

ERKEN TUNÇ ÇAĞINDA FİZİKSEL AKTİVİTE VE MOBİLİTE: RESULOĞLU (ÇORUM) İSKELETLERİNE AİT UZUN KEMİKLERİN KESİTSEL GEOMETRİK ANALİZİ

PHYSICAL ACTIVITY AND MOBILITY IN THE EARLY BRONZE AGE: CROSS-SECTIONAL GEOMETRIC ANALYSIS OF LONG BONES FROM RESULOĞLU (ÇORUM) SKELETONS

Makale Bilgisi | Article Info

Başvuru: 22 Temmuz 2022	Received: July 22, 2023
Hakem Değerlendirmesi: 07 Ağustos 2022	Peer Review: August 07, 2022
Kabul: 19 Temmuz 2023	Accepted: July 19, 2023

DOI : 10.22520/tubaar.1146857

Belkıs ABUFAUR* - Derya ATAMTÜRK - Ayşegül ŞAHİN*** - İzzet DUYAR******

ÖZET

Arkeolojik alanlarda ele geçen organik kalıntılardan yola çıkarak insanların hareket tarzları ve mobilite örüntülerini ortaya çıkarmaya çalışan araştırmalarda son dönemlerde önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Yeni tıbbi görüntüleme teknikleri uzun kemiklerin kesitsel özelliklerinin (geometrisinin) biyomekanik yöntemlerle incelenmesini kolaylaştırmış ve bu tip araştırmaların artmasına neden olmuştur. Bu çalışmada, Resuloğlu (Çorum) Erken Tunç Çağı (ETÇ III) topluluğuna ait uzun kemiklerin kesitsel geometrik analizi yapılarak bu dönemde yaşayan insanların fiziksel aktivite ve mobilite tarzlarının ortaya konulması amaçlanmıştır. Bunun yanı sıra, fiziksel aktivite örüntüsünün yaşam/geçim biçimi ve yaşanan coğrafya ile bağlantısı da ele alınmıştır. Bunlara ek olarak, fiziksel aktivite ve mobilitenin cinsiyetler arasında farklılık gösterip göstermediği ve söz konusu farklılığın toplumsal işbölümüne yansımaları da irdelenecektir. Analizler 10 bireye ait 13 femur, 16 bireye ait 19 humerus ve 4 bireye ait 4 tibia olmak üzere toplam 30 bireye ait 36 uzun kemik üzerinde gerçekleştirilmiştir.

* Yüksek Lisans Mezunu, İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Antropoloji Bölümü,
e-posta: meha.abufaur@gmail.com ORCID: 0000-0002-1368-5809

** Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Antropoloji Bölümü Paleoantropoloji Anabilim Dalı,
e-posta: deryaatamurk@gmail.com ORCID: 0000-0002-4819-7768

*** Araştırma Görevlisi, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Antropoloji Bölümü Paleoantropoloji Anabilim Dalı
e-posta: aysegul.sahin@istanbul.edu.tr ORCID: 0000-0003-4593-3640

**** Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi, Antropoloji Bölümü Fiziki Antropoloji Anabilim Dalı
e-posta: izzetduyar@gmail.com ORCID: 0000-0002-4578-0528

Bu makale, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen 29130 numaralı proje çerçevesinde ve İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü (Antropoloji Anabilim Dalı) tarafından onaylanan Belkıs Abufaur'un 2019 yılına ait yüksek lisans tez verilerinin yeniden değerlendirilmesi ve yazılması suretiyle oluşturulmuştur.



Uzun kemik diafizlerinin kesit görüntüleri bilgisayarlı tomografi yardımıyla alınmıştır. Kesitlerde kortikal alan (CA) ve eğilme-burulmaya karşı gösterilen dayanım (Z_p) ve değişmezlik (J) değerleri hesaplanmıştır. Resuloğlu ETÇ dönemine ait insanların kemiklerine binen yükün özellikle alt uzuvlarda etkili olduğu tespit edilmiştir. İncelenen kesitsel geometrik parametreler, erkeklerin alt uzuvlarında eğilme, burulma ve yatay hareketlere bağlı zorlanmaların daha fazla meydana geldiğini ortaya koymaktadır. Erkeklerde kesit modülünün (Z_p) değeri karşılaştırılan diğer tüm prehistorik toplumlardan daha yüksek çıkmıştır ki bu, karşılaşılan fiziksel zorlanmaların boyutunu gözler önüne sermektedir. Buna karşılık üst uzuvların eğilme-burulma zorlanması ise erkekler ve kadınlar arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık göstermemiştir. Resuloğlu iskeletlerinde (özellikle erkeklerde) alt uzuvlarda irilik ve dayanıklılığın diğer prehistorik toplumlara göre daha fazla olmasının olası nedenleri arasında, yaşanan coğrafya, topografya ve geçim ekonomisi yer almaktadır. Resuloğlu'nun engebeli bir arazide ve dik yamaçların hâkim olduğu bir coğrafyada konumlanmış olması, eğilme ve burulma dayanımını artıran önemli bir faktördür. Bunun yanı sıra, Resuloğlu insanların hayvancılık yönü ağır basan bir agropastoral yaşam tarzını sürdürmelerinin de bu örüntünün ortaya çıkmasında etkileri olmuştur. Araştırmamızda, hayvancılık faaliyetlerinin daha çok erkekler tarafından yürütülmüş olabileceğine işaret eden bulgulara ulaşılmıştır. Kesitsel geometrik özellikler, Resuloğlu toplumunda cinsiyete dayalı iş bölümünün belirgin olduğunu, erkeklerin kadınlara kıyasla daha fazla fiziksel güç gerektiren aktivite ve işleri yaptıklarını ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kesitsel Geometrik Analiz, Hareket Örüntüsü, Mobilite, Agropastoral Geçim Ekonomisi, Toplumsal İş Bölümü

ABSTRACT

In recent years, significant developments have been made to reveal people's activity and mobility patterns based on organic and human remains found in archaeological sites. New medical imaging techniques have facilitated the examination of the cross-sectional features (geometry) of long bones by biomechanical methods and have led to an increase in this type of research. In this study, it was aimed to reveal the physical activity and mobility patterns of the Resuloğlu (Çorum, northern Central Anatolia) Early Bronze Age (EBA III) people by making cross-sectional properties of the long bones. In addition, the relationship between physical activity pattern, livelihood and geography were analyzed. In addition to these, whether physical activity and mobility differ between sexes and the reflection of this difference on the social division of labor has also been examined. The cross-sectional geometric analysis was applied to 36 long bones (30 individuals), 13 femora (10 individuals), 19 humeri (16 individuals), and 4 tibiae (4 individuals). Section images of long bone diaphysis were taken by computed tomography. Cross-sectional ability to resist compression-tension (CA), polar section modulus (Z_p), and polar second moment of area (J) were calculated. Our study shows that the load especially has an impact on the lower limb bones of Resuloğlu EBA people. The cross-sectional geometric parameters examined illustrated that the lower limbs of males had more strain due to bending, torsion, and lateral movements. The cross-section modulus (Z_p) value in males was higher than in all other prehistoric societies compared, revealing the extent of the physical challenges faced. However, bending-torsion strain of the upper limbs did not differ statistically between men and women. Geography, topography and subsistence economy are among the possible reasons why the lower limb size and strength are higher in Resuloğlu skeletons (especially in males) than in other prehistoric societies. The fact that Resuloğlu is located on a rough terrain and a geography dominated by steep slopes is an important factor that increases its bending and torsional strength. In addition, the fact that the people of Resuloğlu adopted an agropastoral lifestyle dominated by animal husbandry also contributed to the emergence of this pattern. The findings of our study indicate that livestock activities may have been carried out mostly by males. Cross-sectional geometric features reveal that there is a sex-based division of labor in the society, and that males perform activities and jobs that require more physical strength than females.

Keywords: Cross-sectional Geometric Analysis, Activity Pattern, Mobility, Agro-pastoral Subsistence Economy, Division of Labor

GİRİŞ

Canlıların sahip olduğu form ve işlevsel özelliklerin çeşitliliği ve bunların sebeplerini ortaya çıkarmak farklı alanlarda çalışan uzmanların sayesinde gerçekleşmiştir. Bu konudaki çalışmaların öncüsü konumunda olan Julius Wolff (1892), iskelet sistemini detaylı bir şekilde incelediği *Das Gesetz der Transformation der Knochen* adlı kitabında, erişkinlik döneminde maruz kalınan fiziksel etkenlerin morfojenetik gelişimi etkilediği ve bunun sonucunda da iskelet sisteminin yapı ve şeklini değiştirdiğini belirtmiştir. Wolff'un, canlıların gelişimleri sırasında maruz kaldıkları mekanik etkilerin fiziksel özelliklere, yenilenme süreçlerine ve yaşlanmasına etki ettiği fikri günümüzde "kemiğin fonksiyonel adaptasyonu" olarak adlandırılmaktadır (Carter ve Beaupre, 2001). Kemiğin fonksiyonel adaptasyon prensibi kısaca mekanik yük altında kalan kemiğin bu yüke karşı yapısını ayarlaması ve değiştirmesi olarak tanımlanabilir. Beden boyutunun iri olması ya da artan kas aktivitesi nedeniyle meydana gelen ekstra zorlanmaya (*strain*) karşı kemikler, çoğalan bu stresi normal düzeyine çekmek ve dayanıklılığı artırmak için yeni kemik doku oluşumunu uyarmaktadır.

Kemik üzerinde gerçekleşen uyarlanmalar sıklıkla biyomekanik yöntemlere başvurularak incelenmektedir. Buna göre uzun kemiklerin diafizinin gösterdiği kuvvet ve dayanıklılık, mekanikte kullanılan "kiriş modeli" yardımıyla hesaplanabilmektedir. Kirişe binen kuvvet ve kirişin buna karşı gösterdiği mukavemet ile uzun kemiklerin gün içerisinde maruz kaldıkları kuvvetlere karşı gösterdikleri tepkiler benzerdir (Timoshenko ve Gere, 1972; Shigley, 1976). Bu anlamda uzun kemiklerin diafizleri inceleme yapmak için uygun alanlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Dolayısıyla dışarıdan uygulanan kuvvet, kirişin kesitsel geometrik özelliklerine (şekil, boyut, kemik kütlelerinin dağılımı) bakılarak anlaşılabilir (Larsen, 1995; Ruff, 2000; Ruff ve Hayes, 1983; Stock ve Pfeiffer, 2001).

Antropoloji alanında eski insan topluluklarının uzun kemik diafizlerinden alınan kesit ve derinlik ölçülerinin yanı sıra kemiğin toplam subperiostal alanı (TA), kortikal alanı (CA) ve kemik iliği kanalının alanı (MA) ölçülerek incelenen topluluğun hareket örüntüsü, yaşam şekli ve büyüme örüntüleri hakkında bilgi edinilmektedir (Dobson ve Trinkaus, 2002; Holt, 2003; Marchi, 2008; Marchi ve ark., 2006; Ogilvie ve Hilton, 2011; Ruff ve Hayes, 1983; Ruff ve ark., 1984; Stock ve ark., 2011; Wescott, 2001; Wescott ve Cunningham, 2006). Bu çalışmada Resuloğlu topluluğuna ait uzun kemiklerin kesitsel geometrik özellikleri incelenerek Erken Tunç Çağı insanların mobilite seviyeleri ve günlük fiziksel aktivite örüntüleri ortaya konmaya çalışılmaktadır. Buna ek olarak, mobilite

ve aktivite açısından cinsiyetler arasında farklılığın olup olmadığı ve aktivitelerin uzuvların sağ-sol kullanımına ne ölçüde yansydıkları sorularına da yanıt aranmaktadır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışma, Çorum ili Uğurludağ ilçesi sınırları içinde bulunan Resuloğlu (ETÇ III) nekropolünde açığa çıkartılan insan iskelet kalıntıları üzerinde gerçekleştirilmiştir. Resuloğlu nekropolü 1998 yılında keşfedilmiş olup (Yıldırım, 2006) bu alandaki sistematik kazı çalışmaları 2003 yılında Çorum Müze Müdürlüğü başkanlığında ve Ankara Üniversitesi Arkeoloji Bölümü öğretim üyesi Dr. Tayfun Yıldırım'ın bilimsel sorumluluğunda başlatılmış (Sipahi ve Yıldırım, 2000) ve kazı çalışmaları 2017 yılı itibarıyla sonlandırılmıştır. İlk yıllarda nekropol alanında yoğunlaşan çalışmalar sonraki yıllarda yerleşim yerine kaydırılmış ve kazı çalışmaları sırasında toplam 288 mezar açığa çıkarılmıştır (Dardeniz ve Yıldırım, 2022). Yerleşim yerinin değişik yerlerinden alınan örnekler üzerinde yapılan karbon 14 analiz sonuçları MÖ 2500/2400-2100/2050 tarihlerini vermiştir (Dardeniz ve Yıldırım, 2022).

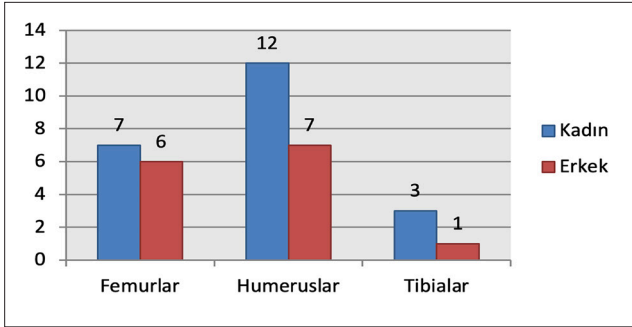
Elinizdeki çalışma Resuloğlu nekropolünde gün ışığına çıkarılan toplam 115 insan iskeleti içinde uygun özellikleri taşıyan uzun kemikler üzerinde gerçekleştirilmiştir. İskeletlerin genel antropolojik ve demografik özellikleri daha önceki yıllarda tanımlanmış ve çeşitli yayınlarda ele alınmıştır (Atamtürk ve Duyar 2009; Duyar ve Atamtürk, 2011; Şahin, 2017; Şahin ve ark., 2018)¹. İskeletlerde uzun kemiklerin kesitsel geometrik özelliklerinin, büyüme dönemini tamamlamış yani epifizleri tamamen kapanmış bireylerde yapılması nedeniyle (Ruff ve Hayes 1983; Sladek ve ark., 2006; Wescott ve Cunningham, 2006) çalışmamızda da yetişkin bireylerin kemikleri incelenmiştir. Yaş faktörüne ek olarak, hastalık ve belirgin travma izi bulunan iskeletler de çalışma kapsamı dışında tutulmuştur. Bu kriterler dikkate alındığında Resuloğlu topluluğuna ait 81 femur, 100 humerus ve 77 tibia kemiğinden bütünlüğü korunmuş olan 19 humerus (12'si kadın, 7'si erkek), 13 femur (7'si kadın, 6'sı erkek) ve 4 tibia kemiği (3'ü kadın, 1'i erkek) üzerinde ölçü alınabilmektedir. Bazı bireylerde hem sağ hem de sol taraf kemikleri ele geçtiği için sonuçta 16 bireyin humerusu, 10 bireyin femuru ve 4 bireyin tibiası bu çalışmanın materyalini oluşturmuştur. İncelenen uzun kemiklerin cinsiyetlere göre dağılımı Şekil 1'deki grafikten izlenebilir.

¹ Resuloğlu'ndan çıkarılan ve ETÇ dönemine tarihlendirilen insan iskeletleri farklı çalışmalara da konu olmuştur. Bu çalışmalar için bkz. Atamtürk ve Duyar, 2010; Güner et al., 2011; Şahin, 2017; Şahin ve ark., 2018; Arıcan et al., 2018.

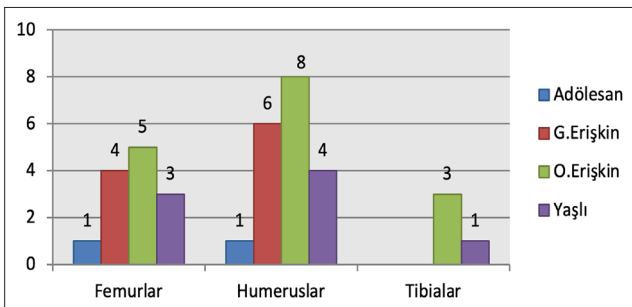
İncelenen kemiklerin yaş gruplarına göre (adölesan, genç erişkin, orta erişkin ve yaşlı) dağılımları Şekil 2'de verilmiştir. Buradan da görüleceği üzere tüm yaş gruplarına mensup materyal bulunmaktadır, ancak tahmin edileceği gibi adölesan² ve yaşlı grupta ölçülen kemik sayısı görece azdır.

İncelenen uzun kemiklerin sağ-sol ayrımları ve bu ayrımın cinsiyet grupları yönünden dağılımları Şekil 3'te görülebilir. Buna göre incelenen 13 femur kemiğinin 7'si sağ, 6'sı sol tarafa; 19 humerus kemiğinin 8'si sağ, 11'i sol tarafa; 4 tibia kemiğinin 1'i sağ, 3'ü sol tarafa aittir. Uzun kemiklerin sağ-sol ayrımlarının yaş gruplarına göre dağılımına bakıldığında, 7 sağ femur kemiğinin 2'sinin genç erişkin, 4'ünün orta erişkin ve 1'inin yaşlı gruba ait olduğu görülür (Şekil 4). Sağ humerus kemiği 6 erişkin, 2 yaşlı, sol humerus kemiği ise 1 adölesan, 8 erişkin ve 2 yaşlı bireyle temsil edilmektedir.

Tahmin edileceği üzere iskelet popülasyonlarında aynı bireyin hem sağ hem de sol kemikleri sağlam olarak ele geçemeyebilir. Nitekim Resuloğlu popülasyonunda da 3 bireyin hem sağ hem sol femurları, 3 bireyin de hem sağ hem humerusları ölçülebilir vaziyette ele geçmiştir. İncelenen tibialarda ise hem sağ hem de solu ölçülebilecek düzeyde sağlam olan iskelet bulunmamaktadır.

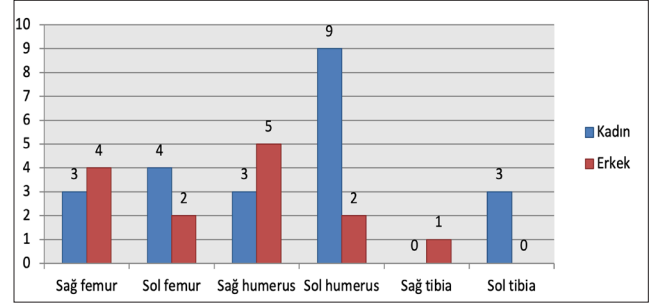


Şekil 1. Resuloğlu topluluğunda incelenen uzun kemiklerin cinsiyetlere göre dağılımı. / *Distribution of long bones examined in the Resuloğlu community by sex.*

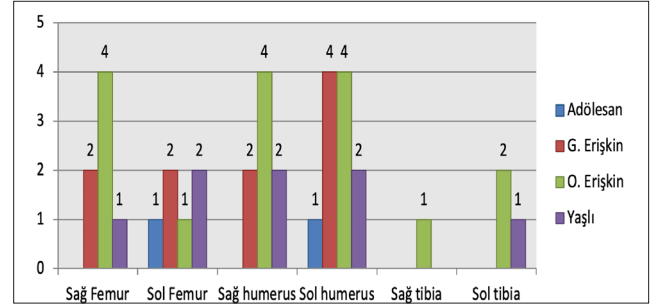


Şekil 2. Resuloğlu topluluğunda incelenen uzun kemiklerin yaş gruplarına göre dağılımı. / *Distribution of the long bones examined in the Resuloğlu community by age groups.*

2 Araştırmaya dâhil edilen bu adölesanlarda uzun kemik epifizlerinin tamamen kaynaşmış olduğu ve bu çalışmaya engel olacak hiçbir patolojik lezyon taşımadıkları vurgulanmalıdır.



Şekil 3. İncelenen uzun kemiklerin cinsiyetlere göre dağılımı. / *Distribution of examined long bones by sex.*



Şekil 4. İncelenen uzun kemiklerin yaş gruplarına göre dağılımı. / *Distribution of examined long bones by age groups.*

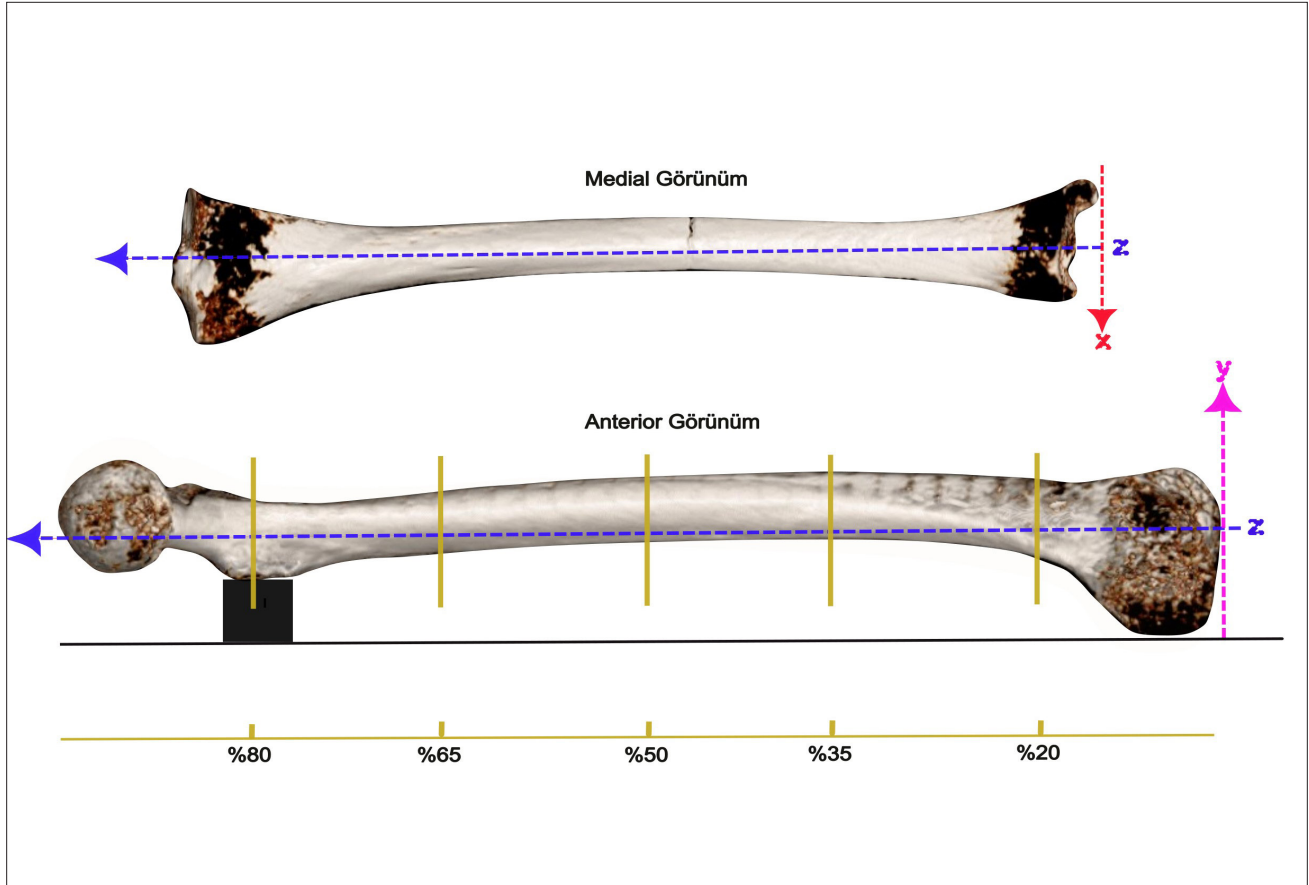
Metot

Kiriş modelinde kemiğin değişmezlik (atalet) ve dayanıklılık değerlendirmesi, uzun kemik diafizlerinin orta bölgesinden ölçülen kortikal alan (CA) değerinden yapılmaktadır (Ruff 2008). Bu sebeple araştırmaya uygun bulunan 36 kemik anatomik pozisyonda osteometri tahtasına yerleştirilerek uzunluk değerleri ölçülmüştür. Kemik kesit geometrilerinin yüklerden etkilendiği bilinmektedir (Lovejoy ve ark., 1976, Ruff ve Hayes, 1983). Bu nedenle çalışmamızda daha önceden elde edilen kemik uzunlukları, Şekil 5'te görüleceği üzere, %20'lik dilimler oluşturacak şekilde 5'e bölünerek kemiklerin kesit özelliklerinin inceleneceği noktalar belirlenmiştir.

Daha önce yapılan çalışmalarda alt ekstremitte diafizlerinin orta bölgesinin, eğilme yüklenmesi³ altında en yüksek oranları sergilediği gözlenmiştir (Ruff ve Hayes, 1983). Orta noktaların yanı sıra femurun %80'e denk gelen kesitinin, mediolateral burulma yüklenmesini⁴ en iyi yansıtan bölge olduğu tespit edilmiştir (Ruff ve Hayes, 1983). Humerus kemiğinin ise orta noktaya distalden en yakın %35 ya da %40'lık bölgeleri, deltoid çıkıntısı hesaplama dışı bıraktığı için çekime uygun görülmüştür (Ruff ve Hayes, 1983).

3 Uzun kemiklerin eğilmesine yol açan yüklenmeler. Bu eğilme, kemiğin eksenine tam düşey olarak meydana gelmeyen, yani belli bir açıyla meydana gelen zorlanmalar neticesinde oluşur ve gövde ortasında konkavite meydana gelir (Bankoff, 2012).

4 Uzun kemikleri kendi ekseninde dönmeye ya da kemiği burğaç yapacak şekilde dönmeye zorlayan yüklenmeler (Bankoff, 2012).



Şekil 5. Çekim öncesi kemik eksenlerinin ve osteometrik noktaların belirlenme işleminin M149'a ait sol femur ve EBTS 3 bireyine ait sol tibia kemiği üzerinde şematik gösterimi. / Schematic representation of the determination of bone axes and osteometric points before extraction on the left femur of M149 and the left tibia of EBTS 3 individual.

Bu nedenle çalışmamızda literatürle de uyum sağlamak için femur ve tibia kemiklerinde uzunluğunun %50'nci noktası (yani kemiğin ortası), humerusta kemiğin uzunluğunun üst %35'inci noktası bilgisayarlı tomografi⁵ (BT) çekimine hazır hale getirilmiştir.

Çekim esnasında kemiklerin gantry açıklığına X, Y, Z eksenlerine göre yerleştirilmiş olmasına dikkat edilmiştir. Elde edilen görüntülerin periostal ve endosteal sınırları, Adobe Photoshop yazılım programı kullanılarak belirginleştirilmiştir. Kesit özelliklerinin hesaplamaları ise ImageJ programı yardımıyla açılan ve bir mühendislik eklentisi olan MomentMacro⁶ programıyla yapılmıştır.

Kesitsel Geometrik Özellikler

Kemik diafizinin kortikal alanından eğilme ve burulmaya yol açacak zorlanmalara karşı gösterdiği

direnç, atalet momenti ya da diğer adıyla eylemsizlik momenti⁷ ile bulunmaktadır (Larsen, 1995; Larsen, 2002; Ruff ve Hayes, 1983). Toplam subperiostal alan (TA) kemik kesitinin boyutunu, kortikal alan (CA) ise kesitte bulunan kompakt kemik miktarıyla orantılı basma/çekme zorlanması hakkında bilgi vermektedir. Atalet momenti (I ve J), eğilme ve burulma zorlanmalarına karşı kemik kesit dayanıklılığının bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Larsen, 2002; Ruff ve Hayes, 1983). Polar atalet momenti (J), iki eğilme değişmezliğinin ($I_{max}+I_{min}$) sonucunu gösteren kemik diafizinin burulma ve eğilme değişmezliğinin ölçütü olarak dikkate alınmaktadır (Trinkaus ve Ruff 1999).

Kişinin mobilite ve aktivite seviyesini belirlemede öncelikli kemikler alt ekstremitede yer alan tüm uzun kemikler olmakla birlikte bu anlamda en fazla incelenen kemikler femur ve tibia'dır. Femur diafizinin ortasından alınan kesit görüntüsünden hesaplanan kesit modülü (Z_p) kemiğin burulma ve eğilmeye karşı direncini göstermektedir.

⁵ Kemik üzerinde tespit edilen noktaların bilgisayarlı tomografi (BT) çekimleri İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Radyoloji Bölümünde bulunan Siemens Somatom Sensation Cardiac makinesiyle yapılmıştır. Çekim protokolü KV: 120, kesit kalınlığı: 1mm, B31f kernel, zoom factor: 0,97 olarak belirlenmiştir.

⁶ Çalışmada MomentMacroJ v1.4B sürümü kullanılmıştır.

⁷ Moment mühendislikte döndürebilme kabiliyeti olarak kullanılmaktadır. Moment şiddeti kuvvetle eksen etrafında materyali döndürme anlamına geldiğinden F.I olarak ifade edilir (Bozdager 2016).

Ayrıca kemiğe binen yükün niteliğini ortaya koymak için ön-arka (A-P) ve sağ-sol (M-L) eksenlerindeki eğilme dayanımının (mukavemet) birbirine oranı (Zx/Zy) hesaplanmıştır. Bu oran kemik diafizinin şeklini ortaya koymaktadır; 1'e eşit olan Zx/Zy değeri kemiğin her iki ekseninde de eşit yüklenmeye maruz kaldığını, 1'den büyük değerler A-P eksenindeki yüklenmenin M-L eksenindeki yüklenmeye nazaran daha fazla olduğunu, tam tersi durumda ise değer 1'den düşük değerler verdiğini ifade etmektedir. Zx/Zy (eğilme dayanımı) oranının 1'den yüksek çıkması A-P eksenlerindeki yüklenmenin, dolayısıyla kuadriseps ve hamstring kaslarının, tırmanma gibi aktivitelerde sıkça kullanıldığını ifade etmektedir (Ruff, 1987). Bu da femur iriliği, mobilite ve yaşanan arazi arasında ilişki olduğu anlamına gelmektedir (Ruff ve ark., 2006).

Beden kütlesi, hareket sisteminin hem aksel yüklenmesine hem de alt uzuv üzerindeki burulma ve eğilme yüklenmelerine doğrudan etki etmektedir (Ruff ve ark., 1993). Bu nedenle kemiklerden elde edilen matematiksel değerlerin beden kütlesi ile standardize edilmesi (düzeltmesi) büyük önem taşımaktadır. Bu sebeple çalışmada kemiklerin kesitsel geometrik değerleri hesaplanmadan önce bireylerin beden kütlesi tahmin edilmeye çalışılmıştır. Söz konusu hesaplamalarda femur başının (*caput femoris*) genişlik ölçülerinden geliştirilen aşağıdaki regresyon eşitliklerine başvurulmuştur (Auerbach ve Ruff 2006; Ruff ve ark., 2006; Sladek ve ark., 2006; Stock ve Macintosh, 2016):

1. Beden kütlesi (BK, kg) = 2,741 x Femur başının çapı – 54,9 (erkekler)
2. Beden kütlesi (BK, kg) = 2,426 x Femur başının çapı – 35,1 (kadınlar)
3. Beden kütlesi (BK, kg) = 2,239 x Femur başının çapı – 39,9⁸
4. Beden kütlesi (BK, kg) = 2,268 x Femur başının çapı – 36,5⁹

Kesitsel parametrelerin beden kütlesi ile standardizasyonu için kullanılan eşitlikler Tablo 1'de yer almaktadır. Kırılmaya karşı kemiğin gösterdiği değişmezliğin ölçümü için kullanılan I_{max} , I_{min} ve J , beden kütlesinin kemik uzunluğunun karesiyle çarpımına bölünerek; bedene uygulanan kuvvete karşı kemiklerin gösterdiği dayanımını ölçen kesit modülü (Zp) ile ön-arka (A-P) ve sağ-sol (M-L) kortikal kalınlıkları ile maksimum ve minimum kesit modülleri (Zx , Zy) beden kütlesi ve kemik uzunluğu değeri üzerinden standardize edilmiştir (Marchi ve ark., 2006;

Tablo 1. Uzun kemiklerden alınan ölçülerin standardizasyonunda kullanılan formüller / *Formulas used for standardization of measurements taken from long bones.*

Kemik	Standardizasyon işlemi
Humerus (n = 19)	TA/Uzunluk3
	CA/Uzunluk3
	J/Uzunluk5.33*
	Zp/Uzunluk5,33
Femur (n = 21)	(TA/BK) x 102
	(CA/ BK) x 102
	J/(BK x Uzunluk2) x 105 **
	Zp/(BK x Uzunluk) x 104
Tibia (n = 4)	(TA/BK) x 102
	(CA/ BK) x 102
	J/(BK x Uzunluk2) x 105 **
	Zp/(BK x Uzunluk) x 104
Kısaltmalar: TA: Toplam alan; CA: Kortikal alan; I: Atalet momenti;	
J: Polar atalet momenti; Zp: Polar kesit modülü; BK: Beden kütlesi.	
* Ruff ve ark., 1993; Ruff, 2019.	
** Marchi ve ark., 2006; Ruff, 2008; Shaw ve Stock, 2009.	

Ruff, 2008; Shaw ve Stock; 2009).

Kemiklerdeki yüklenmenin cinsiyetler arası gösterdiği farklılık, diğer bir deyişle seksüel dimorfizm [(erkekler - kadınlar) / kadınlar] x 100 formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Stock ve Pfeiffer 2004; Ruff, 2005). Elde edilen tüm biyomekanik değerler PASW Statistics 18 programına aktarılarak gruplar arasındaki farklılıklar parametrik olmayan testlerden Mann-Whitney U testi ile sınanmıştır.

BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Resuloğlu topluluğunda incelenen uzun kemiklerin kesitsel geometrik özellikleri cinsiyet grupları özelinde Tablo 2'de verilmiştir (tablolarda istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösteren değişkenler koyu renklerle işaretlenmiştir). Görüleceği üzere üst ekstremitede (humerus) standardize edilmiş kesitsel geometrik verilerden kortikal alan (CA), J ve Zx/Zy değerleri erkekler lehine istatistiksel açıdan anlamlı farklılık göstermektedir. CA, kemiğin deskriptif özellikleri hakkında bilgi vermekle birlikte biyomekanik etkenlerle doğrudan ilintisi yoktur (Ruff, 2019). Buna karşılık J ve Zx/Zy parametreleri bireylerin fiziksel aktivite örüntüleri hakkında bilgi verme potansiyeline sahiptir. Nitekim erkeklerde pazı kemiklerinin (humerus) daha yüksek Zx/Zy değerine sahip olması, bu bireylerin eğilme ve burulmaya karşı daha fazla dirençli bir yapı geliştirdikleri anlamına gelmektedir. Benzer şekilde biyomekanik analizlerde burulma (dönme)

8 Bu eşitlik cinsiyeti bilinmeyenler için kullanılmaktadır.

9 Bu eşitlik kadın ve erkek değerlerinin ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

Tablo 2. Kesitsel geometrik özelliklerin cinsiyet gruplarına göre aldığı değerler / *Values of cross-sectional geometric features by sex groups.*

	Kadın			Erkek			P
	n	Ortalama	Standart sapma	n	Ortalama	Standart sapma	
Humerus							
CA	11	656,90	99,10	6	809,83	124,37	0,030
J	11	619,16	159,25	6	824,09	204,76	0,047
lmax/lmin	11	1,26	0,12	6	1,22	0,09	0,483
Zp	11	653,45	151,05	6	777,33	135,26	0,144
Zx/Zy	11	1,06	0,05	6	1,10	0,03	0,023
Femur (%50)							
CA	6	522,16	60,40	6	813,62	83,07	0,003
J	6	373,86	123,33	6	627,91	140,25	0,025
lmax/lmin	6	1,38	0,18	6	1,44	0,40	0,298
Zp	6	945,77	93,97	6	1540,06	187,20	0,003
Zx/Zy	6	0,95	0,09	6	0,85	0,13	0,230
Tibia							
CA	3	235,18	78,60	1	266,25	-	-
J	3	336,95	118,48	1	514,68	-	-
lmax/lmin	3	2,65	0,50	1	2,30	-	-
Zp	3	724,32	211,50	1	1190,97	-	-
Zx/Zy	3	1,55	0,03	1	1,32	-	-

dayanıklılığını yansıtan *J* değerinin erkeklerde daha yüksek çıkması, bu cinsiyetin döndürmeye ve burkmaya dayalı işleri daha fazla yaptıkları anlamına gelmektedir.

Alt ekstremitayı oluşturan kemiklerden femurda erkeklere ait CA, *J* ve *Zp* değerleri kadınlardan daha yüksek değerlere sahiptir (*J* için $P=0,025$; CA ve *Zp* için $P=0,003$). Burada dikkati çeken nokta, femur kemiğindeki istatistiksel farklılıkların humerus kemiğinde gözlenen duruma oranla daha belirgin düzeyde olmasıdır. Bunun anlamı, erkeklerde alt ekstremitelerde kadınlara kıyasla bariz biçimde daha fazla basma-çekme yüklenmesine maruz kalmanın izlerinin oluştuğudur. Ayakta stabil durma ya da yürüme durumlarında kemiklerde basma kuvveti hakim iken, bedenin aktif olduğu çoğu durumda çekme kuvveti kendini göstermektedir. Dolayısıyla eldeki verilerle, Resuloğlu toplumunda erkeklerin, alt uzuvlarını daha aktif şekilde kullandıkları bir yaşam sürdürdüklerini ifade edebiliriz. Öte yandan, tibia kemiğinde kesitsel geometrik parametrelerin çoğu erkeklerde daha yüksek değerler göstermekle birlikte, incelenen tibia sayısının çok sınırlı olması sebebiyle, farklılığın istatistiksel anlamlılık düzeyine çıkmadığı ifade edilebilir. Örnek sayısı sınırlı olsa da femur kemiğinde karşılaşılan genel tablonun tibia kemiğiyle paralellik gösterdiği belirtilebilir.

Kesitsel geometrik özelliklerin cinsiyet grupları açısından gösterdiği farklılıklar seksüel dimorfizm hesaplamaları vasıtasıyla daha net bir şekilde ortaya konabilir. Bu veriler, eski toplumlarda cinsiyete dayalı iş bölümünün ve yine cinsiyete dayalı toplumsal tabakalaşmanın anlaşılmasında önemli bir veri kaynağı olabilmektedir. Nitekim kimi araştırmacılar, kemiğin fonksiyonel adaptasyonu ile geçmiş dönem insan topluluklarındaki hareket örüntülerini bu yolla analiz etmeye çalışmışlardır (Auerbach ve Ruff, 2006; Churchill ve Formicola, 1997; Ruff ve Jones, 1981; Trinkaus ve ark., 1994). Resuloğlu topluluğunda kesitsel geometrik özelliklerin seksüel dimorfizm değerleri Tablo 3'te özetlenmiştir. Buradan da görüleceği gibi, seksüel dimorfizmin en belirgin görüldüğü değişken *J* dir ($P=0,007$). Bu bulgu, erkeklerin eğilme ve burulma gibi hareketleri kadınlara kıyasla daha fazla yaptıkları ve engebeli bir arazide dengeyi koruma için daha fazla çaba sarf ettikleri anlamına gelmektedir. Femur ve humerus kemikleri için hesaplanan *J* değerleri cinsiyet grupları arasında karşılaştırıldığında (femur için $P=0,007$, humerus için $P=0,102$), femur kemiğindeki cinsiyet farklılığının daha bariz olduğu görülür. Bu bulgu üst ekstremitayı kullanma açısından cinsiyetler arasında bariz farklılıkların olmadığını, ancak alt uzuvları kullanma yönünden cinsiyetler arasında belirgin ayrımların olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 3. Kesitsel geometrik ölçümlerin cinsiyet grupları arasında gösterdiği farklılık (seksüel dimorfizm) / *Difference in cross-sectional geometric measurements between sex groups (sexual dimorphism).*

Imax/Imin	Erkek		Kadın		Dimorfizm (E-K)/K*100	Student-t P
	Ortalama	Standart sapma	Ortalama	Standart sapma		
Femur	1,44	0,39	1,38	0,18	3,9	0,767
Humerus	1,22	0,09	1,26	0,12	-3,5	0,416
Tibia	2,30	-	2,65	0,50	-13,2	-
Ix/Iy						
Femur	0,80	0,26	0,95	0,20	-15,6	0,318
Humerus	1,17	0,80	1,15	0,11	1,8	0,670
Tibia	1,00	-	1,66	0,57	-40,0	-
CA						
Femur	813,66	83,07	522,16	60,40	55,8	0,012
Humerus	476,83	77,83	375,09	40,90	27,1	0,022
Tibia	601,67	-	415,45	126,12	44,8	-
J						
Femur	627,90	140,25	373,86	123,33	68,0	0,007
Humerus	889,30	285,07	620,35	116,82	43,4	0,102
Tibia	514,68	-	336,95	118,48	52,7	-

TARTIŞMA

İnsanların mobilite düzeylerini ve aktivite örüntülerini, alt ekstremitemizi oluşturan uzun kemiklerden anlayabiliriz. Arkeolojik materyal söz konusu olduğunda, görece daha sağlam olarak ele geçmeleri femur kemiğini avantajlı hale getirmektedir. Nitekim literatüre bakıldığında, antik toplumların mobilite ve aktivite düzeyini açığa çıkarmayı amaçlayan çalışmaların büyük ölçüde femur kemiği üzerinde gerçekleştirildiği görülmektedir. Femur kemiğinin genel dayanıklılık düzeyini polar kesit modülüne, yani Z_p parametresine bakarak anlayabiliriz. Resuloğlu toplumunun Z_p değerlerini farklı dönem ve geçim ekonomisine sahip iskelet toplumlarının değerleriyle karşılaştırarak daha net bir şekilde ortaya koyabiliriz.¹⁰ Bu anlamda Anadolu'da¹¹ karşılaştırma yapabileceğimiz tek örnek Çatalhöyük Neolitik dönemi insanlarıdır (Larsen ve ark., 2013). Anadolu dışındaki karşılaştırma verileri Avrupa coğrafyasının çeşitli bölgelerinde¹² ele geçen

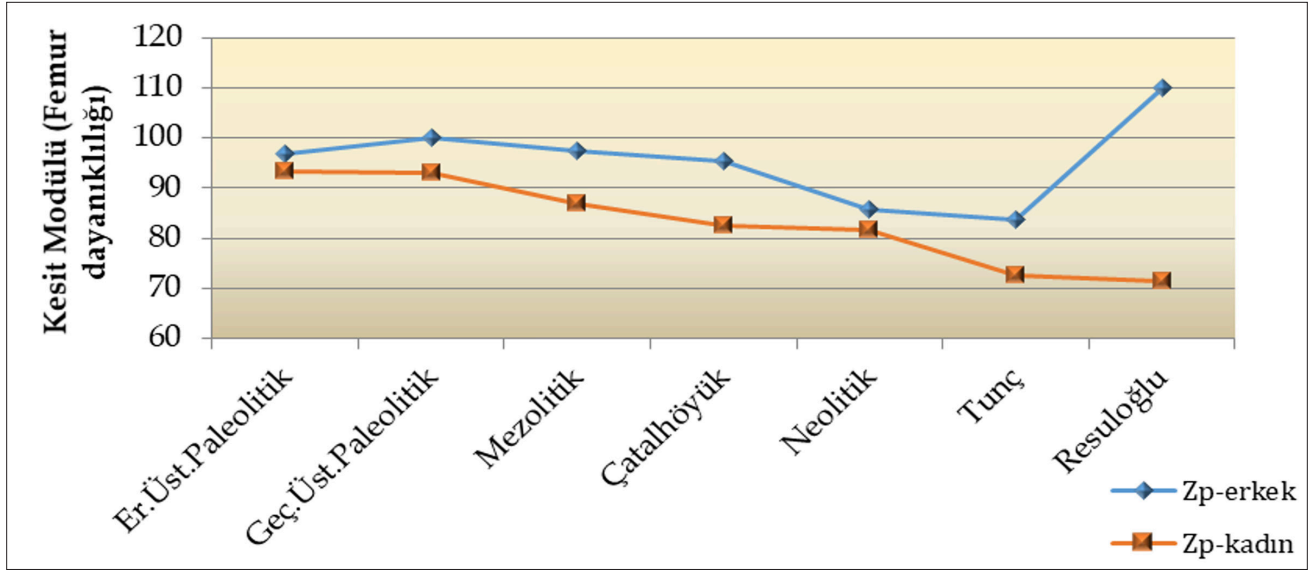
iskelet serilerinden derlenmiş ve Şekil 6 oluşturulmuştur. Buradan da görüleceği üzere, femura ilişkin dayanıklılık parametresi değerleri Üst Paleolitik'ten Tunç Çağına değin zaman içerisinde tedrici bir şekilde azalmaktadır. Resuloğlu kadınlarına ait değerler anılan zaman dilimindeki azalma eğilimiyle uyum içerisindeyken, erkeklere ait değer bu genel örüntüyü bozacak şekilde yüksek çıkmaktadır. Erkeklerin Z_p değerlerinin daha yüksek olması, bu cinsiyetin kadınlara kıyasla daha fazla fiziksel güce dayalı iş yaptıkları anlamına gelmektedir. Resuloğlu erkeklerinde Z_p değerinin diğer toplumlardan daha yüksek çıkması, erkeklerin eğilme ve burulma (dönme) gerektiren aktiviteleri diğer tüm toplumlardan daha fazla yaptıklarını, hatta bu açıdan Erken Üst Paleolitik dönemde yaşayanları bile geride bıraktıkları ortaya çıkmaktadır. Bu bulgu aynı zamanda, Resuloğlu toplumunda cinsiyet farklılığının burulmaya ve eğilmeye karşı direnç açısından diğer prehistorik toplumlardan daha ileri düzeyde olduğunu da ima etmektedir.

10 Daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştırabilmek amacıyla hesapladığımız modül değeri J 'nin 0,73 katsayısı ile çarpılarak düzeltilmiştir (bkz. Ruff et al. 2006).

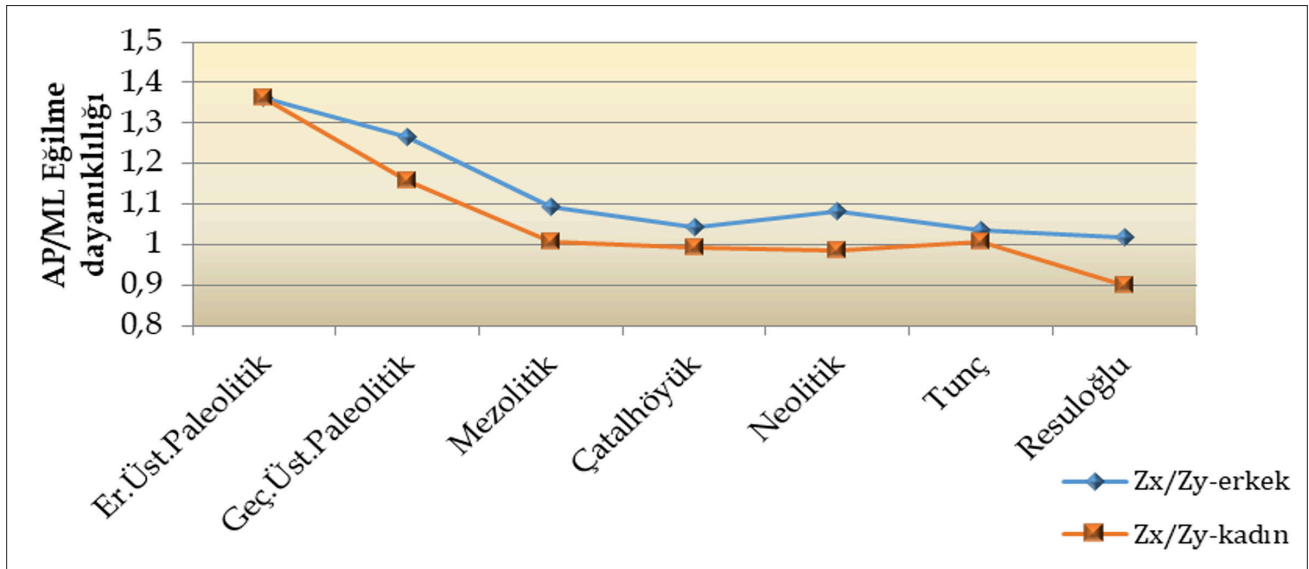
11 Eski Anadolu toplumlarında Çatalhöyük dışında uzun kemiklerin kesit özelliklerinden yararlanarak mobiliteyi belirlemeye dönük çalışmalar olmasa da, uzun kemiklerin boyut, çap ve çevre ölçülerinden yola çıkarak kemik kütleliliğinin dönemler arası değişimini (Aslan 2005) ya da tek merkezde çap ölçülerindeki zamansal değişimi konu alan (Güleç ve Duyar 1998) çalışmalar yapılmıştır.

12 Buluntu yerleri (alfabetik sıya ile) şunlardır: Üst Paleolitik

için Arene Candide, Bruniquel, Cap Blanc, Chancelade, Grotte des Enfants, Laugerie-Basse, Neussing, Oberkassel, Riparo Continenza, Riparo Tagliente, Rocheril, Romanelli, Romito; San Teodoro, St. Germain-la-Riviere, Veyrier; Mezolitik için Birsmtatten, Bottendorf, Culoz, Dragsholm, Gramat, Hoedic, Kolbjerg, Korsor Glasvaerek, Le Rastel, Loschbour, Molara, Mondeval, Moita de Sebastiao, Muge Arruda, Serjo, Tavieç, Unseburg, Uzzo, Vaegenso, Vatte di Zambana; Neolitik için Arene Candide, Arma dell'Aquila ve Pollera. İskeletlere ilişkin betimsel istatistiksel veriler Marchi et al. (2006)'da verilmiştir. Grafiklerde yer alan diğer buluntu yerlerine (Çatalhöyük ve Tunç Çağı) ilişkin istatistiksel veriler ise Larsen et al. (2013)'te bulunmaktadır.



Şekil 6. Femur kesitinden ölçülen Zp değerlerinin toplumlar ve dönemler yönünden karşılaştırılması (Kaynaklar: Larsen vd., 2013; Ruff vd., 2006; Sladek vd., 2006; Örnek sayıları: Erken Üst Paleolitik 11 erkek, 5 kadın; Geç Üst Paleolitik 14 erkek, 8 kadın; Mezolitik 30 erkek, 12 kadın; Neolitik 30 erkek, 23 kadın; Çatalhöyük 30 erkek, 31 kadın; Tunç Çağı 41 erkek, 38 kadın; Resuloğlu 6 erkek, 6 kadın) / Comparison of Zp values measured from the femur section in terms of societies and periods (References: Larsen et al., 2013; Ruff et al., 2006; Sladek et al., 2006; Number of samples: Early Upper Paleolithic 11 men, 5 women; Late Upper Paleolithic 14 males, 8 females; Mesolithic 30 men, 12 women; Neolithic 30 men, 23 women; Çatalhöyük 30 men, 31 women; Bronze Age 41 men, 38 women; Resuloğlu 6 men, 6 women)



Şekil 7. Femur kesitinden ölçülen Zx/Zy değerlerinin toplumlar ve dönemler yönünden karşılaştırılması (Kaynaklar: Larsen et al., 2013; Ruff et al., 2006; Sladek et al., 2006; Örnek sayıları: Erken Üst Paleolitik 11 erkek, 5 kadın; Geç Üst Paleolitik 14 erkek, 8 kadın; Mezolitik 30 erkek, 12 kadın; Neolitik 30 erkek, 23 kadın; Çatalhöyük 30 erkek, 31 kadın; Tunç Çağı 41 erkek, 38 kadın; Resuloğlu 6 erkek, 6 kadın) / Comparison of Zx/Zy values measured from the femur section in terms of societies and periods (References: Larsen et al., 2013; Ruff et al., 2006; Sladek et al., 2006; Number of samples: Early Upper Paleolithic 11 males, 5 females; Late Upper Paleolithic 14 males, 8 females; Mesolithic 30 males, 12 females; Neolithic 30 males, 23 females; Çatalhöyük 30 males, 31 females; Bronze Age 41 males, 38 females; Resuloğlu 6 males, 6 females)

Femur kemiğinin kesitsel özelliklerinin incelenmesinde başvurulan diğer bir değişken de anteroposterior (A-P) çap ölçüsünün mediolateral (ML) çap değerine bölünmesi suretiyle elde edilen eğilme dayanımıdır (Zx/Zy). Parametrenin oluşumunda farklı etkenler devreye girse de değerin yüksek olması, genellikle uzun mesafeli yürüme ve koşmanın bir göstergesi olarak yorumlanmaktadır (Ruff, 1987). Nitekim günümüz insanları üzerinde

yapılan araştırmalar yürümenin, koşmanın ve zıplamanın alt tarafta yer alan uzun kemiklerin ilgili parametresini artırdığı yönünde bulgulara ulaşılmıştır (Macdonald ve ark., 2009). Şekil 7, Erken Üst Paleolitikten Tunç Çağına kadar geçen zaman diliminde Zx/Zy parametresinde meydana gelen değişimi gözler önüne sermektedir. Grafikten de anlaşılacağı üzere, mobilite seviyesi (yürüme, koşma vs.) Üst Paleolitikten başlayarak hem

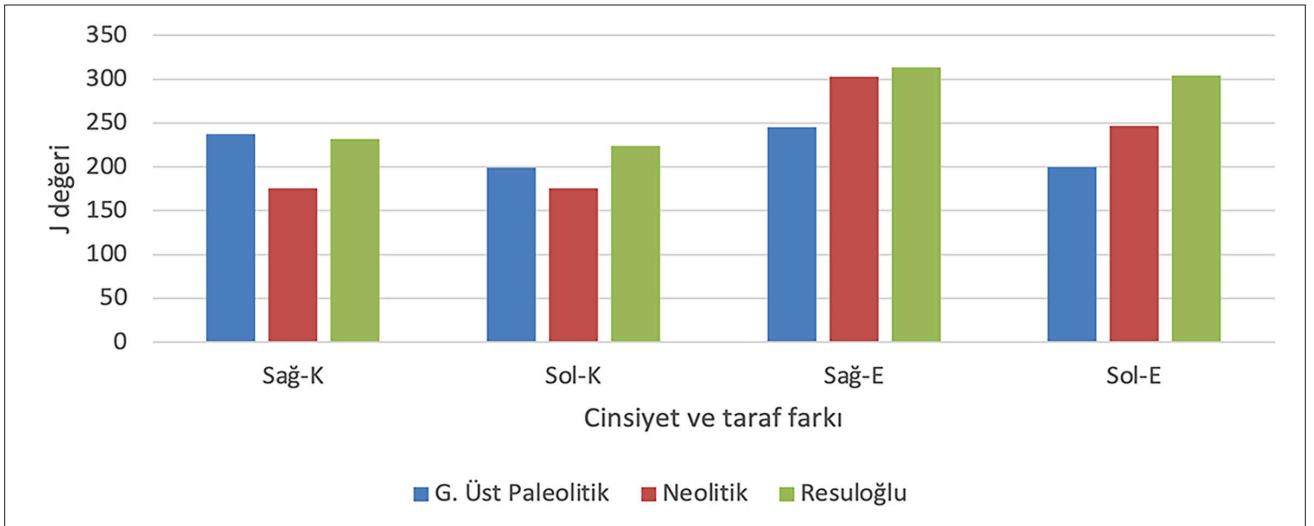
erkeklerde hem de kadınlarda azalmış, yerleşik hayata geçişle birlikte azalma eğilimi durmuş gibi görünmektedir. Ancak literatürden de gayet iyi bilindiği üzere azalma eğilimi bir süre duraklama gösterdikten sonra günümüze değin tekrar kendini göstermiştir (Ruff, 2019).

Şekil 7’de ortaya çıkan örüntü içerisinde Resuloğlu toplumunun durumunu nasıl değerlendirmeliyiz? Öncelikle Resuloğlu kadınları ve erkeklerinin süregiden bu genel eğilimi bozmayacak değerler gösterdikleri anlaşılmaktadır. Diğer bir ifadeyle toplumun mobilite seviyelerinin diğer çağdaşı gruplarla benzer oldukları söylenebilir. Grafikten ayrıca, kadınların erkeklere oranla daha az mobil oldukları sonucu da çıkmaktadır. Üzerinde durulması gereken başka bir konu da, Resuloğlu iskeletlerinde mobilite yönünden cinsiyet farklılığının karşılaştırılan diğer toplumlardan daha fazla olmasıdır. Gerek Paleolitik ve Mezolitik serilerinde ve gerekse de Neolitik ve Tunç Çağı serilerinde incelenen parametre yönünden cinsiyet farklılığı Resuloğlu’ndan bir miktar daha düşüktür. Zp ve Zx/Zy parametrelerinde ortaya çıkan bu tablo, Resuloğlu toplumunda uzun mesafeli yürüme ve koşma gibi günlük aktivitelerin genel eğilime uygun olarak azalmakla birlikte, erkeklerin bacak ve diz bölgelerinde dönme (burgu) ve lateral yönlü bacak hareketlerinin bariz biçimde artış (Şekil 6) gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Zp ve Zx/Zy parametrelerinde ortaya çıkan bu durumu (Şekil 6 ve 7) Resuloğlu’nun da içinde yer aldığı coğrafi bölgenin topografyası ve dönemin geçim ekonomisi ile açıklayabiliriz. Nitekim iskelet toplulukları üzerinde yapılan çalışmalarda, yaşanılan bölge topografyası ile femur kemiğinin dayanıklılığı ve eğilme direnci arasında ilintinin olduğu gösterilmiştir (Ruff, 2005; Ruff, 2008; Weiss, 2009). Resuloğlu iskeletlerinde ulaşılan bulgular, agropastoral bir toplum yapısının gerektirdiği anatomik ve morfolojik özelliklerle karşı karşıya olduğumuzu ortaya koymaktadır. Arıkan ve Yıldırım (2018) bölgenin

topografik ve jeomorfolojik özelliklerini konu edindikleri çalışmalarında Resuloğlu’nun da içinde yer aldığı Delice Vadisi’nin büyük oranda engebeli arazi yapısına sahip olduğuna işaret etmektedirler. Aynı çalışmada yazarlar, bölgenin tarıma uygun alanlar içerdiğini belirtmekle birlikte, hayvan yetiştiriciliğinin daha ön planda olduğu tespitini yapmaktadırlar. Resuloğlu verileri bize, hayvancılığın ön planda, tarımın ise daha geri planda olduğu bir toplumda özellikle erkeklerin engebeli arazide ve dik yamaçlarda aktif olduğu bir yaşam ve geçim biçimi ortaya koymaktadır.

Yakın tarihli bir çalışmada çeşitli arkeolojik veriler bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirilerek Resuloğlu ETÇ toplumunun sosyoekonomik profili ortaya konmaya çalışılmıştır (Ünar, 2022). Söz konusu çalışmada, bu yerleşim yerinin fiziki ve topografik özelliklerinin yanı sıra arkeolojik verileri de dikkate alınarak toplumda tarım ve hayvancılığa dayalı bir geçim ekonomisinin hüküm sürdüğüne vurgu yapılmıştır. Ancak çalışmada bizim açımızdan dikkat çeken husus, zooarkeolojik veriler ve bulunan hayvan figürleri ışığında, daha çok büyükbaş hayvanlara ağırlık veren bir hayvancılığın var olduğudur. Bunların yanı sıra, büyükbaş hayvanların Resuloğlu yakınlarında mevcut olan tuzun (Sönmez 2014; Ünar 2022) (elde yeterli kanıtlar olmamakla birlikte) diğer bölgelere taşınmasında da kullanıldığı varsayılabilir. Çoğunluğu büyükbaş olan hayvanlara dik yamaçları olan engebeli bir arazide çobanlık etmek, onları otlatmak, sulamak gibi pek çok faaliyet Resuloğlu sakinlerinde ortaya çıkan kemik kesit özelliklerini açıklar niteliktedir. Özetle, Resuloğlu sakinleri yerleşik bir toplum olarak uzun mesafeli yürüme ya da koşma gibi faaliyetlerini azaltmış olsa da, erkeklerin gerek dik yamaç ve tepelik arazide hayvancılık ve ziraat faaliyetleri nedeniyle alt ekstremitte ve diz bölgelerinde kendini gösteren zorlayıcı dönme, burgu ve lateral yönde hareketler yapmayı gereken işlerle uğraştıkları anlaşılmaktadır.



Şekil 8. Humerus kemiğinin atalet momenti değerlerinin (J) dönemler, cinsiyetler ve sağ-sol taraflar yönünden karşılaştırılması. / Comparison of moment of inertia values (J) of humerus bone in terms of periods, sex and right-left sides

Çalışmamızda, kollarla ve ellerle yapılan işlerin humerus kemiğine etkisi J parametresi üzerinden değerlendirilmiştir (Şekil 8). Buradaki grafikte hem farklı dönemler için hesaplanan J değerlerini görmek hem de cinsiyetler açısından bir karşılaştırma yapmak mümkün olabilmektedir. Şekildeki Geç Üst Paleolitik ve Neolitik dönem verileri Marchi ve arkadaşlarından (2006) alınmış olup Tunç Çağı verisi olarak da Resuloğlu'nda hesaplanan rakamlar kullanılmıştır.

Grafikte yer alan veriler, Resuloğlu toplumunda burulma ve eğilme/bükülme değişmezliğini yansıtan J parametresindeki sağ-sol taraf farkının (asimetri) erkeklerde ve kadınlarda benzer düzeylerde olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgu, Resuloğlu toplumunda sağ ve sol kollara binen yük açısından bariz cinsiyet farklılığının olmadığına işaret etmektedir. Geç Üst Paleolitik ve Neolitik toplumlarında ise daha farklı bir tabloyla karşılaşılmaktadır. Geç Üst Paleolitik verileri hem kadınların hem de erkeklerin bariz biçimde sağ-sol taraf farkı gösterirken, Neolitikte taraf farkının yalnızca erkeklerde gözlendiğini, kadınlarda ise olmadığını ortaya koymaktadır.

Humerus kemiği için elde edilen bu bulgular (Şekil 8), kolların ve ellerin günlük yaşamdaki kullanımının dönemsel değişimi hakkında da bazı değerlendirmeler yapmamıza olanak sağlamaktadır. Bunlardan ilki, Paleolitik dönem insanların üst uzuvlarında sağ-sol kullanımı açısından bariz farklılıkların olmasıdır. Nitekim Marchi ve arkadaşlarının (2006) da belirttiği gibi, Paleolitik yaşam tarzının tek tarafa yük bindiren hareketleri (örneğin zıpkın ve atlatl kullanma ve mızrak atma ya da özellikle sağ kolla toprağı kazıp yumru çıkarma işlemleri gibi) zorunlu kıldığı bilinmektedir. Neolitik dönemde tablo bir miktar değişmekte ve kadınların üst uzuvlarında eğilme-bükülme değişmezliğinde sağ-sol farklılığı ortadan kaybolmaktadır. Bu da bize, Neolitik dönemde yetişkin yaş gruplarında yapılan işler açısından kadınların erkeklerden farklı işler yapmaya yöneldiklerini ima etmektedir. Öte yandan, Neolitik dönemde erkeklerin yaptığı işlerin niteliği Paleolitik döneme göre değişiklikler gösterse de, yapılan işlerin sağ-sol kullanım farklılığını dayatan karakterini kaybetmediği ifade edilebilir.

Bu değişim sürecinde Resuloğlu insanların nereye yerleştirebiliriz? Tunç Çağında günlük aktivite örüntüsü ve yapılan işler genel hatlarıyla Paleolitik dönemden ziyade Neolitik döneme benzediği için Resuloğlu iskeletlerindeki kesitsel geometrik parametrelerin de Neolitik döneme yakın değerler göstermesi beklenir. Bu çerçeveden bakıldığında, Resuloğlu erkeklerinde üst ekstremiteler arasında sağ-sol taraf farkının belirgin olması gerekirdi, ancak incelediğimiz iskeletlerde ne kadınlarda ne de erkeklerde bu tür bir farklılık söz konusu değildir. Dolayısıyla Paleolitik ve Neolitik

dönemlerinde karşımıza çıkan sağ-sol taraf farklılığının Tunç Çağında azaldığı dikkatlerden kaçmamaktadır. Daha önceki satırlarda da belirtildiği gibi, Resuloğlu toplumu engebeli bir topoğrafyada tarım ve hayvancılıkla geçimini sağlamaktadır. Görece düz alanlarda yaşayan ve ağırlıklı olarak tarımsal faaliyetlerle yaşamlarını devam ettiren (çok fazla mobil olmayan yerleşik) Neolitik toplumlarıyla karşılaştırıldığında, Resuloğlu kadınlarının üst uzuvlarıyla daha zorlu işler yaptıkları (ama sağ ve sol kollarını neredeyse eşit düzeyde kullanarak) anlaşılmaktadır. Öte yandan, erkeklerin de benzer biçimde diğer dönem insanlarına göre sağ ve sol kollarını (ve dolayısıyla ellerini) yaklaşık eşit yüklenme altında kullandıkları ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmanın bulguları, Resuloğlu toplumunun yaşam ve geçim biçiminin ne olduğu konusunda yapılan tespitlerin tekrardan gözden geçirilmesini zorunlu kılmaktadır. Resuloğlu kazılarında elde edilen bulguları analiz eden araştırmacılar toplumun yaşam ve geçim biçimi üzerinde farklı önerilerde bulunmuşlardır. Yayınların bazılarında Resuloğlu sakinlerinin hayatlarını ziraatla idame ettirdikleri belirtilmektedir (Dardeniz ve Yıldırım, 2022; Yıldırım, 2006). Diğer bazı çalışmalarda ise Resuloğlu'nda yaşam biçiminin hem tarıma hem de pastoral (hayvancılık) karakterler gösterdiği (agropastoral) belirtilmiştir (Arıkan ve Yıldırım, 2018). Uzun kemiklerin kesitsel geometrik özelliklerinin incelendiği bu çalışmada ise Resuloğlu toplumunun yalnızca tarımcı bir toplum olmaktan ziyade hem tarımcı hem de pastoral (hayvancılık) bir toplumla uyumlu sonuçlara ulaşıldığını ifade edebiliriz.

SONUÇLAR

Çalışma, Delice Vadisi'nde (Uğurludağ, Çorum) yer alan ve Erken Tunç Çağı III'e tarihlendirilen Resuloğlu mezarlık alanında gün ışığına çıkarılan insan iskeletlerinin uzun kemiklerinin kesitlerinin geometrik özellikleri dikkate alınarak günlük fiziksel aktivite ve mobilite düzeylerinin ortaya çıkarılması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Sözü edilen bölge coğrafya ve topoğrafya açısından zorlu bir alan olup, Delice Vadisi'ndeki diğer yerleşimler gibi dik yamaçların egemen olduğu engebeli bir arazide yer almaktadır. Bu merkezde, agropastoralist karakterler gösteren, ancak hayvancılığa dair özelliklerin ağır bastığı bir toplum yaşamaktadır (Arıkan ve Yıldırım, 2018).

Uzun kemiklerin kesitlerinden alınan görüntüler üzerinde yapılan geometrik analizler, Resuloğlu'nda Erken Tunç Çağı III döneminde yaşayan insanların yerleşik hayata geçmiş diğer Neolitik ve Tunç Çağı toplulukları düzeyinde yürüdüklerini ve/veya koştuklarını göstermektedir. Ancak Resuloğlu toplumunun erkeklerinin femur kemiklerinin gövde kesitlerinin geometrik özellikleri

incelendiğinde, hem aynı toplumun kadınlarından hem de diğer toplumların kadın ve erkeklerinden daha fazla oranda dönme, burkulma ve lateral yönlü zorlayıcı hareketler yaptıklarını ortaya koymaktadır. Söz konusu bulgular, Resuloğlu sakinlerinin (özellikle de erkeklerin) yaşadıkları bölgenin coğrafi ve topografik özellikleriyle uyumludur. Her ne kadar ziraat yapılsa da pastoral (hayvancılık) yönü ağır basan bir geçim ekonomisinin bu geometrinin ortaya çıkmasıyla ilintili olduğu ifade edilebilir.

Resuloğlu toplumuna ait hesapladığımız veriler, Paleolitikten başlayıp Tunç Çağına dek uzanan süreçte fiziksel aktivite ve mobilite düzeyinin azaldığı yönündeki literatür verisini desteklemekle birlikte erkeklerde alt uzuvlara olan aşırı yüklenmenin bu genel örüntüye uymadığını ortaya koymaktadır. Pastoral yaşam koşulları ve dik yamaçların egemen olduğu coğrafya koşulları, alt uzuvların polar kesit modülünü belirgin biçimde artırarak incelediğimiz grubun diğer toplumlardan ayrışmasına neden olmuştur.

Tüm bu veriler, Resuloğlu toplumunun, sahip olduğu geçim stratejisi ve bulunduğu coğrafyanın da etkisiyle özellikle erkeklerde daha belirgin olmak üzere tepelikli ve engebeli bir arazide aşırı fiziksel yük gerektiren bir yaşam sürdürdüklerine (olasılıkla hayvancılık faaliyetleri) işaret etmektedir. Veriler ayrıca cinsiyete dayalı iş bölümünün karşılaştırılan diğer eski toplumlara oranla daha ileri seviyede olduğuna ilişkin ipuçları vermektedir. Gösterdikleri kesitsel geometrik özelliklere dayanarak kadınların, aynı toplumdaki erkeklerden daha az mobil oldukları ve görece daha az efor gerektiren aktiviteler ve işler yaptıkları (örneğin domestik işler) anlaşılmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No. 29130). Kemik üzerinde tespit edilen noktaların bilgisayarlı tomografi (BT) çekimleri İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Radyoloji Bölümünde gerçekleştirilmiştir. Destekleri için İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi ve İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Radyoloji Bölümü çalışanlarına teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- Arıcan, E., Duyar, İ., Atamtürk, D., Yıldırım, T. (2018). Resuloğlu (Çorum) kazısından çıkarılan insan iskeletlerinin cinsiyetlerinin moleküler teknikler kullanılarak belirlenmesi. *Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, 33(2):37-44.
- Arikan, B. and Yıldırım, T. (2018). Paleoclimate, geology, geomorphology, and Middle Holocene settlement systems in the Delice Valley of North-Central Anatolia, *Journal of Field Archaeology* 43(8):570-590.
- Aslan, G. (2005). *Anadolu'da Neolitik dönemden günümüze kalan uzun kemiklerin boyutları ve iskelet kütleliliğinin değerlendirilmesi*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi] Ankara: Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Antropoloji Anabilim Dalı.
- Atamtürk, D. ve Duyar, İ. (2009). Resuloğlu (Uğurludağ, Çorum) iskeletlerinin antropolojik analizi, *Arkeometri Sonuçları Toplantısı* 25:311-328.
- Atamtürk, D. ve Duyar, İ. (2010). Resuloğlu Erken Tunç Çağı topluluğunda ağız ve diş sağlığı, *Hacettepe Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi* 27(1):33-52.
- Auerbach, B. M. and Ruff, C. B. (2004). Human body mass estimation: a comparison of morphometric and mechanical methods, *American Journal of Physical Anthropology* 125:331-342.
- Auerbach, B. M. and Ruff, C.B. (2006). Limb bone bilateral asymmetry: variability and commonality among modern humans, *Journal of Human Evolution* 50:203-218.
- Bankoff, A. D. P. (2012). Biomechanical characteristics of the bone. In Goswami, T. (ed), *Human Musculoskeletal Biomechanics* (s. 61-86). Rijeka, Croatia: IntechOpen.
- Bozdager, E. (2016). *Mukavemet Ders Notları*, İstanbul: İTÜ Makine Mühendisliği Fakültesi.
- Carter, D. R. and Beaupre, G. S. (2001). *Skeletal Function and Form*, New York: Cambridge University Press.
- Churchill, S. E. (1994). *Human Upper Body Evolution in the Eurasian Later Pleistocene* (The University of New Mexico, Unpublished PhD Thesis), Albuquerque, New Mexico.

- Churchill, S. E. ve Formicola, V. (1997). A case of marked bilateral asymmetry in the upper limbs of an Upper Paleolithic male from Barma Grande, Italy, *International Journal of Osteoarchaeology* 7:18-38.
- Dardeniz, G. and Yıldırım, T. (2022) Metal consumption of a middle-range society in the late 3rd millennium BC Anatolia: a new socioeconomic approach. *Plos One* 17(6): 1-38.
- Dobson, S. D. and Trinkaus, E. (2002). Cross-sectional geometry and morphology of the mandibular symphysis in Middle and Late Pleistocene Homo, *Journal of Human Evolution* 43:67–87.
- Duyar, İ. ve Atamtürk, D. (2011). Erken Tunç Çağında Orta Anadolu'da ölü gömme âdeti, sağlık yapısı ve yaşam biçimi: Resuloğlu örneği, *Çorum Kazı ve Araştırmalar Sempozyumu* 1:29-41.
- Grine, F., Jungers, W., Tobias, P. V., Pearson, O. M. (1995). Fossil Homo femur from Berg Aukas, northern Namibia, *American Journal of Physical Anthropology* 97:151-185.
- Güleç, E. ve Duyar, İ. (1998). Panaztepe MÖ İkinci Bin ve Roma dönemi iskeletlerinin antropolojik analizi (1985-1990), *Antropoloji* 13:179-206.
- Güner, C., Aliyev, V., Atamtürk, D., Duyar, İ., Söylemezoğlu, T. (2011). Retention of Zn, Cu, Cd, Pb, and As on human bones unearthed at a Central Anatolian Early Bronze Age excavation site (Resuloğlu, Türkiye), *Eurasian Journal of Anthropology* 2(1):27-39.
- Holt, B. M. (2003). Mobility in Upper Paleolithic and Mesolithic Europe: evidence from the lower limb, *American Journal of Physical Anthropology* 122:200-381.
- Larsen, C. S. (1995). Biological changes in human populations with agriculture, *Annual Review of Anthropology* 24:185-213.
- Larsen, C. S. 2002. Bioarchaeology: the lives and lifestyles of past people, *Journal of Archaeological Research* 10:119-166.
- Larsen, C. S., Hillson, S. W., Ruff, C. B., Sadvari, J. W., Garofalo, E. M. (2013). The human remains II: interpreting lifestyle and activity in Neolithic Çatalhöyük, In Hodder, I. (ed) *Human and Landscapes of Çatalhöyük* (s. 397-412). Cotswold Institute of Archaeology/British Institute at Ankara.
- Lovejoy, O. C., Burstein, A. H., Heiple, K. G. (1976). The biomechanical analysis of bone strength: a method and its application to platycnemia, *American Journal of Physical Anthropology* 44:489-506.
- Macdonald, H. M., Cooper, D. M., McKay, H. A. (2009). Anterior-posterior bending strength at the tibial shaft increases with physical activity in boys: evidence for non-uniform geometric adaptation, *Osteoporosis International* 20:61-70.
- Marchi, D. (2008). Relationships between lower limb cross-sectional geometry and mobility: the case of a Neolithic sample from Italy, *American Journal of Physical Anthropology* 137:188–200.
- Marchi, D., Sparacello, V. S., Holt, B., Formicola, V. (2006). Biomechanical approach to the reconstruction of activity patterns in Neolithic Western Liguria, Italy, *American Journal of Physical Anthropology* 131:447-455.
- McHenry, H. (1992). Body size and proportions in early hominids, *American Journal of Physical Anthropology* 87:407-431.
- Ogilvie, M. D. and Hilton, C. E. (2011). Cross-sectional geometry in the humeri of foragers and farmers from the prehispanic American Southwest: exploring patterns in the sexual division of labor, *American Journal of Physical Anthropology* 144:11–21.
- Ruff, C. B. (1987). Sexual dimorphism in human lower limb bone structure: relationship to subsistence strategy and sexual division of labor, *Journal of Human Evolution* 16:391-416.
- Ruff, C. B. (2000). Body size, body shape, and long bone strength in modern humans, *Journal of Human Evolution* 38:269-290.
- Ruff, C. B. (2005). Mechanical determinants of bone form: insights from skeletal remains, *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions* 5:202-212.
- Ruff, C. B. (2008). Biomechanical analyses of archaeological human skeletons, In M. A. Katzenberg and S.R. Saunders (Ed) *Biological Anthropology of the Human Skeleton*, (s. 183-206). Hoboken, New Jersey.
- Ruff, C. B. (2019). Biomechanical analyses of archaeological human skeleton, In M.A. Katzenberg and A. L. (Ed.) *Biological Anthropology of the Human Skeleton*, (3rd ed., s. 189-224). Hoboken, New Jersey.

- Ruff, C., Hayes, B., Wilson, C. (1983). Cross sectional geometry of Pecos-Pueblo femora and tibiae—A biomechanical investigation, *American Journal of Physical Anthropology* 60:359-381.
- Ruff, C. B., Holt, B. M., Sladek, V. (2006). Body size, body proportions, and mobility in the Tyrolean Iceman, *Journal of Human Evolution* 51:91-101.
- Ruff, C. and Jones, H. H. (1981). Bilateral asymmetry in cortical bone of the humerus and tibia—sex and age factors, *Human Biology* 53:69-86.
- Ruff, C. B., Larsen, C. S., Hayes, W. C. (1984). Structural changes in the femur with the transition to agriculture on the Georgia Coast, *American Journal of Physical Anthropology* 64:125-136.
- Ruff, C. B., Scott, W. W., Liu, A. Y. (1991). Articular and diaphyseal remodeling of proximal femur with changes in body mass in adults, *American Journal of Physical Anthropology* 86:397-413.
- Ruff, C. B., Trinkaus, E., Walker, A., Larsen, C. S. (1993). Postcranial robusticity in Homo: I temporal trends and mechanical interpretation, *American Journal of Physical Anthropology* 9:21-53.
- Shigley, J. F. (1976). *Applied Mechanics of Materials*, New York: McGraw-Hill.
- Shaw, C. N. and Stock, J. T. (2009). Intensity, repetitiveness, and directionality of habitual adolescent mobility patterns influence the tibial diaphysis morphology of athletes, *American Journal of Physical Anthropology* 140:149-159.
- Sipahi, T. ve Yıldırım, T. (2000). 1998 yılı Çorum bölgesi yüzey araştırması, *Araştırma Sonuçları Toplantısı* 17(2):31-40.
- Sladek, V., Berner, M., Sailer, R. (2006). Mobility in Central European Late Eneolithic and Early Bronze Age: tibial cross-sectional geometry, *Journal of Archaeological Science* 33:470-482.
- Sönmez, İ. (2014). Bozkır formasyonunda globerit-halit birlikteliği (Pliyosen, Çankırı-Çorum Havzası, Orta Anadolu, Türkiye), *Maden Tetkik ve Arama Dergisi* 149:153-175.
- Stock, J. and Macintosh, A. A. (2016). Lower limb biomechanics and habitual mobility among Mid-Holocene populations of the Cis-Baikal, *Quaternary International* 405:200-209.
- Stock, J. T., O’neill, M. C., Ruff, C. B., Zabecki, M., Shackelford, L., Rose, J. C. (2011). Body size, skeletal biomechanics, mobility and habitual activity from the Late Palaeolithic to the Mid-Dynastic Nile Valley, In R. Pinhasi and J. T. Stock (Ed.) *Human Bioarchaeology of the Transition to Agriculture* (s. 347-367), New York, Wiley-Blackwell.
- Stock, J. and Pfeiffer, S. (2001). Linking structural variability in long bone diaphyses to habitual behaviors: foragers from the Southern African Later Stone Age and the Andaman Islands, *American Journal of Physical Anthropology* 115:337-348.
- Stock, J. T. and Pfeiffer S. K. (2004). Long bone robusticity and subsistence behavior among Later Stone Age foragers of the forest and fynbos biomes of South Africa, *Journal of Archaeological Science* 31:999-1013.
- Şahin, A. (2017). *Resuloğlu İskeletlerinde Diş Varyasyonları* (İstanbul Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi), İstanbul.
- Şahin, A., Atamtürk, D., Duyar, İ. (2018). Resuloğlu Erken Tunç Çağı iskeletlerinde diş varyasyonları, *Arkeometri Sonuçları Toplantısı* 33(1):117-130.
- Timoshenko, S. and Gere, J. M. (1972). *Mechanics of Materials*, New York Van Nostrand Reinhold.
- Trinkaus, E., Churchill, S., Ruff, C. B. (1994). Postcranial robusticity in Homo, II: humeral bilateral asymmetry and bone plasticity, *American Journal of Physical Anthropology* 93:1-34.
- Trinkaus, E. and Christopher, B. (1999). Diaphyseal cross-sectional geometry of Near Eastern Middle Palaeolithic humans: the femur, *Journal of Archaeological Science* 26:409-424.
- Ünar, A. (2022). Resuloğlu Erken Tunç Çağı toplumunun sosyoekonomik yapısına ilişkin gözlemler, *Arkeoloji Dergisi* 29(2):17-52.
- Yıldırım, T. (2006). An early Bronze Age cemetery at Resuloğlu, near Uğurludağ, Çorum. A preliminary report of the archaeological work carried out between years 2003-2005, *Anatolia Antiqua* 14:1-14.
- Yıldırım, T. ve Ediz, İ. (2005). 2003 yılı Resuloğlu mezarlık kazısı, *Kazı Sonuçları Toplantısı* 26(2):193-202.

Weiss, E. (2009). Sex differences in humeral bilateral asymmetry in two hunter-gatherer populations: California Amerinds and British Columbian Amerinds, *American Journal of Physical Anthropology* 140:19–24.

Wescott, D. (2001). *Structural Variation in the Humerus and Femur in the American Great Plains and Adjacent Regions: Differences in Subsistence Strategy and Physical Terrain* (The University of Tennessee, Unpublished PhD Thesis), Knoxville.

Wescott, D. J. and Cunningham, D. L. (2006). Temporal changes in Arikara humeral and femoral cross-sectional geometry associated with horticultural intensification, *Journal of Archaeological Science* 33:1022–1036.

Wolff, J. (1892). *Das Gesetz der Transformation der Knochen*, Berlin: Hirschwald.

