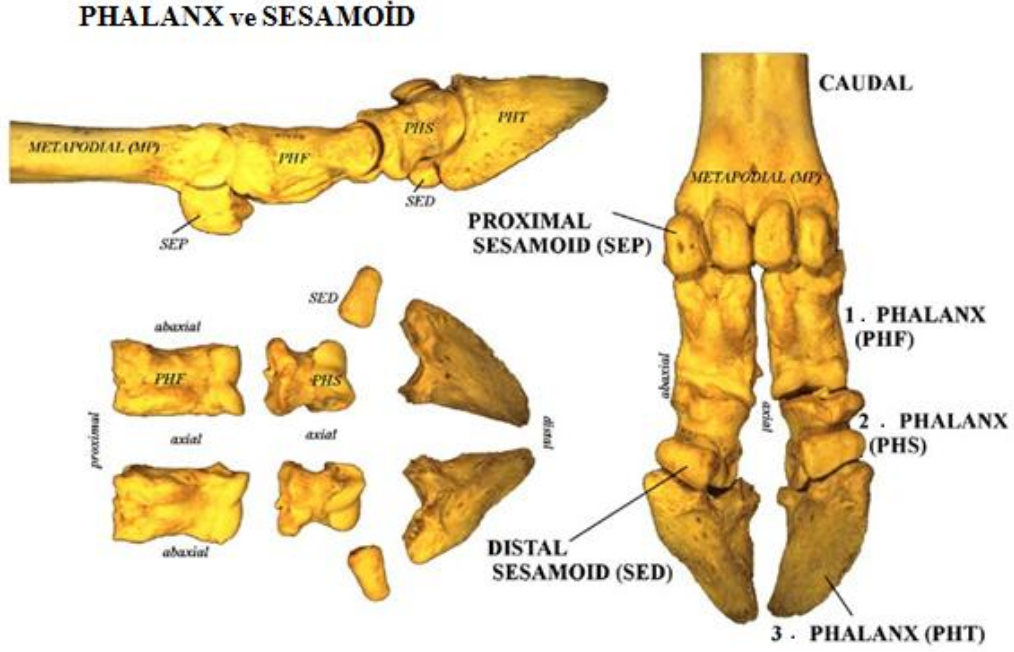
Hayvanların ekstremitelerindeki farklılık en çok distal bölgede gözlenir. **Plantigrat** (düztaban) yürüyüşlü memeliler genellikle hızlı yürümeye adapte olmuş, bilek, avuç ve parmak kemiklerinin hepsi topuk ve toynaklarının bir kısmı yere düz basar. Birçok karnivor ise **digitigrad** yürüyüşe sahiptir. Bunlar ağırlığını metakarpal ve metatarsal uç kısımlarına verir. Parmakları düz dururken bilek ve topukları yükselmiştir. Plantigrat'lara göre daha hızlı ve ataktırlar. **Unguligrad** yürüyüşe sahip olanlarda ise parmak sayısında azalma vardır ve kalan parmaklar üzerinde yürür. Parmak ucundaki tırnaklar kalınlaşarak vücut ağırlığını taşıyan toynakları oluşturur. Bu grup plantigrat ve digitigrad'lara göre çok hızlıdırlar (Aktaş 2004).



Şekil 1.12. Sığırdaki sol humerus kemiğinin farklı açılardan görünüşü
(<http://lamar.colostate.edu/~lctodd/mammalia.htm>)



Şekil 1.13. Sığırdaki sol Radius-ulna kemiğinin farklı açılardan görünüşü
(<http://lamar.colostate.edu/~lctodd/mammalia.htm>)



Şekil 1.18. Sığırdaki parmakların farklı açılardan görünüşü
(<http://lamar.colostate.edu/~lctodd/mammalia.htm>)

1.6.2. Zooarkeoloji ve Eski DNA Çalışmaları

Zooarkeolojik çalışmalarda elde edilen hayvan kemiklerinin familya, cins ve tür tanımlamalarında yazılı kaynaklar, görsel materyaller ya da karşılaştırmalı zooloji laboratuvarları kullanılmaktadır. Deneyimle paralel olarak bu materyallerin kullanımı tür tanımlamalarında başarılı sonuçlar verse de, moleküler biyoloji alanındaki eski DNA çalışmaları arkeolojik alanlardaki bitki ve hayvan kalıntılarının tanımlanmasındaki kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Bunun nedeni, tanımlamaların hem daha hızlı hem de gen dizi analizleri sayesinde daha kesin sonuçlar vermesidir.

Eski DNA ya da moleküler arkeoloji alanında yapılan çalışmalar için bazı örnekler vermek gerekirse; Newman ve ark. (2002)'ı 22 morfolojik olarak tanımlanmış arkeolojik hayvan kemikleri üzerinde yaptıkları moleküler tanımlama sonucunda 8 tür teşhis etmiş ve bu 8 türün 7'sinde eşleşme sağlamıştır. Fakat 1 örnek morfolojik olarak sığır (*Bos taurus*) tanımlanmışken moleküler sonuçlarda

koyun (*Ovis aries*) olduğu ortaya çıkmıştır. Schev ve ark. (2015)'ın Batı Anadolu ve İran'da yaptıkları araştırmada 193 eski, 597 modern sığır DNA'sı çalışılmış ve Neolitik dönemde sığırların yayılma süreçleri ve sığırların evcilleştirme sürecinde Avrupa yaban öküzlerinin popülasyonunun rolü anlaşılmaya çalışılmıştır.

Loreille ve ark. (1997) Neolitik, Bronz çağ ve Roma arkeolojik tabakalarından 10 ovicapra kemiğinin mitokondrial DNA'sını, morfolojisi koyun ya da keçi olarak tanımlanan ya da tanımlanamayan kemikleri test etmek için çıkartmışlardır. Sadece 1 örnek tanımlanamamış, 9 örnekten 1'i morfolojik olarak koyun kemiği çıkarken moleküler olarak keçi olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar, spesifik tür tanımlamada yeni moleküler yöntemlerin verimliliğini göstermektedir.

Yine bu alanda, Cai ve ark. (2009), evcil Çin atlarının kökenini araştırmak için Kuzey Çin'de bulunan 9 arkeoloji alandan 35 at kalıntısını kullanarak mitokondrial DNA analizi yapmışlardır. Çeşitliliği çok olan Çin atları, modern atlara göre 7 haplogrupa (A-G) ayrılmış ve sonuçlar geçmişten gelen gen havuzunun çeşitliliğini kanıtlamıştır. F grubu olarak ayrılan türlerin Doğu Asya'dan köken aldığı tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda evcil Çin atlarının Przewalski atlarından köken almadığı da kanıtlanmıştır.

Bir diğer çalışmada, 1000-9000 yıl öncesine ait olduğu düşünülen 13 farklı arkeolojik alandan sığır (*Bos taurus*)'a ait 101 kemik ve diş parçasından moleküler DNA çalışması yapılmış, bunlardan 12'sinden mitokondrial DNA elde edilip çoğaltılmıştır. Gen bankasından veriler doğrulanmış ve sonuçlar ışığında *Bos taurus*'a ait eski DNA'ların Yakın Doğu, Avrupa ve Afrika'da akrabalık gösterdikleri belirlenmiştir (Edwards ve ark. 2004).

Bu alanda yapılan çalışmalardaki en büyük problem Watanobe ve ark. (2001), Ariffin ve ark. (2007) ve Kemp ve ark. (2014)'nın da araştırmalarında belirttikleri gibi modern DNA kontaminasyonudur. Leonard ve ark. (2007)'na göre modern DNA kontaminasyonuna ek olarak çalışmanın ileri aşamasındaki PCR sürecinde kullanılan PCR reaktiflerinin kontamine olma ihtimali de çalışmanın sonuçlarını etkilemektedir.

1.7. Çalışmanın Konusu, Önemi ve Amacı

Türkiye konumu ve coğrafik yapısı nedeniyle geçmişten bugüne birçok medeniyete ev sahipliği yapmasıyla birlikte bitki ve hayvan çeşitliliği olarak dünyada büyük öneme sahiptir. Bu topraklardaki yaşanmışlığı gün yüzüne çıkartmak için yüzyıllardır kazı çalışmaları yapılmaktadır. Fakat bu çalışmalardan elde edilen hayvanlara ait kalıntılar yeterli uzman ve araştırmacı olmadığı, ayrıca zooarkeoloji bilimi henüz yeterli ünü kazanamadığı için uzun yıllar boyunca kazıların büyük bölümünde görmezden gelinip, atılmaktaydı. Oysa faunal kalıntılar her kazı için ayrı öneme sahip ipuçlarını barındırmakta ve daha öncede bahsedildiği gibi birçok soruya da yanıt vermektedir.

Stratonikeia Antik Kenti'nde 2011-2013 kazı sezonlarında açığa çıkartılan hayvan kemiklerinin tür tayininin yapılması araştırmanın çıkış noktasıdır. Stratonikeia Antik Kenti'nde yapılan bu çalışma ile ana amaç Türkiye'de zooarkeoloji alanında yapılan çalışmalara bir yenisini eklemek ve moleküler biyoloji teknikleri kullanılarak biyoloji ve arkeolojiyi ortak bir noktada buluşturmaktır. Morfolojik olarak tayin edilen hayvan kemiklerine ek olarak, parçalanmış ve tayin edilemeyecek durumdaki kemiklerden moleküler yöntemler yardımı ile tür tayinlerinin yapılması amaçlanmıştır. Çalışmada moleküler yöntemleri kullanmaktaki asıl amaç, arkeolojik alanlarda yapılan zooarkeolojik araştırmalarda tanımlanamayan parçalanmış küçük kemik kalıntılarının bile moleküler yöntemler kullanılarak tanımlanabildiğini göstermektir.

Çalışma sonucunda belirlenen türlerin Stratonikeia Antik Kenti'nde Roma Döneminde yaşayan insanların beslenme şekilleri hakkında bilgi vermesi beklenmektedir. Bu dönemde Stratonikeia Antik Kenti'nde yaşayan insanların hangi hayvanları beslenme amacıyla tükettikleri ve yetiştiriciliğin yanı sıra avcılığın da uygulanıp uygulanmadığı sorgulanacaktır. Bu yaklaşım ile çalışma alanında daha sonra yapılacak biyolojik ve arkeolojik çalışmalara yönelik bazı veriler sunulacaktır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

2.1.1. Alan: Stratonikeia Antik Kenti



Şekil 2.1. Stratonikeia Antik Kenti, Muğla-Yatağan (<http://www.turizmgm.com/haber/1449>)

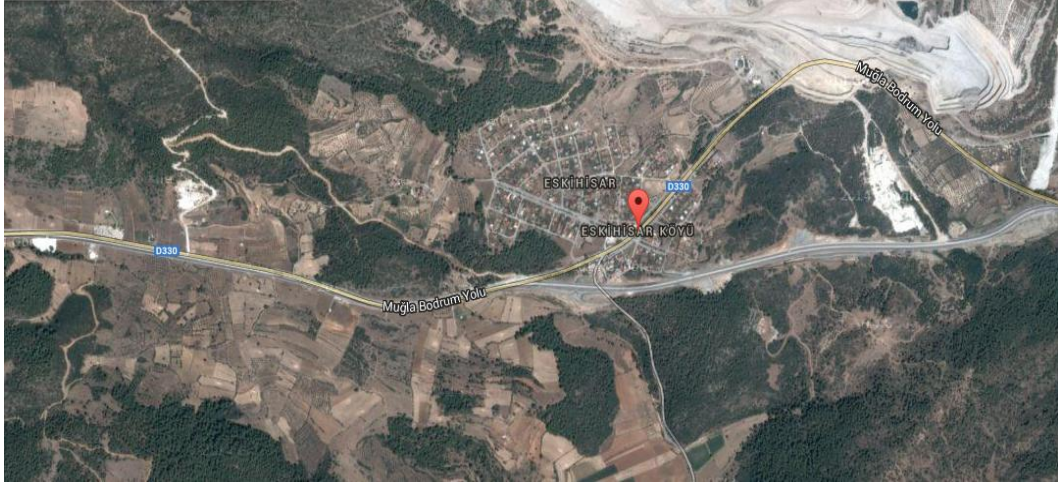
Karia Bölgesi'nin iç kesimindeki kentlerinden birisi olan Stratonikeia, Muğla İli, Yatağan ilçesi, Eskihisar Köyündedir. İlk bilimsel kazılar 1 Ağustos 1977 yılında Prof. Dr. Yusuf BOYSAL başkanlığında bir ekip tarafından başlatılmıştır. Bu ekibin çalışmaları 1997 yılına kadar sürmüştür. Daha sonra 2003-2006 yılları arasında ise Prof. Dr. M. Çetin ŞAHİN başkanlığında kazılar yapılmıştır. Günümüzde Prof. Dr. Bilal SÖĞÜT başkanlığında bir ekip, burada araştırma, kazı ve yenileme çalışmalarını yürütmektedir (Şekil 2.1 ve 2.2).

Antik yazarlardan Herodot (V, 118), Strabon (XIV, II, 25), Pausanias (5, 21, 10) ve Bizanslı Stephanos (Ethnika, 696)'nın verdiği bilgilere göre, burada Khrysaoris / Idrias adında bir yerleşme vardı. M.Ö. 281 yılından sonra, kısa bir süre içinde Seleukos kralı I. Antiokhos tarafından, önceden üvey annesi ve sonrasında eşi olan Stratonike adına bu kentin adı değiştirilmiştir. Stratonikeia ve içinde bulunduğu bölge, Hellenistik Dönem boyunca, Seleukos, Ptolemaios, Makedonyalılar, Rodos ve Roma arasında el değiştirmiştir (Söğüt 2012).

Roma İmparatorluk Dönemi boyunca hep önemini koruyan kent, devamlı bir gelişim ve imar faaliyeti içinde olmuştur. Erken İmparatorluk Dönemi ve M.S. 2. yüzyıl'daki yapılaşmadan en iyi şekilde yararlanmasını bilmiştir. Bizans Dönemi'nde Stratonikeia Piskoposluğu bölgedeki diğer kentler gibi Aphrodisias'a bağlıdır (Söğüt 2012).

Kentin Türk Dönemi ile ilgili tarihi henüz kesin olarak aydınlanmış değildir. M.S. 11. yüzyıl sonlarında başlayan Anadolu'nun fethi ile birlikte ilk Türk uç beylerinin güneybatı Anadolu Bölgesi'ne kadar geldikleri bilinmektedir. Kentte M.S. 14-15. yüzyıl'da Beylikler ve sonraki dönemde de yerleşim devam etmiştir. Özellikle Geç Osmanlı Dönemi'nde köyde Ağaların çok olduğu bilinmektedir (Söğüt 2012). Bugün Eskişehir Köyü tamamen yeni yerleşim alanına taşınmış olmasına rağmen, halen daha antik kent içinde tarihi köy evlerinde oturan 5 aile bulunmaktadır.

Stratonikeia antik kentinin sur duvarlarına bağlı olarak sınırları bilindiğinden, büyüklüğü kolayca anlaşılabilmektedir. Ancak kent içinde sadece belirli yapılarda kazılar yapılmıştır. Bu nedenle kentin planında bilinen yapı sayısı oldukça sınırlıdır. Kazısı yapılan yapılar ve tespit edilen cadde sokak sistemine göre, kentin ızgara planlı inşa edilen düzenli kentlerden birisi olduğu düşünülmektedir. Bilinen yapılar, sur duvarı, anıtsal çeşmesi ile birlikte şehir kapısı ve devamında sütunlu cadde, gymnasium, bouleuterion, hamam, tiyatro, tapınak ve su yapısıdır. Ayrıca Beylikler Dönemi'nden (M.S. 14-15. yüzyıl) bir hamam ile 19. ve 20. yüzyıl'a ait bir cami, sokak dokusu ve kahveler, evler, dükkânlar bulunmaktadır (Söğüt 2012).



Şekil 2.2. Stratonikeia Antik Kenti Uydu Görüntüsü, Muğla-Yatağan
(www.google.com/maps/place/Eskihisar)

2.1.2. İncelenen Materyal

Stratonikeia Antik Kenti'nde 2012-2013 sezonunda gerçekleştirilen arkeolojik kazılar kapsamında Tiyatro Doğu paradostan 55, Tiyatro Batı paradostan 42, Batı caddeden 67, Kuzey caddeden 63, Bouleteriondan 54 ve hamamdan 7 olmak üzere tanımlanmış 288 ve tanımlanamayan 169 kemikle birlikte toplam 457 parça tamamı Roma dönemine ait hayvan kemiği tez araştırma materyalini oluşturmaktadır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Stratonikeia kazı alanından elde edilen bazı hayvan kemiklerinin görüntüsü

2.2. Yöntem

2.2.1. Morfolojik Karakterler Kullanılarak Teşhis Yöntemi

Kazı alanından elle toplanan materyaller öncelikle kazı alanındaki açma sorumlularından dönem bilgileri alınarak (Roma ve Bizans dönemi) tarafımızdan etiketlenmiştir (Örneklerin tamamının Roma dönemine ait olduğu bildirilmiştir). Etiket üzerinde; kemiklerin bulunduğu açmanın bölgesi, kemiğin açmadan çıkarılma tarihi, açmanın hangi döneme ait olduğu, materyalin cinsi ve materyalin durumu (bütün, kırık, yanık vb.) hakkında bilgiler bulunmaktadır. Daha sonra etiketlenen örnekler temizlenmek için poşetlenerek çalışma alanına taşınmaktadır. Örnekler temizlendikten sonra tanımlama için hazır hale getirilmiştir.

Atıcı'nın (1998) belirttiği gibi etiketlenen kemikler morfolojik olarak tanımlanabilecek olanlar ve tanımlanamayan parçalar olarak iki grup halinde ayrılmıştır. Tanımlanabilir olarak ayrılan grup familya, cins ya da tür teşhislerinin yapılması için öncelikle iskelet yapılarına göre gruplandırılmıştır. Bu gruplandırma işlemi Colorado Devlet Üniversitesi Antropoloji Bölümü Öğretim üyesi Lawrence C. Tood'un kurduğu "lamar.colostate.edu" internet sitesinde yayınlanan sığır iskeleti kaynağı kullanılarak yapılmıştır.

Kemikler iskelet parçalarına göre ayrıldıktan sonra Yavuz (2010)'un verilerinden yararlanılarak aşağıda tablo halinde verilen (Çizelge 2.1, 2.2. ve 2.3) morfolojik özelliklere ve diğer görsel materyallere bağlı kalınarak hangi familya'ya ait oldukları tespit edilmiştir. Araştırmada koyun, keçi, sığır (Bovidae) ve domuza (Suidae) ait tayin anahtarı kullanıldığı için sadece bu türler tez bulgularında değerlendirilmiştir. Familya seviyesinde tespit edilen gruplar daha sonra kemik boyutlarına, kafatası ve çene yapılarına göre *Sus scrofa*, *Capra* sp., *Ovis* sp. ve *Bos taurus* türlerinin tanımlamaları yapılmıştır.

Çizelge 2.1. Bazı familyalar arasında kafatası kemikleri arasındaki farklılıklar

Kafatası	Bovidae	Equidae	Suidae	Canidae
Genel Görünüş	Mandibula ile birleştirildiğinde tam olarak oturmaz.	Mandibula ile birleştirildiğinde tam olarak oturur.	Yandan bakıldığında dik üçgeni andırır, yere tam temas eder.	Burun kısmı uzundur.
Nasal kemik	Sığır ve keçide önden bakıldığında iki tane W harfini andırırken koyunda V harfi şeklindedir.	Önden bakıldığında V harfini andırır.	Uç kısmı kalkık bir pozisyonda ve önden görünüşü V şeklini andırır.	Önden bakıldığında W harfini andırır.
Mandibula	Düz bir zemine bırakıldığında corpus mandibula'nın zeminle temas eden kısmı dik durmaz. Kavisli bir yapı gösterir.	Düz bir zeminde öne doğru yatar ve symphyseal bölge ile ramus kısmı yere degecek şekilde zemine oturur.	Mandibula'ya önden bakıldığında tıpkı bir teknenin önünü andırır ve yere tam olarak oturur.	Angular process belirgin bir ibik şeklinde çıkıntı yapmıştır.

Çizelge 2.2. Bazı familyalar arasında omurlardaki farklılıklar

Atlas	Bovidae	Equidae	Suidae	Canidae
Genel Görünüş	Kanatları horizontaldir.	Kanatlar fossa atlantisden dolayı dalgalıdır.	Kanatları horizontaldir.	Kelebeği andıran bir görüntüsü vardır.
Fossa atlantis	Derin değil, aksine oldukça sık bir duruş sergiler.	Derindir, derinliği kanatların görüntüsünü dahi etkiler.	Derindir.	Çok derin değildir. Kanatlara görüntüsünü verecek kadar bir derinlik vardır.
Foramen Transver-Sarium	Nadiren keçi de görülür.	Vardır.	Vardır.	Vardır.

Çizelge 2.2. (Devam) Bazı familyalar arasında omurlardaki farklılıklar

Ala atlantis	Horizontal görünüşe sahip ve lateraldeki kenar craniale doğru uzanır.	Dorsal yüzey şişkin ve lateraldeki kenar paraleldir.	Dar bir duruş sergilemekte, dorsal hat köşeli bir yapı sergilemekte	Horizontal yönde uzamış ve yassılaştırmış lamina görünümünde, lateral kenarların incelenmesi belirginleşmiştir.
Tuberculum dorsale	Geniş bir yüzey ve pürüzlü bir yapıdır.	Tümseklik mevcut	Tümseklik mevcut, kabarık bir yapı şeklindedir.	Belirgin bir şekilde göze çarpmıyor.
Tuberculum ventrale	Altta çentik şeklinde yüksek bir yapı olarak uzanır.	Yuvarlaktır. Ventraldeki tuberculum daha büyük.	Yassı ve uzun bir şekilde uzanıyor, şekli koniye benziyor.	Sivri bir çıkıntı mevcut.
Foramen vertebrale	Vardır. Keçi'de bazen iki delik bile olabilir.	Vardır.	Vardır.	Vardır.
Foramen alare	Vardır.	Vardır.	Vardır.	Kanat üzerine çentik halini alarak incisura alaris olmuştur.
Fovea articularis cranialis	Derin bir yapı, ventral-cranial kenarından bir boşlukla ayrılmakta, ventral-cranial kanat üzerinde kıvrılan kenarlar caudale doğru eğimlidir.	Bariz bir çukurluk üzerinde çok derin olmayan bir fossa synovialis ile iki kısma ayrılmış durumdadır.	İki kısma ayrılmış durumda, lateraldeki kısım daha uzun ve sığ bir çukur mevcuttur.	Lateraldeki eklem yüzleri hafif çukur ayrıca ovaldir.

Çizelge 2.2. (Devam) Bazı familyalar arasında omurlardaki farklılıklar

Fovea articularis caudalis	Yassı bir yapıda eklemler bir bütün gibi görüldüğünde orak şeklini andırıyor.	Tonozlu bir yapıyı andırır. Lateraldeki oval yüzeyler ayrı durumdadır	Lateraldeki eklem yüzeyleri oval ve aralarında geniş boşluklar var.	Ters orak şeklindedir.
Axis	Bovidae	Equidae	Suidae	Canidae
Corpus	Equidae'ya göre daha kısa ve kalındır.	Uzun bir gövde yapısına sahiptir.	Kalın, kaba ve kısa yapıdadır.	Uzunluğu ile dikkat çeker, cervical omurlar içinde en uzununu.
Dens	Büyük ve geniş bir yarım daire yapısında, eklem yüzeyine dik oturmuştur.	Dorsalden bakıldığında T harfi şeklinde bir kabarıklık vardır. Küreğe benzer.	Sonradan eklenmiş yapısında silindirin ucu dışarıda kalmış gibi bir görüntüsü var. Kısa bir yapıdır.	Üçgen prizma şeklinde uca doğru yaklaştıkça inceliyor. Yüksek bir yapıdadır.
Foramen transversarium	Dar bir yapısı vardır.	Çok olmasa da belirgindir.	Belirgin, geniş bir delik şekli	Vardır.
Crista ventralis	Önden bakıldığında geminin ön kısmını andırır.	Belirgin bir şekilde çıkıntı vardır.	Çok az ya da yoktur.	Belirgindir.
Corpus	Equidae'ya göre daha kısa ve kalındır.	Uzun bir gövde yapısına sahiptir.	Kalın, kaba ve kısa yapıdadır.	Uzunluğu ile dikkat çeker, cervical omurlar içinde en uzununu.

Çizelge 2.2. (Devam) Bazı familyalar arasında omurlardaki farklılıklar

Axis	Bovidae	Equidae	Suidae	Canidae
Dens	Büyük ve geniş bir yarım daire yapısında, eklem yüzeyine dik oturmuştur.	Dorsalden bakıldığında T harfi şeklinde bir kabarıklık vardır. Küreğe benzer.	Sonradan eklenmiş yapısında silindirin ucu dışarıda kalmış gibi bir görüntüsü var. Kısa bir yapı-	Üçgen prizma şeklinde uca doğru yaklaştıkça inceliyor. Yüksek bir yapıdadır.
Foramen transversarium	Dar bir yapısı vardır.	Çok olmasa da belirgindir.	Belirgin, geniş bir delik şekli	Vardır.
Crista ventralis	Önden bakıldığında geminin ön kısmını andırır.	Belirgin bir şekilde çıkıntı vardır.	Çok az ya da yoktur.	Belirgindir.
Processus spinosus	Yüksekliği kafadan kuyruğa doğru azalan bir yapı gösteriyor. Keçi ve koyunda keskin kenarları vardır.	Üstten bakıldığında arkaya yaklaştıkça iki kola ayrılıyor.	Önden arkaya doğru gidildikçe ibik şeklinde çıkıntıyla sonlanan bir yapısı vardır.	Yüksek bir yapı gösteriyor. Falez şeklinde önde uzamaya devam eder.
Facies articularis caudalis	Processus spinosus'un caudo-ventraline doğru uzanmış kısmında vardır.	Processus articularis caudalislerin karna bakan yüzeyindedir.	Karna bakan yüzeyde yer alır.	Processus spinosus'un ared uzantısının karna bakan yüzünde yer alır.
Processus transversus	Caudalde fossa vertebra'ya kadar uzanmıştır.	Fossa vertebra'ya kadar uzanmaz kısadır.	Küçük bir yapı gösterir.	Küçük bir yapı gösterir.
Facies articularis cranialis	Orak biçiminde ana hatta sahip belirgin bir yapıda ama koyunda belirgin değil, keçide ise az belirgindir.	Eklem yüzeyi eğimli ve belirgindir.	Ters hilal şeklinde, eklem yüzeyine sahip diğer ailelerle karşılaştırıldığında küçüktür.	Oval bir yapı sergiler. Aileler içinde en küçük olanıdır.

Çizelge 2.3. Bazı familyalar arasında post cranial kemiklerdeki farklılıklar

Scapula	Bovidae	Equidae	Suidae	Canidae
Genel Görünüş	Üstten bakıldığında üçgeni andıran bir yapıda, koyun ve keçide bu durum daha belirgindir.	Cavitas glenoidalis'den uca doğru gidildikçe yelpaze gibi açılma mevcuttur.	Diğer ailelerle karşılaştırıldığında daha kaba bir yapıda dikdörtgene en yakın olanı denilebilir.	Köşe hatları yuvarlaktır.
Cavitas glenoidalis	Yuvarlak bir yapıda fakat incisura glenoidalis az belirgindir. Koyunda medial kenar yuvarlak.	Yuvarlak bir yapısı vardır. Derin değil, incisura glenoidalis belirgindir.	Yuvarlak bir yapısı vardır. Medial kenarda küçük bir çöküntü vardır.	Yuvarlak yapıda, sığdır.
Spina scapula	Distal kısımda Birden dikleşir ve sonlanır.	Alçak bir yapı gösterir.	Proximalde, distale göre yüksek; distalde alçalarak sonlanır.	Cavitas glenoidalis önünde dik sonlanır.
Fossa supraspinata	İnfraspinataya göre dar yapıdadır.	İnfraspinataya göre daha dar yapıdadır.	Dardır.	İnfraspinata ile hemen hemen eşittir.
Facies serrata	Cranialde dikdörtgen,caudalde üçgen şeklindedir.	Üçgen şeklinde kabarık bir görüntüdedir.	Belirgin değildir.	Belirgin değildir.
Fossa infraspinata	Fossa supraspinata'ya göre geniştir.	Fossa supraspinata'ya göre geniştir.	Geniş bir yapıdadır.	Supraspinata ile hemen hemen eşittir.
Tuber spinae scapulae	Spina scapula'nın 1/3 oranında ucu kıvrık, yalnız keçide kıvrık değildir.	Spina scapula'nın 1/3 oranında ucu kıvrıktır.	Spina scapula'nın 1/3 oranında, gelişmiş yapıdadır.	Mevcut değildir.
Collum scapulae	Kısa fakat belirgindir.	Belli değildir.	Kısa ve oldukça belirgindir.	Kısadır.

Çizelge 2.3. (Devam) Bazı familyalar arasında post cranial kemiklerdeki farklılıklar

Humerus	Bovidae	Equidae	Suidae	Canidae
Genel Görünüş	Equidae'ye oranla daha kaba ve kısadır.	Uzundur.	Proximal göze batar şekilde uzundur. Genel şekli kabadır.	Uzundur. Proximal ve distal kısımlar pürüzlüdür.
Caput humeri	Caput yönü arkaya bakar. Dış bükey yapıdadır. Gövdeden ayrı değildir.	Dış bükeydir ama bovidae kadar değildir.	Eklem yüzeyi arkaya bakar.	Oval bir yapıdadır, gövdeden ayrıdır.
Tuberculum majus	Tuberculum minus'a doğru uzanmıştır. Bir çentikle iki parçaya bölünmüştür.	İki kısımdan oluşur. Yüksek bir yapıdadır. Tuberculum minus ile eşit gibidir.	Kabartı şeklinde bir çıkıntı vardır. İki parçadır.	Kabartı şeklindedir. Dar bir olukla ikiye ayrılmıştır.
Tuberculum minus	Belirgin bir çıkıntı gibidir.	İki kısımdan oluşur.	Belirli bir kabartı şeklindedir. Pürüzlüdür.	Tek parça ve nokta şeklinde bir çıkıntıdır.
Tuberositas teres majör	Corpusun orta hattına yakındır. Kabarık bir pürüz mevcuttur.	Corpusun medialisine yakın şekilde kabartı mevcuttur.	Kabarıklık mevcuttur.	Pürüzlü bir kabartı mevcuttur.
Trochlea humeri	Lateral'deki eklem yüzeyi bir kabartıyla ikiye bölünmüş, trochlea alçaktır.	İkiye bölünmüş durumda, içteki kısım daha geniş, trochlea yüksektir.	İki parçaya bölünmüş, medial eklem yüzü dar, trochlea yüksektir.	Condylardan medial'deki gözle görünür şekilde geniştir.
Fossa olecrani	Equidae'ye göre daha sığdır.	Bovidae'ye göre bariz derindir.	Fossa, laterae yaklaşan bir oluşum içindedir	Fossa yerine foramen oluşmuştur.
Foramen supracondylare	Yoktur.	Yoktur.	Genelde yoktur. Nadiren vardır.	Küçük bir yarık şeklindedir.

Çizelge 2.3. (Devam) Bazı familyalar arasında post cranial kemiklerdeki farklılıklar

Radius	Bovidae	Equidae	Suidae	Canidae
Genel Görünüş	Ulnanın uzantısı, radiusun distaline kadar uzanır.	Ulnanın uzantısı, radiusun corpusuna geldiğinde sonlanır.	Ulnadan ayrıdır. Kaba bir yapısı vardır.	Ulna daha güçlüdür.
Caput radii	Üstten bakıldığında dalgalı görünür.	Geniş bir yapıdadır ve düzdür.	Önden bakıldığında yukarı doğru kısalır.	Gövde kısmından çaputa geçişte belirgin bir collum vardır.
Corpus radii	İç kısmı göreceli kabarıktır.	Kafatasına doğru uzanmış bir yapıdadır.	Gövde pürüzlü bir yapıda, arka hatta doğru eğilme vardır.	Ulnayla birleşen yüzey kabarık bir şekildedir.
Crista transversa	Şişkin değil daha alçak ama pürüzler mevcut.	Karına bakan yüzeyde üç delik mevcut, şişkin.	Crista belirgin değildir.	Çok az da olsa vardır ama görünmeyebilir.
Facies articularis carpea	Üç ayrı eklem yüzeyi mevcuttur.	Üç ayrı kısım vardır.	Belirgin değildir.	İçe doğru eğimli bir yüzey şeklindedir.
Trochlea radii	Eklem yüzeyi geniştir.	Yatay konumda durur sekildedir.	Dar ve ayrı iki eklem yüzeyine sahiptir.	Bir sulcus ile iki parça gibi görünmektedir.
Tuberistas radii	Az belirgindir.	Pürüzlü yüzey kabarıklık oluşturmuş durumdadır.	Az belirgindir. Pürüz mevcuttur.	Küçük bir kabartı mevcuttur.
Fovea capitis radii	Üç parça mevcuttur.	Mevcuttur.	Belirsizdir.	Yarım daire şeklindedir.

Çizelge 2.3. (Devam) Bazı familyalar arasında post cranial kemiklerdeki farklılıklar

Ulna	Bovidae	Equidae	Suidae	Canidae
Genel Görünüş	Radius'un distaline kadar uzanan bir yapıdır.	Radius'un corpus seviyesinde sonlanır.	Kaba bir yapıdadır. Radius'un distaline kadar uzanır.	Radius'a birleşik değildir. İnsandaki gibi ayrıdır.
Olecranon	Üstten bakıldığında orta hatta doğru bir çukurluk vardır.	Büyük bir yapısı vardır. yandan bakıldığında kalın yapı dikkat çeker.	Tüm ulna'nın yaklaşık 1/3 ünü kapsar durumda, iri ve kaba yapıdadır.	Yandan bakıldığında hilale benzemektedir. üstten bakıldığında çukurluk iki çentik halindedir.
Tuber olecrani	Bir çentikle iki parçaya ayrılmıştır.	Tek bir çıkıntı mevcuttur.	Kaba yapıda, tek bir çıkıntı mevcuttur.	Üç adet çıkıntı mevcuttur.
Processus anconeus	Equidae'ye göre daha kütt yapıdadır.	Sivri çıkıntılıdır.	Keskin bir çıkıntı şeklinde öne doğru uzanmış haldedir.	Kanca şeklindedir.

Çizelge 2.3. (Devam) Bazı familyalar arasında post cranial kemiklerdeki farklılıklar

Coxae	Bovidae	Equidae	Suidae	Canidae
Gövde	Kısa ve kalındır.	Uzun, üç açısı ve kenarı vardır.	Kalın, kaba yapıdadır.	Kısa, dış taraf yassıdır.
Acetabulum	Pürüzleşmiş kenarları ile ayırt edilir.	Kenarlarında pürüzleşme yoktur.	Geniştir. Çizgilenme fazladır.	Geniş ve çizgilenme ortaya yaklaştıkça artar.
Crista iliaca	İnce yapıda ve içe kıvrımlıdır.	Keskin bir duruş sergiler.	Kabarıklık var, keskindir.	Kalın bir yapıdadır.
Tuber sacrale	Bir yarıkla iki parçaya bölünmüş.(koyun ve keçide)	Belirgindir, çok kalın değildir.	Kesinkindir.	Kaba ve belirgin bir yapıda iki parça halindedir.
Facies glutea	Dorsalde lateral tarafa doğru uzamaktadır.	İç bükey konumdadır.	Laterale bakan bir yapıdadır.	İç bükey konumdadır.
Lineaa glutea	Koyun ve keçide sığ iken sığırdan belirgin bir derinliktedir.	Az da olsa hissedilen bir kabarıklık vardır.	Kabarıklık vardır.	Çizgilerden oluşan bir kabarıklık vardır.
İncisura ischiadica majör	Koyun ve keçide sığ iken sığırdan belirgin bir derinliktedir.	Azdır.	Minörle eşit büyüklüktedir.	Derin değildir.
Arcus ischiadicus	Derindir.	Sığırdır.	Yüksek bir yapı gösterir.	Derindir.
Tuber isciadicum	Üç parçalı bir yapı gösterir.	Tek bir çıkıntıdır.	Caudale doğru uzanan tek bir çıkıntıdır.	Yuvarlağa benzeyen tek bir çıkıntıdır.
İncisura acetabuli	Equidae'ye göre daha dardır.	Geniş bir yapıdadır.	Dar ve derindir.	Geniş ve derindir.

Çizelge 2.3. (Devam) Bazı familyalar arasında post cranial kemiklerdeki farklılıklar

Facies lunata	Sığırda iki parçaya bölünmüş, koyun ve keçide bölünme yoktur.	Geniş bir yapıdadır.	Geniş bir facies vardır.	Çok geniş değildir.
Foramen obturatum	Geniş bir yapıdadır.	Anatomik olarak alta inildikçe daralır.	Yuvarlağı andıran bir yapıdadır.	Geniş bir yapıdadır.
Femur	Bovidae	Equidae	Suidae	Canidae
Genel Görünüş	Gövde kısmı ince proximal ve distal kısımlar genişleyen yapıdadır.	Oldukça büyük caput femuris mediale doğru çıkıntı yapmıştır.	Femur kalın, distalde öne doğru bir kıvrım söz konusudur.	Corpus femuris kafa yönünde kıvrık bir yapıdadır.
Caput femuris	Mediale doğru fazla eğimlidir.	Yarım daire gibi görünsede üstten bakıldığında eliptiktir.	Yarım daire gibi görünür.	Ortalama boyun genişliğinde daireyi tamamlar niteliktedir.
Collum femuris	Collum çaputtan dolayı eliptik bir yapıya benzer.	Mediale doğru kıvrılmış pozisyonundadır.	Çok kısa ve kütleli bir yapıdadır.	Çok belirgin olsada caputun parçası şeklinde durur.
Fovea capitis	Sığ bir yapısı var, tepeye yakın ve oval uzanmaktadır.	Derin bir yapıdadır.	Yuvarlak yapıda ve geniş değildir.	Hemen hemen düz gibi, yuvarlak yapıdadır.
Trochanter majör	Tek parça halinde, ortalama caput seviyesinin üzerinde, koyun ve keçide altındadır.	İki parça halinde göze çarpar.	Kabartı mevcuttur fakat yüksek değildir.	Tek parça çaput seviyesindedir.

Çizelge 2.3. (Devam) Bazı familyalar arasında post cranial kemiklerdeki farklılıklar

Fossa trochanterica	Köşelidir. Trochanter minöre kadar uzanır.	Derindir. Distale doğru açılmış durumdadır.	Fossa derin bir şekilde göze çarpar.	Geniş bir yapıdadır.
Fossa supracondylaris	Sığ bir yapısı vardır.	Sığra göre çok daha derindir.	Belirgin değildir.	Çukurluk yok, kabartı vardır.
Trochanter tertius	Mevcut değildir.	Belirgin, düzleşmiştir.	Belirgin değildir.	Küçük ya da hiç yoktur.
Fossa m. Poplitei	Vardır.	Var fakat pürüzlü ve derin değildir.	Yoktur.	Kuyruğa doğru olan kısımda
Trochlea femoris	Sığırda dıştaki kabartı daha geniş, koyun ve keçide eşit büyüklüktedir.	İçteki kabartı daha büyük fakat dıştaki epicondylus daha büyüktür.	Dıştaki kabartı daha geniş bir yüzeydedir.	İçteki kabartı daha belirgindir.
Condylus lateralis	Fossa derin bir yapıdadır.	Büyüktür.	Büyüktür.	Az belirgindir.
Facies aspera	Belirsizdir.	Belirsizdir.	Geniş bir yapıdadır.	Kabarık bir çizgi vardır.
Tibia	Bovidae	Equidae	Suidae	Canidae
Genel Görünüş	Koyunda ve sığırda eğri, keçide ise S şeklindedir.	Yandan bakıldığında dikdörtgeni andırır. Proksimal kısmı daha iridir.	Oldukça kalın bir yapı gösterir.	Tibia, fibula birlikte insaninkine benzer, gövdesi S şeklinde kıvrıktır.
Altan Görünüş	Düzdür, iki adet çukurluk görülür.	Verev iki adet çukurluk vardır.	Çukurluklar düzdür fakat daha derindir.	Düz, sığ iki çukurluk vardır.
Üstten Görünüş	Kaba üçgene benzer, üst kısmında çıkıntı vardır.	Kabaca üçgene benzer.	Kabaca dikdörtgene benzer.	Kabaca W şekline benzer.

Çizelge 2.3. (Devam) Bazı familyalar arasında post cranial kemiklerdeki farklılıklar

Fibula	Bovidae	Equidae	Suidae	Canidae
Genel Görünüş	Körelmiş bir kemikçik şeklinde tibiaya kaynamıştır.	Kısalmış durumdadır.	İnsandaki gibi distale kadar uzanır.	Tıpkı insandakine benzer.
Caput fibulae	Tibia ile kaynaşmış durumdadır.	Yuvarlaktır ve düzlemsel görünümündedir.	Uç kısım yuvarlak, tibiadan ayrı durumdadır.	Daha çok topa benzer bir yapı gösterir.
Corpus fibulae	Distal ucu serbesttir.	Distale doğru uzanır. Sığırdan daha uzun ama tibianın ortalarında son bulur.	Distale kadar uzanır. Kalındır ve distale indikçe kalınlaşır.	İncedir.
Talus/Astragalus	Bovidae	Equidae	Suidae	Canidae
Genel Görünüş	Kabaca dikdörtgene benzer.	Makaralar verevdir.	İki farklı yüzünde farklı eklem yüzleri vardır	Uzunlamasına ortasında bir çukur vardır.
Troclea tali	Karna bakan yüzünde bir çukurluk vardır.	Büyüktür ve üzerinde iki kenar bulunur.	Dardır ve lateral yüzde eklem yüzleri vardır.	Kenarları kabarıktır. Eklem yüzü çukurdur.
Caput tabi	Çok büyüktür.	Dışa eğimli bir eklem yüzü vardır.	Geniş ve yuvarlaktır.	Bir boyun ile gövdeden ayrılır.
Tuberculum tali	Medialdedir.	Belirsizdir.	Belirsizdir.	Belirsizdir.
Calcaneus	Bovidae	Equidae	Suidae	Canidae
Genel Görünüş	İnce ve uzundur.	Bovidae'ye göre daha kaba	Oldukça uzundur.	Uzundur.
Tuber calcanei	Yatay olarak bir kabarık vardır.	Yatay olarak bir oluk vardır.	Dik yönde bir oluk vardır.	Dik yönde bir oluk vardır ve geniştir.

Çizelge 2.3. (Devam) Bazı familyalar arasında post cranial kemiklerdeki farklılıklar

Sustentaculum tali	Kısadır. Alta bakan yönde oluk vardır. keçi-koyunda daha belirgin.	Yatay yönde bir oluk vardır.	Dik yönde bir oluk vardır.	İçe bakan kısımdadır. Belirgin değildir.
Processus coracoideus	Kısa ve kalındır. Dışta iki eklem yüzü vardır.	Ucu sivridir. Alta doğru bakar.	Belirsizdir.	Belirsizdir.
Metacarpalia	Bovidae	Equidae	Suidae	Canidae
Genel Bilgi	1.ve 2. metacarpaller yoktur, 3 ve 4. vardır. 5. metacarpal vardır ama gelişmemiştir.	1. ve 5. metacarpaller yoktur, 3. asıldır. 2 ve 4. metacarpaller vardır ama gelişmemiştir.	Dört parmaklarının üzerinde yürürler. 2. metacarpal yoktur.	Beş parmaklarını kullanırlar. 1. metacarpal görece küçüktür.
Genel Görünüş	3. metacarpal ovaldir.2. ve 4. metacarpaller incelererek corpora kadar uzanır. Medial'deki eklem daha geniştir.	3. ve 4. metacarpaller birbiriyle birleşmiştir. Ortalarında bir çukurluk vardır. distal'deki makaralar var.	3. metacarpal 4.den daha uzundur. 2 ve 5. daha kısadır. Birbirleriyle eklem yapar. Hepsi için eklem yüzleri vardır.	1. metacarpal incedir.3 ve 4. metacarpaller en uzun olanlarıdır. 4. metacarpalin transfer kesiti dikdörtgene yakındır.
Condylus	İki condul, bir trochlea'dan oluşur. Condul-lerin yanında çukurlar vardır.	Medial'deki daha geniştir. Yanında bir fossa vardır.	Metacarpal 3 ve 4'te iki farklı eklem yüzü oluşmuştur.	Daire yapısını corpusla birleştiği yerde tamamlar.

Çizelge 2.3. (Devam) Bazı familyalar arasında post cranial kemiklerdeki farklılıklar

Metatarsalia	Bovidae	Equidae	Suidae	Canidae
Genel Görünüş	Tıpkı metacarpallerdeki gibi metatarsallerde de 3. ve 4. metatarsal birleşmiş ve 2. metatarsal gelişmemiştir. Birleşme noktasındaki çukurluklardan arkadaki daha belirgindir.	3. metatarsal, 3. metacarpalden uzun ve kesiti yuvarlaktır. Ayrıca metacarpalden daha kalındır. 2. ve 4. metatarsal tam oluşmamıştır. 1. ve 5. yoktur. 3. metatarsalın üst kısmında tıpkı metacarpallerdeki gibi medialdeki daha geniş olan eklem yüzleri vardır.	3. ve 4. metatarsal büyüktür. 2. ve 5. ise daha küçüktür. Metacarpallere göre daha uzun, kalın ve yuvarlaktır. 2. ve 5. metatarsal plantar yöne daha yakındır.	Metatarsallere göre daha kalın ve yuvarlaktır. 2. ve 5. metatarsal en uzun ve kuvvetli olanıdır.
Phalanx	Bovidae	Equidae	Suidae	Canidae
Ön Phalanx Genel Görünüş	3. ve 4. parmakların üzerine basarlar. Diğer parmaklar küçük kalmıştır.	3. parmağın üzerinde hareket eder.	Metapodiumun desteklediği 4 parmağı vardır. Bu parmaklar her —eksende 3'er adettir.	5 parmak vardır. 3. ve 4. parmaklar uzun, 1. parmakta ise phalanx media olmadığından kısadır.
Arka Phalanx Genel Görünüş	3. ve 4. parmakların üzerine basarlar. Ön üyelere benzer. Farkı 1 ve 2. parmaklar öndekilerden daha kısadır.	3. parmağın üzerinde hareket eder. Ön üyelere benzer.	Ön üyelere benzer. 4 parmağı vardır. 1 ve 2. parmaklar öndekilere oranla daha uzundur.	Ön üyelere benzer.

Çizelge 2.3. (Devam) Bazı familyalar arasında post cranial kemiklerdeki farklılıklar

Phalanx proximalis	Bovidae	Equidae	Suidae	Canidae
Genel Görünüş	Proximaldeki parmağıdır. Sığırdan 3, keçi ve koyunda 4 yüzü vardır. Üst eklem yüzü bir çizgiyle ikiye ayrılmıştır.	Parmaklar içinde en iri olanıdır. Dorsal yüzey dış bükeydir. Proksimal eklem yüzü ikiye ayrılmıştır.	Ortadaki phalanx'dan yaklaşık iki kat daha büyüktür. Proksimal eklem yüzü ikiye bölünmüştür.	Ortadaki phalanx'dan yaklaşık iki kat daha büyüktür.
Trochlea phalangis proximalis	Tonoz şeklini andırır. Her iki tarafında derin olmayan iki farklı çukurluk vardır.	Alt kısımda iki kabartı vardır. İçteki kabartı dıştakine oranla daha geniştir.	Tonoz şeklini andırır.	Tonoz şeklini andırır.
Phalanx media	Bovidae	Equidae	Suidae	Canidae
Genel Görünüş	Phalanx proximalis'den daha kısadır. Koyun ve keçiyi sığırdankinden boyutu dışında ayırmak olası değildir. Hepsi üç yüzü vardır.	Phalanx proximalis'in yarısı kadardır. Trochlea tonoz şeklindedir.	Distal ucu tonoz şeklinde trochlea vardır. distal eklem yüzünün her iki yanında çıkıntılar vardır.	Distal ucu tonoz şeklinde trochlea vardır. çıkıntı ve çukurluklar belirgindir.
Facies articularis	Proksimalde eklem yüzü bir kabartıyla ikiye ayrılmıştır. Bu kabartının arkasında belirgin bir çıkıntı vardır.	Proksimalde orta hatta yakın bir bölümde bir kabartıyla ikiye ayrılmıştır.	Proksimal kısmı küçük bir kabartıyla ikiye ayrılmıştır.	Küçük bir eklem yüzeyi şeklindedir.

2.2.2. Moleküler Teknikler ve Analiz Yöntemleri

Çalışmada Kullanılan Cihazlar

1. Etüv Genhart, Thermo Shaker THO 220
2. Santrifüj Thermo IC, Beckman Coulter Microfuge 22R ve Beckman Coulter Avanti J30I,
3. PZR Cihazı Biorad, iCycler thermal
4. Agaroz Jel Elektroforez Aparatı Thermo EC25090
5. UV Jel Görüntüleme Kabini Uvitec M02 4611
6. Vorteks IKA MS2
7. Su banyosu Memmert D-91126
8. Terazî Ohaus pro AV812

Çalışmada Kullanılan Kitler

GeneMatrix Bone DNA Purification Kit

GE Healthcare Illustra GFX PCR DNA ve Gel Band Purification kit

2.2.2.1. DNA İzolasyon Yöntemi

DNA dizi analizi ya da "Sequencing" DNA'nın nükleotid dizilerinin saptanması anlamına gelmektedir. Bunun için iki temel teknik geliştirilmiştir. Allan Maxam ve Walter Gilbert'in kimyasal yöntemi DNA'nın belirli bazlardan kırılmasına dayanmaktadır. Fred Sanger ve arkadaşlarının geliştirdiği ikinci yöntemde ise, belirli bir bazda sonlanan bir DNA zinciri sentezi gerçekleştirilmektedir (Klug ve ark 2009).

DNA izolasyonu, GeneMatrix Bone DNA Purification Kit protokolüne uygun şekilde aşağıda anlatıldığı gibi yapılmıştır;

- 1- Spin-column üzerine aktivasyon Buffer BN'nin 40µl'si uygulanmıştır ve döndürme basamağındaki lizat transferine kadar oda sıcaklığında saklanmıştır. Resin'in merkezi üzerine Buffer BN'nin eklenmesi DNA'nın maximum bağlanmasını ve membranın tamamen ıslanmasını

sağlar. İzolasyon prosedürü başlamadan önce membran aktivasyonu yapılmalıdır.

- 2- Kirlilik giderildi, mümkün olduğu kadar kemik örneklerin yüzeyinden uzaklaştırılmıştır. Bu aşama işlem akışını engelleyebilecek olası kontaminasyonları gidermek için yapılmıştır. Dış yüzeyi gidermek için eğer mümkünse tek kullanımlık taşlama diskleri ile bir öğütme makinası kullanılmalıdır.
- 3- İyi bir havan ve havan eli ile ya da gerektiğinde çekiç kullanılarak sıvı nitrojen altında kemik örnekler toz haline getirilmiştir. İyi bir pudralama, izolasyon prosedürü süresince açığa çıkan DNA'nın daha iyi ürün vermesini sağlar (Şekil 2.4. ve 2.5).



Şekil 2.4. Moleküler analiz için kullanılan hayvan kemiklerinden bir görüntü



Şekil 2.5. Moleküler analiz için kullanılan bazı hayvan kemiklerinin DNA izolasyonu için hazırlanmış görüntüsü

- 4- 2 ml vida kapaklı tüpler içine (kit ile birlikte tedarik edilmiş Screw cap tubes) 0,4 gr kemik örneği yerleştirilmiştir.
- 5- 800 µl Lyse BN Buffer eklendi. Örnek tamamen süspansiyon halinde tutulmuştur.
- 6- 40 µl Proteinaz K eklendi. Tüp vortex ile karıştırılmıştır.
- 7- 56 °C'de yavaş karıştırma ile 1 gece inkübe edilmiştir.
- 8- 800 µl SOL BN Buffer eklendi. Tüp vortex ile karıştırılmıştır.
- 9- 56 °C'de 10 dakika inkübe edilmiştir.
- 10- Lizat, 14000 rpm (dakikadaki devir sayısı)'de mikrosantrifüjde 3 dakika santrifüj edilmiştir.

- 11- Yeni bir 2 ml mikrosantrifüj tüpüne süpernatantın 1200 µl'si transfer edilmiştir.
- 12- 600 µl %96'lık ethanol eklendi. Tüp vortex ile karıştırılmıştır.
- 13- Tüp kapağının içindeki damlaları gidermek için kısa bir süre santrifüj edilmiştir.
- 14- Bir toplama tüpüne yerleştirilen spin-column'a lizatın 600 µl'si transfer edilmiştir.
- 15- 12000 rpm'de 30 saniye santrifüj edilmiştir.
- 16- Spin-column çıkartıldı, sürekli akış durduruldu ve koleksiyon tüpünün içine spin-column tekrar yerleştirilmiştir.
- 17- Yerleştirilen spin-column'a lizatın 600 µl'si transfer edildi. 12000 rpm'de 30 saniye santrifüj edildi. Spin-column çıkartıldı, sürekli akış durduruldu ve koleksiyon tüpünün içine spin-column tekrar yerleştirilmiştir.
- 18- Bir toplama tüpüne yerleştirilen spin-column'a kalan süpernatant transfer edildi. Resin'den lizatın kalıntılarını süzmek için 12000 rpm'de 1 dakika santrifüj edilmiştir.
- 19- Spin-column çıkartıldı, sürekli akış durduruldu ve koleksiyon tüpünün içine spin-column tekrar yerleştirilmiştir.
- 20- Spin-column'a 500 µl Wash BNX1 Buffer eklendi ve 12000 rpm'de 1 dakika santrifüj edilmiştir.
- 21- Spin-column çıkartıldı, sürekli akış durduruldu ve koleksiyon tüpünün içine spin-column tekrar yerleştirilmiştir.
- 22- Spin-column'a 500 µl Wash BNX2 Buffer eklendi ve 12000 rpm'de 2 dakika santrifüj edilmiştir.

23- Yeni bir toplama tüpüne (1.5-2 ml) spin-column yerleştirildi ve bound DNA'yı ayırtırmak için önceden ısıtılan Elution Buffer'ın (10mM Tris-HCl, pH 8.5) 30-100 µl'si eklenmiştir.

Resin'in merkezine direk olarak Elution Buffer'ın eklenmesi DNA verimini arttırır. Spin-column'lar arası DNA parçalarını taşımayı engellemek için mikropipet ile spin-column'un duvarına dokunulmamalıdır.

24- Oda sıcaklığında 5 dakika spin-column/toplama tüpü düzeneği inkübe edilmiştir.

25- 12000 rpm'de 30 saniye spin-column santrifüj edilmiştir.

26- Spin-column'u çıkartıldı ve toplama tüpü kapatıldı. DNA analiz için hazır hale getirildi. -20 °C'de saklanmıştır.

2.2.2.2. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR)

PZR toplam reaksiyon hacmi 25 µL olacak şekilde aşağıdaki bileşenler bir PZR tüpüne konulmuştur. Reaksiyonda aşağıdaki tabloda verilen primer kullanılmıştır. Kullanılan primerler mitokondrial DNA'nın sitokrom oksidaz 1 (COI) bölgesi için spesifiktir. Karışıma en son enzim eklenmiş ve PZR' de kullanılacak malzemeler çalışma sırasında buz üzerinde muhafaza edilmiştir.

Çalışmada Kullanılan Primerler

Çizelge 2.4. Primerler

Universal primer	Primer Dizileri
Forward (LCO1490)	5'-GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG-3'
Reverse (HCO2198)	5'-TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAATCA-3'

Sipariş edilen primerlerin Tm değerleri $[2(A+T)+4(G+C)]-5$ denklemine göre hesaplanmıştır.

PZR reaksiyonu aşağıdaki gibi düzenlenmiştir.

Çizelge 2.5. PZR’de kullanılan bileşenler ve miktarları

BİLEŞENLER	MİKTARLAR
10X Tampon	2.5µL
MgCl ₂	2.5µL
Dntp	1.0 µL
BSA	2.5µL
Steril distile su	10.25µL
Primer Forward	2.5µL
Primer Reverse	2.5µL
Kalıp DNA	1.0µL
Taq DNA Polimeraz	0.25Ml

PZR tüpüne konan bileşenlerin iyice karışması için çok kısa bir süre (1-2 saniye) santrifüj işlemi yapılmıştır. Tüpler PZR cihazına yerleştirilmiş ve PZR döngüsü için değerler çizelgedeki gibidir. Döngü sayısı 40 olarak girilmiştir.

Çizelge 2.6. PZR döngüsü için değerler

Başlangıç Denatürasyon Basamağı	Denatürasyon Basamağı	Bağlanma Basamağı	Uzama Basamağı	Son uzama Basamağı
94 °C 10 dakika	95 °C 30 saniye	45 °C 30 saniye	72 °C 1 dakika	72°C 10 dakika

2.2.2.3. Agaroz Jel Analizi ve Jel Görüntüleme İşlemi

Agaroz jelde yürütülen DNA’nın UVP transilluminator cihazında oluşan bantların varlığı kontrol edilmiş ve UV fotometer jel dökümantasyon aleti (UviTec) ile veriler kaydedilmiştir.

2.2.2.4. PZR Ürünlerinin Jelden Saflaştırılması

PZR sonucu elde edilen ürünlerin agaroz jel üzerinde oluşturduğu bantlar uygun marker (100 bp-10 KB DNA Logical Ladder) kullanılarak tespit edilmiştir. Bu tespit edilen bantlar jelden kesilerek elde edilmiş ve GE Healthcare Illustra GFX PCR DNA ve Gel Band Purification kit protokolüne uygun olarak saflaştırma işlemi yapılmıştır. Saflaştırma işlemi aşağıdaki yapılmıştır;

- 1- DNaz- free olan mikrosantrifüj tüplerin darası alınmıştır.
- 2- İçinde jel bulunan tüpler tartılmış ve bulunan sonuçtan darası alınan mikrosantrifüj tüplerinin daraları çıkarılarak jelin miktarı bulunmuştur.
- 3- Jelin her 1 mg için 10 µL capture buffer type 3'den eklenmiştir
- 4- Tüp, içindeki jel çözününceye kadar ortalama 15 ile 30 dakika kadar 60 °C'ye ısıtılan su banyosunda bekletilmiştir.
- 5- Kitin içinde bulunan collection tüplerin içine kolonlar yerleştirilmiştir ve 600 µL capture buffer ile karışmış olan örnekler kolondan geçirilmiştir.
- 6- 1 dakika oda sıcaklığında bekletildikten sonra 16.000 g'de 30 saniye santrifüj ettirilmiş ve süpernatant dökülmüştür.
- 7- Kolonda kalan örnek üzerine 500 µL wash buffer type 1'den eklendikten sonra 30 saniye 16.000 g'de döndürülmüş ve süpernatantın biriktiği collection tüp atılmıştır.
- 8- Kolon temiz bir DNaz- free olan mikrosantrifüj tüpüne taşınmıştır.
- 9- 40 µL elution buffer type 4 eklenmiş ve 1 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir.
- 10- 1 dakika 16.000 g'de santrifüj edilmiş ve kolon atılmıştır. Saflaştırılan DNA süpernatant kalmıştır.
- 11- Saflaştırılmış DNA -20 °C'de muhafaza edilmiştir.

2.2.2.5. DNA'ların Spektrofotometre'de Ölçümü, Miktar ve Kalite Tayini

DNA örneklerinin spektrofotometre'de 260 ve 280 nm (nanometre) dalga boylarında ölçümü yapılmıştır. Bu ölçümlerde DNA peletleri hangi tampon ile

Çözölmüş ise o tampon kör olarak kullanılmıştır. Spektrofotometrede okunan değ erler ile aŗağıdaki formöller kullanarak DNA miktarı saptanmıştır.

$$\text{DNA miktarı} = \text{OD}_{260} \times \text{Dilüsyon katsayısı} \times 50 \mu\text{l/ml}$$

2.2.2.6. DNA Dizi Analizi

Saflaŗtırma sonucu elde edilen DNA'lar Hollanda'da bulunan Macrogen firmasına Dizi Analizi için gönderilmiştir.

2.2.2.7. Biyoinformatik Analiz

Biyoinformatik analizler NCBI (National Center for Biotechnology Information) veritabanı kullanarak yapılmıştır. Amerikan Ulusal Biyoteknoloji Bilgi Merkezi NCBI'ya göre biyoinformatik, biyoloji, bilgisayar bilimi ve bilgi teknolojilerinin birleŗiminden oluŗan bir disiplin olarak tanımlanmaktadır. Bu veri tabanı kullanarak elde edilen dizi bilgileri ile veritabanındaki veriler karŗılaŗtırılarak türler tanımlanmıştır.

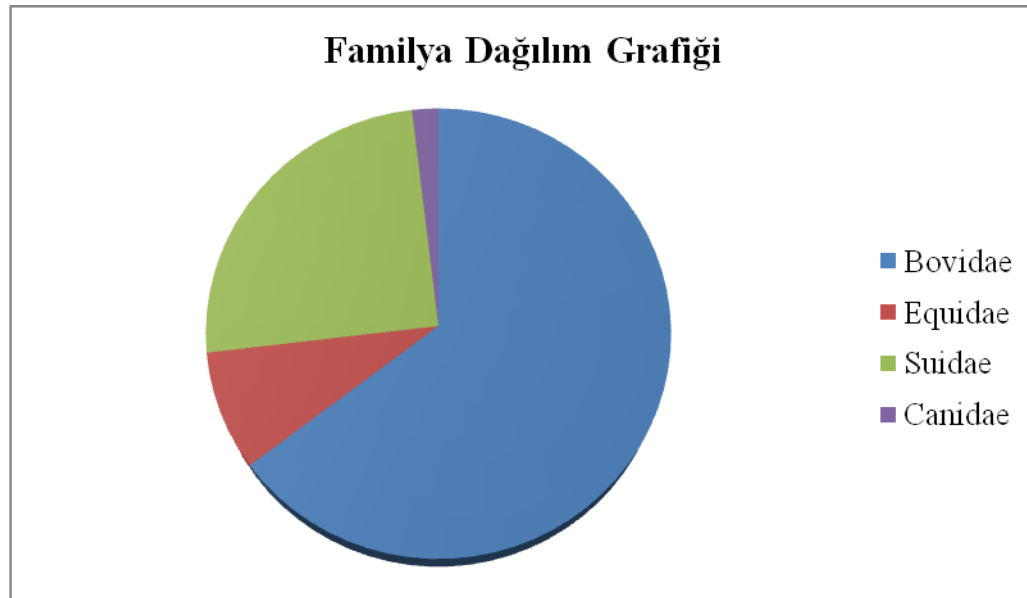
3. BULGULAR

3.1. Morfolojik Analiz

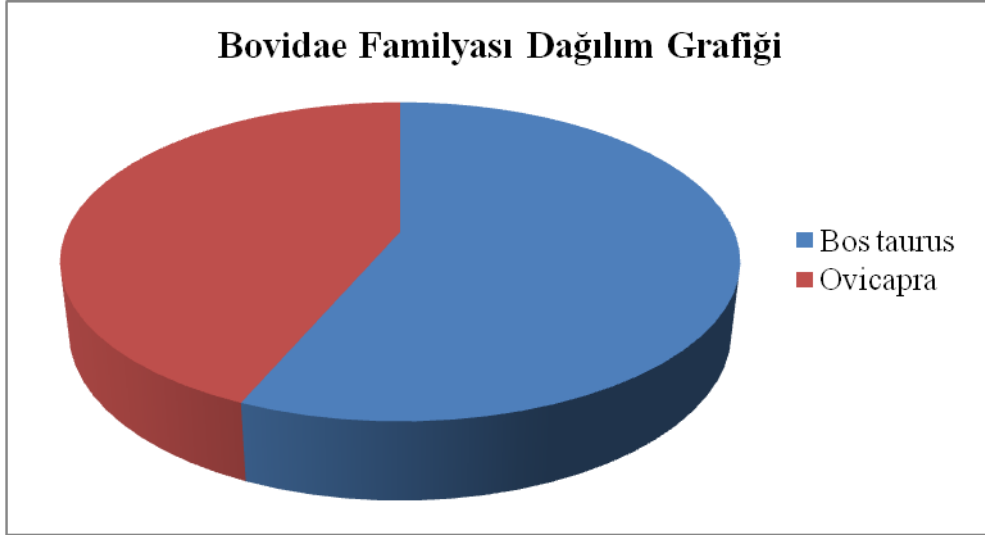
Tez kapsamında incelenen 457 parça kemikten 288 parçası aile bazında bunların da 76 parçası cins-tür bazında tespit edilmiştir. 169 adet kemik parçası ise tanımlanamamıştır. Tanımlanamayan 169 kemik değerlendirme kapsamına alınmamıştır. Böylece ele geçen kemiklerin %46,3'ü aile seviyesinde tespit edilmiş, %16,6'sı cins-tür seviyesinde tanımlanabilmiştir. Tanımlanamayan grup olarak ayrılan parçalar ise ele geçen kemiklerin %36,9'sını oluşturmaktadır.

NISP (tanımlanmış örnek sayısı) verileri sonucunda 288 kemikten 137 adet kemiğin Bovidae, 18 kemiğin Equidae, 53 kemiğin Suidae ve 4 kemiğin ise Canidae familyasına ait oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca yine Bovidae familyasına ait olan 35 kemiğin *Bos taurus* (Linnaeus, 1758), 27 kemiğin *Ovis sp.* ve *Capra sp.* ve Suidae familyasına ait olan 14 kemiğin *Sus scrofa* (Linnaeus, 1758) türüne ait olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.1 ve 3.2).

Çizelge 3.1. Tanımlanan örneklerin familyalara göre dağılımı



Çizelge 3.2. Tanımlanan Bovidae örneklerinin türe göre dağılımı



Çalışma süresince elde edilen ve tanımlanabilen 288 kemiğin tamamının Roma dönemine ait olduğu, sorumlu arkeologlar tarafından tespit edilmiştir. Araştırma süresince bölgedeki kazı çalışmaları; Tiyatro Doğu Parados, Tiyatro Batı Parados, Batı cadde, Kuzey cadde, Bouleuterion ve hamam'da sürdürülmüştür. Elde edilen hayvan kemiklerinin bulundukları bölgeler ve familyalarına göre oranları aşağıda tablo olarak verilmiştir (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Familyaların kazı bölgelerine göre dağılımı

Alan	Bovidae	Suidae	Equidae	Canidae	Toplam
Doğu Parados	38	16	-	1	55
Batı Parados	25	10	7	-	42
Batı cadde	41	17	8	1	67
Kuzey cadde	45	13	3	2	63
Bouleuterion	43	11	-	-	54
Hamam	7	-	-	-	7
Toplam	199	67	18	4	288

3.2. Moleküler Analizler

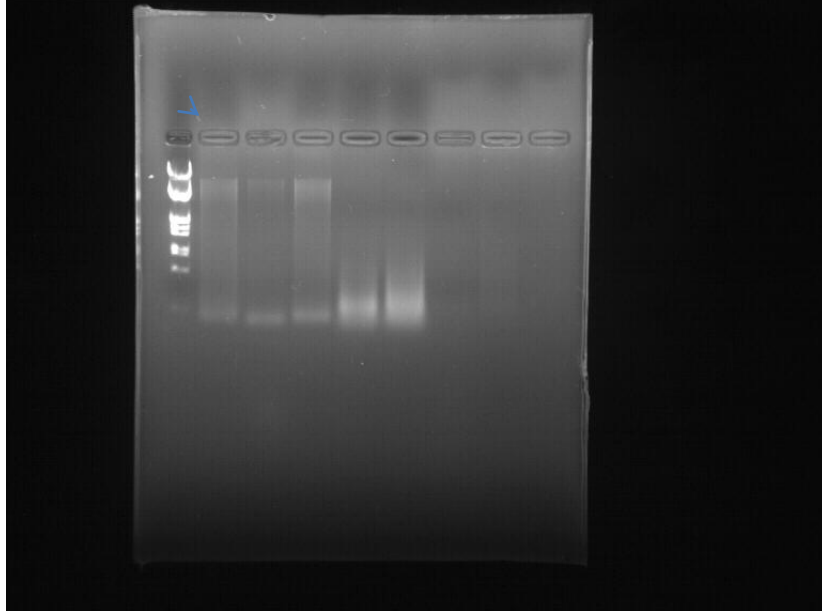
Çizelge 3.4’de gösterildiği gibi morfolojik olarak tanımlanamayan 17 hayvan kemiğinin 13’ünden DNA izolasyonu yapılmış ve bu örneklerden 10’unda PCR bandı gözlenmiştir. Dizi analizi sonuçları karşılaştırıldığında 2 örneğin tür teşhisi yapılmıştır.

Çizelge 3.4. Örneklerin moleküler analiz basamaklarının sonuçları

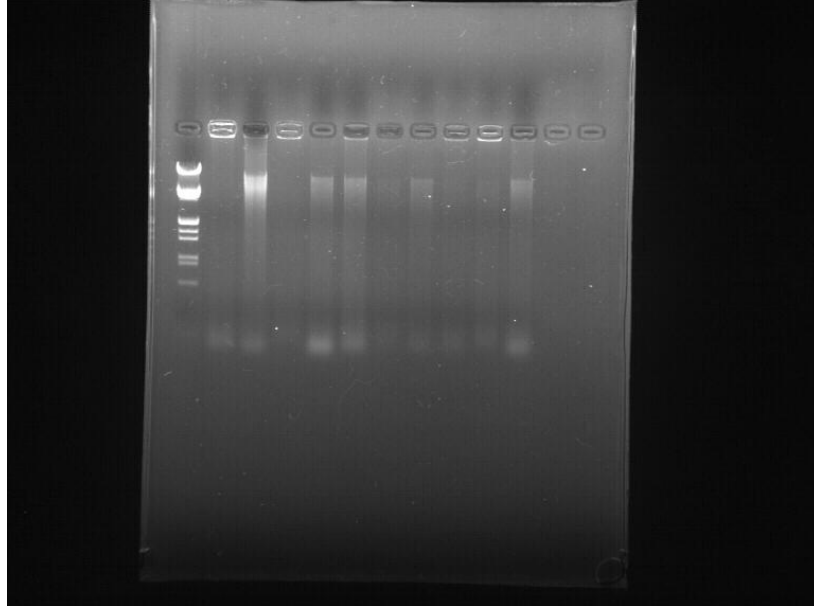
Kemik kodu	Bölge	Dönem	Alan	Fragment	DNA İzolasyonu	PCR Bant	Dizi Analizi Sonucu
G-1	STR	Roma	Tapınak	Bilinmiyor	Yok	-	-
G-2	STR	Roma	Doğu parados	Scapula	Var	Var	
G-3	STR	Roma	Doğu parados	Mandibula	Var	Var	
G-4	STR	Roma	Kuzey cadde	Bilinmiyor	Var	Var	
G-5	STR	Roma	Kuzey cadde	Bilinmiyor	Var	Var	
G-6	STR	Roma	Tapınak	Bilinmiyor	Var	Var	
G-7	STR	Roma	Batı cadde	Bilinmiyor	Var	Var	
G-8	STR	Roma	Batı parados	Ulna	Var	Var	
G-9	STR	Roma	Batı cadde	Humerus	Var	Yok	-
G-10	STR	Roma	Batı cadde	Radius-ulna	Yok	-	-
G-11	STR	Roma	Hamam	Clavicula	Var	Var	<i>Coun alpinus</i>
G-12	STR	Roma	Hamam	Bilinmiyor	Var	Yok	-
G-13	STR	Roma	Tapınak	Bilinmiyor	Var	Yok	-
G-14	STR	Roma	Tapınak	Bilinmiyor	Var	Var	
G-15	STR	Roma	Hamam	Bilinmiyor	Yok	-	-
G-16	STR	Roma	Batı cadde	Bilinmiyor	Yok	-	-
G-17	STR	Roma	Batı parados	Diş	Var	Var	<i>Capra ibex</i>

3.2.1. DNA İzolasyonu

DNA izolasyon işlemi tamamlandıktan sonra DNA'yı görünür hale getirmek için %1'lik agaroz jel hazırlanmıştır ve 90 Volt akım verilerek jel yürütülmüştür.



Şekil 3.1. G-2, G-4, G-5 ve G-1 örneklerinden elde edilen mitokondrial DNA'nın agaroz jel ile görüntülenmesi



Şekil 3.2. G-3, G-6, G-7, G-8, G-9, G-10, G-11, G-12, G-13 ve G-14 örneklerinden elde edilen mitokondrial DNA'nın agaroz jel ile görüntülenmesi

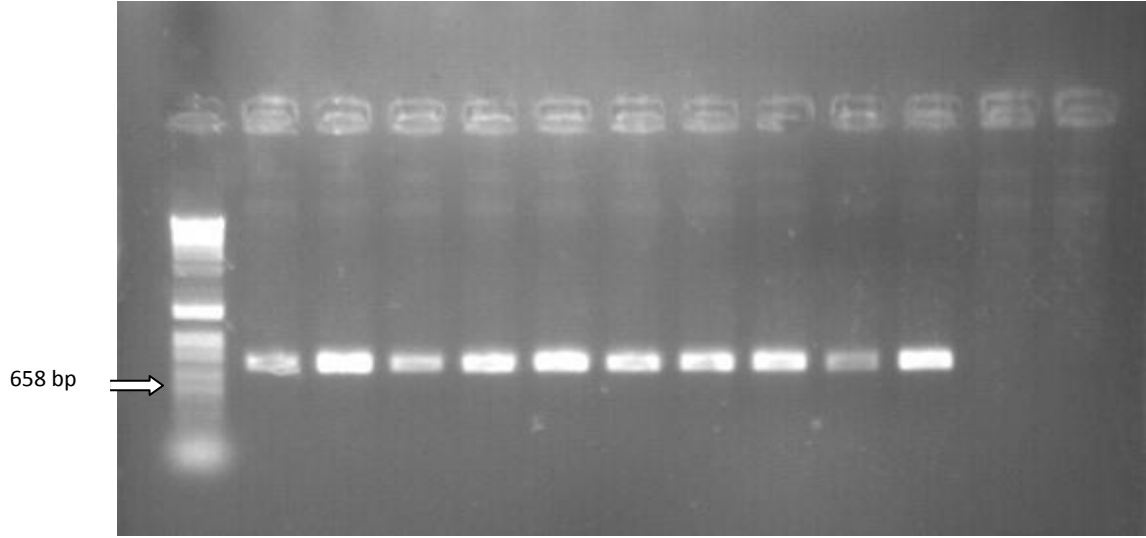


Şekil 3.3. G-15, G-16 ve G-17 örneklerinden elde edilen mitokondrial DNA'nın agaroz jel ile görüntülenmesi

Yapılan mitokondrial DNA izolasyonu sonucunda agaroz jelde Stratonikeia antik kentinden elde edilen Roma dönemine ait 17 adet kemik parçasından Şekil 3.1, 3.2 ve 3.3'de görüldüğü gibi DNA elde edilmiştir.

3.2.2. PZR Analizi

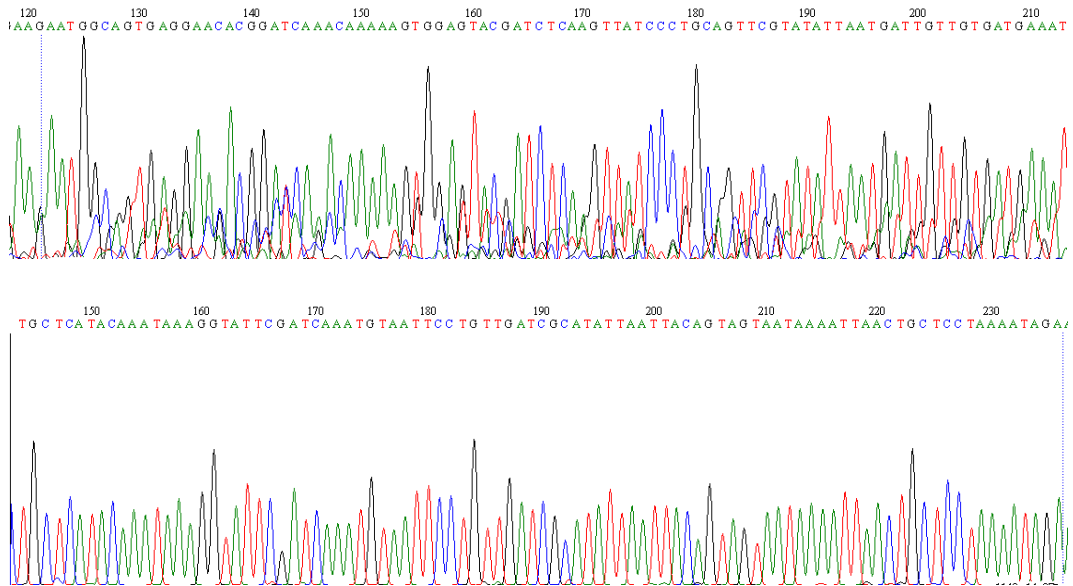
PZR için primerler COI genlerine spesifik olan evrensel primerler kullanılmıştır. PZR sonucunda beklenen büyüklükte COI geni elde edilmiştir (Şekil 3.4)



Şekil 3.4. G-2, G-3, G-4, G-5, G-6, G-7, G-8, G-11, G-14 ve G-17 örneklerinden PZR sonucunda elde edilen bant görüntüsü

3.2.3. Dizi Analizi

10 farklı kemik örneğinden elde edilen PZR ürünlerine ait dizi analizi sonuçları (Çizelge 3.5 ve 3.6) NCBI veri bankasındaki verilerle karşılaştırılmış ve elde edilen COI genine ait ürünlerin gen bankasında kayıtlı olan bilgilere göre G-11 örneği %79 oranında *Coun alpinus*, G-17 örneği ise % 75 oranında *Capra ibex*’e benzerlik gösterdiği görülmüştür (Şekil 3.5) (Çizelge 3.7 ve 3.8).



Şekil 3.5. G-11 ve G-17 örneklerinden COI genine ait pikler

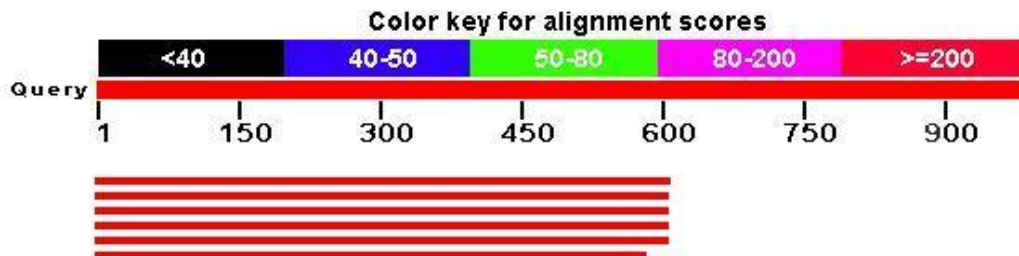
Çizelge 3.5. G-11 örneğinin olası baz dizisi

TAGAGATAGGGTCTCCCCGCCTGCCGGGTCGAAAAGGAAGTGTTAACATTTTCGATCG
TGAGAACTATAGTGATGGCGCCTGCTAAAACGGGGAGGGAAAAGTAAAAGAAGAATG
GCAGTGAGGAACACGGATCAAACAAAAAGTGAGTACGATCTCAAGTTATCCCTGCA
GTTTCGTATATTAATGATTGTTGTGATGAAATTAACAGCTCCTAAAATTGATCTAGCCC
CCGCTAAGTGGAGGCTGAAAATAGACAGATCTACCGATGCCCCAGCGTGGGCGATAC
TCTAGAAAAGAGGGGGGTAGACGGTTCATCCTGTGCCTGCCCCCCTTTCTACTAGGCCC
CCAGTGAGGAGAAGCATAAGAGAAGGTGGGACAAGTCACAATCTTTTTTTATTTATTC
GAGGGAAGGCTATATCTGGGGCACCGATTATTAATGGGACTAGTCAGTTTCCGAACCC
CCCAATTATAATAGGTATAACTATGAAAAAGATTATGATAAAGGCATGGGCGGTGAC
TATAACATTATAAATTTGATCGTCTCCGATAAATGATCCTGGCTGGCCTACTTCAAGA
CGAATTA AAACTCTCAAGGCTGTGCCTACTATGGCGGATCATACCCCAAAGATTAAGT
ACAAGGTCTNCTNNTTTTTTTGCAAAATTGGGGAACACAAAAAANNNGGTTTTTTTACC
GGGGGTCCCCCAAAGCTTGTAACCGTGCCCTCTCCCCATAATTTTCGGTACTAGAGG
ACCACAGAACTGCCGGGCTCGTTTTTTTTTAAATGAATACCCCCTTCTGGGACGCTTCTC
CAACTGGTACGTGTCCAGTTCCCGTCGGAAAAGGCTTACGCCACGNNTGCGATGGTAC
GGTCGACCGTGGACGCCGGTGATCTAACGCTGCCTACTGGACATGTGACTAATCGAG
ATACGGAACCGANNGTCTAGAATAAANTAGAAAAGCAAAACACGATAANAGTGAGAGA
AAAG

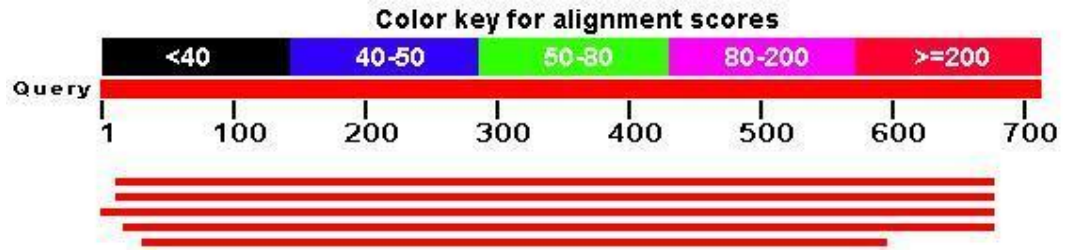
Çizelge 3.6. G-17 örneğinin olası baz dizisi

AAAAGTGTTGGGAATAAAATAGGATCTCCTCCTCCTGCTGGATCAAAAAATGATGTAT
TTAAATTTTCGATCAGTTAAAAGTATAGTAATAGCTCCTGCTAATACAGGTAAAGATAA
TAATAAAAGAATAGCAGTAATTACTACTGCTCATACAAATAAAGGTATTCGATCAAAAT
GTAATTCCTGTTGATCGCATATTAATTACAGTAGTAATAAAATTAAGTCTCCTAAAA
TAGAAGAAATTCCTGCTAAATGAAGAGAAAAAATTGCTAAATCAACTGATCCACCTC
CATGAGCAATTGCAGCAGATAGAGGAGGGTAAACTGTTTCATCCAGTTCCAGCTCCATT
TTCTACTATACTACTAGCTAATAAAAGGGTCAATGATGGGGGTAAAAGTCAAAAACTT
ATATTATTTATTCGAGGGGAATGCTATGTCAGGGGCTCCTAATATTAAGGAACCTAATC
AATTACCAAAATCCTCCAATTATAATAGGTATTACTATAAAAAAAATTATTACAAAGGC
ATGTGCTGTTACAATTACATTATAGATTTGATCATCTCCAATTAATGATCCTGGGTGAC
CTAATTCAGCTCGAATTAATACTTAATGAAGTACCAATTATTCCGGGCTCATGCTCC
GAAAATAAAGTATAATGTTCCAATATCTTTATGATTTGTTGACCAACAGGGGGTTGAG
GTTTGCCCCCGCTCGTGA

Çizelge 3.7. G-11 örneği için NCBI veri tabanına göre renk anahtarı



Çizelge 3.8. G-17 örneği için NCBI veri tabanına göre renk anahtarı



4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Disiplinler arası bir bilim dalı olan zooarkeoloji bilimi birçok ülkede gelişmiş ve gelişmeye devam etmesine rağmen ülkemizde Hala çok az sayıda araştırma olduğunu söyleyebiliriz. Arkeolojik kazı alanlarında bulunan faunal kalıntılar uzun bir zaman periyodundaki atık birikintilerini gösterir. Hayvan kemikleri, ait oldukları dönemdeki insanların beslenme ve yaşam şekillerini, savunma şekillerini ayrıca hayvanların ölüm yaşları, nasıl öldükleri ya da öldürüldükleri hakkında birçok bilgi sağlar. Bu yüzden; kemik, diş ve kabuk kalıntıları bölgede bir zamanlar var olmuş, sayısız hayvanın kalıntılarını gösterir. Bu hayvanlar yiyecek, iş hayvanı, evcil hayvan olarak kullanılmış ya da sadece kazı alanı etrafında yaşamış olabilirler (Landon 2005).

Zooarkeolojik bir çalışmada en temel seviyede iskelet kısımları ve taksonlar tanımlanır. Kısımları belirlenen arkeolojik örnekler, karşılaştırmalı laboratuvarlar ve yayımlanmış koleksiyonlar yardımı ile değerlendirilir (Balkwill ve Cumbaa 1992). Bu çalışmada elde edilen hayvan kemikleri değerlendirilirken Türkiye’de gelişmiş ve kolay ulaşılabilir bir karşılaştırma laboratuvarı bulunmadığı için örnekler tayin anahtarları üzerinden tanımlanmıştır. Çalışma sonucunda 457 parça kemik incelenmiş ve bunların 288’i morfolojik olarak tanımlanabilmiştir.

Tanımlanan 137 adet Bovidae kemiğinden 35 kemiğin *Bos taurus*, 27 kemiğin *Ovis* sp. ve *Capra* sp. ve Suidae familyasına ait olan 14 kemiğin *Sus scrofa* türüne ait olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada elde edilen kemikleri oluşturan bu dört familya (Bovidae, Equidae, Suidae ve Canidae)’nın örneklerinin çokluğu, Stratonikeia Antik Kentinde yaşamış toplumların beslenme ve hayvan yetiştirmede yaygın olarak kullanıldıklarını göstermektedir. Özellikle Bovidae familyasına ait sığır, koyun ve keçi kemiklerinin yoğunluğunun diğerlerine göre daha fazla olması ve kemikler üzerinde kesici ve delici alet kullanımı sonucu oluşabilecek kesik ve deliklerin olmaması buna bağlı olarak avcılık izlerinin bulunmaması bu toplumların sözü edilen hayvanları yetiştirdiğine işaret etmektedir.

Kazı alanından elde edilen 18 kemiğin Equidae familyasına ait olması şaşırtıcı değildir. Çünkü Stratonikeia Antik kenti Gladyatörler Şehri olduğu ve emekli gladyatörlerin atları ile bu şehre yerleştikleri bildirilmiştir (Söğüt 2012). Bu durum bize şehir hakkındaki hikayenin doğruluğu konusunda fikir vermektedir.

Tiyatro Batı Parados'ta ağzı kaya ile kapatılmış bir ritüel çukurundan 40 küp çıkartılmış ve çukurun alt kısmında bulunan genç domuz kafatası parçaları bize bu dönemde insanların inançları doğrultusunda adak olarak hayvanları kullandıklarını göstermektedir. Baykara ve Satar (2013)'ın da belirttiği gibi ritüeller de yavru domuzların kullanılması yavru canlıların saflığı temsil ettiği için tercih edildiği düşünülmektedir.

Hayvan kemiklerinden morfolojik analiz ile tür tayini yapılırken en çok yanılgıya düşüren türler koyun ve keçi kemikleridir. Morfolojik olarak birbirine çok benzeyen bu iki türü ayırmak zooarkeologlar için çok zor olmasına karşın bu konuda çalışmalar yapılmaktadır (Boessneck ve ark. 1964). Avrupalı araştırmacılar birbirine çok benzeyen keçi ve koyun kemiklerinin ayırt edilmesinde kriterler tanımlamışlardır. Boessneck ve ark. (1964) çalışmalarında keçi (*Capra*) ve koyun (*Ovis*)'da kafatası iskeletlerinin dışındaki beden iskeleti öğelerini tanımaya yarayan ayırt edici noktaların bile aynı olma ihtimalini göstermişlerdir. Eğer ayırt edilemiyorsa koyun veya keçi olduğunu belirtmek için 'Ovicapra' teriminin kullanılmasını önermişlerdir. Bu nedenle çalışmamızda ele geçen keçi (*Capra*) ve koyun (*Ovis*) kemikleri ovicapra olarak değerlendirilmiştir.

Zooarkeolojik çalışmalarda, antropologların çalışmalarındaki gibi bütün bir iskelete ulaşma şansı çok düşük olduğu için genellikle dağınık halde iskelet parçalarına ve çoğunlukla zarar görmüş halde örnekler bulunmaktadır. Atıcı'nın (1999) bahsettiği gibi araştırmacılar üst kategoriler boyutunda bir tanımlama yapmasının ötesinde, herhangi bir iskelet parçası ya da kemiğe bağlanmayan çok sayıda küçük parçalarla karşı karşıya kalmaktadır. Bu nedenle zooarkeolojik çalışmaların yetersiz kaldığı noktalarda moleküler yöntemlerle tür tanımlama çalışmalarına başlanmıştır. Zira arkeolojik materyallere ulaşılan kadarki süreçte örnekler birçok etkiye maruz kalmaktadır.

Bu çalışmada morfolojik olarak tanımlanamamış 17 kemik parçasından moleküler yöntemler uygulanarak tür tayinlerinin yapılması amaçlanmıştır. Bu 17 örnekten G-2, G-3, G-4, G-5, G-6, G-7, G-8, G-9, G-11, G-13, G-14 ve G-17 kodlu olanlarında yeterli DNA elde edilmiştir. PZR işlemi sonucunda ise G-9 ve G-13 örneklerinde beklenen büyüklükte bant görülmemiştir.

DNA dizi sonuçlarının karşılaştırılmasında sonuç elde edilen G-11(*Coun alpinus* - Asya yaban köpeği) ve G-17(*Capra ibex* – Dağ keçisi) türleri çalışılan bölgede, özellikle *Capra ibex*'in avcılık sonucu taşınarak getirilme ihtimalini göstermiş, aynı zamanda morfolojik olarak tespit edilen *Capra sp.* türlerinde bir kısmının evcil olmayıp dağ keçisi *Capra ibex* olma ihtimalini de düşündürmektedir. *Coun alpinus* türü ise çalışmadaki morfolojik analizler sonucunda gözlemlenen dört familya türünün dışındaki Canidae türlerinin varlığını da göstermektedir.

Moleküler arkeoloji çalışmalarında dikkat edilmesi gereken en önemli nokta kontaminasyondur. Özellikle modern DNA kontaminasyonu büyük sorun yaratmaktadır (Ariffin ve ark. 2006; Yang ve Watt 2005). Mulligan (2005) modern DNA kontaminasyonunun eski DNA çalışmalarında ne kadar hassas olunması gerektiğini ve sonuçları önemli derecede etkilediğini vurgulamaktadır. Yapılan çalışmada olumsuz sonuçlarının temel nedeni de kontaminasyon probleminden kaynaklanmaktadır. Yang ve Watt (2005)'in da belirttiği gibi kontaminasyonu önlemenin ve ya azaltmanın en iyi yolu örneğin toplanılmaya başlanılmasından itibaren önlem alınmasıdır. Bizde çalışmamızda kazı alanında örneklerin toplanılmasından sonra yıkama ve poşetleme işlemi yapmamıza rağmen herhangi bir kimyasal maddeye maruz bırakılmadığı için yine kontaminasyon oranı yeterince azaltılamamıştır.

Dizi analizi yapılan 10 örnekten G-11 ve G-17 kodlu DNA'lar için tür tayinleri yapılabilmiş, diğer 8 örnekte ise kontaminasyon tespit edilmiştir. Bu örneklerin bakteri ve fungi DNA'larını içermektedir. Bu sonucun ana nedeni, çalışmada evrensel primerlerin kullanılmış olmasıdır. Nitekim Newman ve ark. (2002) çalışmalarında bunu belirtmektedirler. Çalışılan mitokondrial COI bölgesi son derece korunmuş bir bölge olduğundan neredeyse tüm canlı gruplarında çoğalabilmektedir. Bu nedenle hayvan kemiklerinin yüzyıllardır toprak altında

kalması, bakteri ve mantar gibi farklı canlı grupları ile kontamine olması olasılığı yüksektir. Çalışmada bu durum bilinmesine rağmen spesifik primer yerine evrensel primer kullanılmasının nedeni, spesifik primer ile çalışmanın ekonomik ve zaman açısından çok fazla yük getirmesidir. Spesifik primer kullanma durumunda, her örnek için tüm spesifik primerleri (sığır, koyun, keçi, domuz ve at için tasarlanmış) ayrı ayrı denemek, aynı zamanda her örnek için onlarca tekrar yapmak gerekmektedir.

Bu çalışma sonuçta, zooarkeolojik araştırmalarda moleküler tekniklerin kullanılmasının, zoolojik materyallerin daha kesin tanımlanmasında büyük katkı sağlayacağını göstermiştir. Ayrıca, disiplinler arası yapılacak çalışmaların önemini de bir kez daha vurgulamaktadır.

KAYNAKÇA

- Akar, N. (1999), *Moleküler Patolojiye Giriş*, Antıp, Ankara.
- Aktaş, N. (2004), *Omurgalıların Karşılaştırmalı Anatomisi*, Trakya Üniversitesi, Edirne.
- Allentuck, A. (2004), *Production, Distribution and Constimpion of Animals at Early Bronze Age Tıtış Höyük, Southeastern Turkey:A Zooarchaeological Approach*, Yüksek Lisans Tezi, Manitoba Üniversitesi, Kanada.
- Arıncı, K. Ve Elhan, A. (1997), *Anatomi*, Güneş Kitapevi, Ankara.
- Ariffin, S.H.Z., Wahab, R.M.A., Zamrod, Z.,Sahar, S., Razak, M.F.A., Ariffin, E.J. ve Senafi, S. (2007), "Molecular Archaeology of Ancient Bone From 400 Year Old Shipwreck," *AsPac J. Mol. Biol. Biotechnol*, 15, 27-31.
- Atıcı, L. (1998), " Zooarkeoloji: Amacı, Yöntemleri ve Arkeoloji'deki Önemi" , *A.Ü. D.T.C.F. Dergisi*, Sayı:1.2, Cilt:38, 230-246.
- Atıcı, L. (2014a), "Commingled Bone Assemblages: Insights from Zooarchaeology and Taphonomy of a Bone Bed at Karain B Cave, SW Turkey," *Springer Science+Business Media*,213-253.
- Atıcı, L. (2014b), "Food and Ethnicity at Kültepe-Kanesh: Preliminary Zooarchaeological Evidence," The American Schools of Oriental Research Annual Meeting, Chicago, 195-211.
- Aydın, S. (2007), "Antropoloji Nedir? " *Antropoloji* (Ed: Üstündağ, H.), Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, 1-22.
- Bar-Yosef Mayer, D.E. (2007), "Archaeomalacological research in Israel: The current state of research, " *Israel Journal of Earth Sciences*, 56, 191-206.
- Baykara, D. ve Satar, Z. (2013), "2011 Yılı Salat Tepe Kazısın'da Ele Geçen Hayvan Kemiklerinin İncelenmesi," 28. *Arkeometri Sonuçları Toplantısı* , Çorum, 45-50.
- Benedict, P., Erinç, S.,Gordus, A.A., Günay, D., Jelinek, J.A., Lawrence, B., Özdoğan, M., Whallon, R. ve Wright, A.G. (1980), *Güneydoğu Anadolu Tarihöncesi Araştırmaları*, Edebiyat Fakültesi Basımevi, İstanbul.
- Berthon, R. ve Mashkour, M. (2008), "Animal Remains From Tilbeşar Excavations, Southeastern Anatolia, Turkey, " *Anatolia Antiqua*, 16, 23-51.

- Boessneck, J., Müller, H.H. ve Teichert, M. (1964), *Osteologische Unterscheidungsmerkmale zwischen Schaf (Ovis aries Linné) und Ziege (Capra hircus Linné)*, Kühn-Archiv, Berlin, Almanya.
- Bremer, H. (1978), *Paleontoloji*, Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir.
- Cai, D., Tang, Z., Han, L., Speller, F.C., Yang, Y.D., Ma, X., Cao, J., Zhu, H. ve Zhou, h. (2009), "Ancient DNA provides new insights into the origin of the Chinese domestic horse," *Journal of Archaeological Science*, 36, 835–842.
- Çakırlar, C. (2012a), "The evolution of animal husbandry in Neolithic central-west Anatolia: the zooarchaeological record from Ulucak Höyük," *Anatolian Studies*, 62, 1-33.
- Çakırlar, C. (2012b), *Türkiye’de sürdürülebilir arkeozoolojik eğitim ve uygulama için bir çağrı*. <http://paleoberkay.blogspot.com.tr/2012/11/turkiye-icin-arkeozooloji-hemen-simdi.html>
- Davis, S.J.M. (1987), *The Archaeology of Animal*, Yale University Press, New Haven, A.B.D.
- Deagon, K.A. (1996), " Enviromental Archaeology and Historical Archaeology, " Case Studies in Enviromental Archaeology (Ed: Reitz, E.J., Scarry, C.M. ve Scudder, S.J), Springer Science+Business Media, New York, A.B.D.
- Deetz, J. (1977), *In Small Things Forgotten: An Archaeology of Early American Life*, Doubleday, New York, A.B.D.
- Demirsoy, A. (2006), *Yaşamın Temel Kuralları*, Meteksan Yayınları, Ankara.
- Edwards, J.C., MacHugh, E.D., Dobney, M.K., Martin, L., Russell, N., Horwitz, K.L., McIntosh, K.S., MacDonald, C.K., Helmer, D., Tresset, A., Vigne, J. ve Bradley, G.D. (2004), "Ancient DNA analysis of 101 cattle remains: limits and prospect," *Journal of Archaeological Science*, 31, 695-710.
- Fagan, B.M. (1988), *In the Begining*, Scott, Foresman ve company, Glenview.
- Hazıroğlu, R.M. (2011), "İskelet Sistemi ve Eklemler, " *Temel Veteriner Anatomi*, (Ed: Hazıroğlu, R.M.), Anadolu Üniversitesi, 21-33.
- Jolly, L.R. (1983), "North American Historic Sites Zooarchaeology, " *Historical Archaeology*, 17, 64-79.
- Kemp, M.B., Monroe, C., Judd, G.K., Reams, E. ve Grier, C. (2014), "Evaluation of methods that subdue the effects of polymerase chain reaction inhibitors in the study of ancient and degraded DNA," *Journal of Archaeological Science*, 42, 373-380.

- Klein, R.G. ve Cruz-Urbe, K. (1984), *The Analysis of Animal Bones from Archeological Sites*, Prehistoric Archeology and Ecology Series, Chicago, A.B.D.
- Klug, W.S., Cummings, M.R., Spencer, C.A ve Palladino, M.A. (2009), *Concept of Genetics*, Pearson-Benjamin Cummings.
- Kuper, A. (1973), *Antropology and Antropologist*, Allen Lane The Penguin Press, London, U.K.
- Landon, B.D. (2005), "Zooarchaeology and Historical Archaeology: Progress and Prospects, " *Journal of Archaeological Methods and Theory*, 12, 1-36.
- Leonard, A.J., Shanks, O., Hofreiter, M., Kreuz, E., Hodges, L., Ream, W., Wayne, K.R. ve Fleischer, C.R. (2007), "Animal DNA in PCR reagents plagues ancient DNA research," *Journal of Archaeological Science*, 34, 1361-1366.
- Loreille, O., Vigne, J., Hardy, C., Callou, C., Treinen-Claustre, F., Dennebouy, N. ve Monnerot, M. (1997), "First Distinction of Sheep and Goat Archaeological Bones by the Means of their Fossil mtDNA," *Journal of Archaeological Science*, 24, 33-37.
- Meadow, R.H. (1980), Animal Bones: Problems for the Archaeologist together with some possible solutions, *Paleorient*, Sayı:6, 65-77.
- Mulligan, J.C. (2005), "Isolation and Analysis of DNA from Archaeological, Clinical, and Natural History Specimens, " *Elsevier Inc.*, 395, 87-103.
- Newman, M.E., Parboosingh, J.S., Bridge, P.J. ve Ceri, H. (2002), "Identification of archaeological Animal Bone by PCR/DNA Analysis," *Journal of Archaeological Science*, 29, 77-84.
- O'Connor, T. (2000), *The Archaeology of Animal Bones*, Texas A&M University Press, A.B.D.
- Onar, V., Mercangöz, Z., Kutbay, L. ve Tok, E. (2013), "Kuşadası Kadıkalesi (Anaia) Kazısında Ortaya Çıkarılan İşlenmiş Kemik Kalıntıları," 28. *Arkeometri Sonuçları Toplantısı* , Çorum, 83-90.
- Öktay, M. (1988), *Omurgalı Hayvanların Karşılaştırmalı Anatomisi*, İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi Basımevi, İstanbul.
- Özbudun, S. ve Uysal, G. (2012), *50 Soruda Antropoloji*, Bilim ve Gelecek Kitaplığı, İstanbul.

- Parmalee, P.W. (1960), "Vertebrate remains from Fort Loudon, " *Tennessee Archaeological Society Miscellaneus*, 6, 26-29.
- Peres, T.M. (2010), "Methodological Issue in Zooarchaeology," *Integrating Zooarchaeology and Paleoethnobotany* (Ed: VanDerwarker, A.M.), Springer Science+Business Media, Murfreesboro, A.B.D., 15-36.
- Rannamäe E. (2010) A Zooarchaeological Study of Animal Consumption in Medieval Viljandi, MA thesis, *Estonia University of Tartu Faculty of Philosophy Institute of History and Archaeology*, 1-80.
- Reitz, E.J. ve Wing, E.S. (1999), *Zooarchaeology*, Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- Renfrew, C. ve Bahn, P. (2005), *Arkeoloji Anahtar Kavramlar*, İletişim Yayınları, İstanbul.
- Robinson, N.D. ve Bogan, A.E. (1987), *A History and Selected Bibliography of Zooarchaeology in Eastern North America*, Tennessee Anthropological Association, Chattanooga, A.B.D.
- Russell, N. ve Martin, L. (2005), "Çatalhöyük Mammal Remains, " *Inhabiting Çatalhöyük: Reports from the 1995-1999 Seasons* (Ed: Hodder, I.), McDonald Institute for Archaeological Research, Cambridge, 33-98.
- Russell, N., Twiss, C.K., Orton, O.D. ve Demirergi, G.A. (2013), "More on the Çatalhöyük Mammal Remains," *Human and Landscapes of Çatalhöyük* (Ed: Hodder, I.), Cosen Institute, Los Angeles, 213-258.
- Saltuk, S. (1993), *Arkeoloji Sözlüğü*, İnkılap Yayınevi, İstanbul.
- Schev, A., Powell, A., Bollongino, R., Vigne, J., Tresset, A., Çakırlar, C., Benecke, N., ve Burger, J. (2015), "The genetic prehistory of domesticated cattle from their origin to the spread across Europe, " *BMC Genetics*, 16:54.
- Schlesinger, J.N. (2008), *Zooarchaeology: The Language of Faunal Remains*, Proje, Women Wilson Collage.
- South, S. (1977), *Method and Theory in Historical Archaeology*, Academic Press, New York, A.B.D.
- Söğüt, B. ve Yılmaz, B. (2012), Stratonikeia'dan Üç Terrakotta Mask, *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı:12, 1-7.
- Tood, L. (2001), *Zooarchaeology*. <http://lamar.colostate.edu/~lctodd/zooarch.htm>

Türe, C. (2009), "Ekoloji ve Temel Kavramları," *Ekoloji* (Ed: Türe, C.), Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, 2-20.

Watanobe, T., Ishiguro, N., Okumura, N., Nakano, M., Matsui, A., Hongo, H. ve Ushiro, H. (2001), "Ancient Mitochondrial DNA Reveals the Origin of *Sus scrofa* from Rebun Island, Japan, " *Journal of Molecular Evolution*, 52, 281-289.

Wilkinson, K. ve Stevens, C. (2003), *Enviromental Archaeology: Approaches, Techniques and Applications*, History Press, İngiltere.

Yang, D.Y. ve Watt, K. (2005), "Contamination controls when preparing archaeological remains for ancient DNA analysis," *Journal of Archaeological Science*, 32, 331-336.

Yavuz, A.Y. (2010), "Olympos Dağı Araştırma ve Kazı Projesinden Çıkarılan Hayvan Kemiklerinin Zooarkeolojik Analizi," Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.

Anatomy and Physiology of Animals/The Skeleton
http://en.wikibooks.org/wiki/Anatomy_and_Physiology_of_Animals/The_Skeleton#The_Forelimb

Gladatörlerin Kenti <http://www.aktuelarkeoloji.com.tr/?/=143>