T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

# YETİŞKİN ERKEK HALTERCİLERDE OSSA ANTEBRACHİİ VE OSSA MANUS'UN MULTİDEDEKTÖR BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE ÜÇ BOYUTLU MODELLENMESİ VE BAZI BİYOMETRİK ÖLÇÜM DEĞERLERİ İLE İLİŞKİSİ

**Mehmet Emin YILDIZ**

**DOKTORA TEZİ**

ANATOMİ (VET) ANABİLİM DALI

**Danışman**

**Prof. Dr. Kamil BEŞOLUK**

**KONYA - 2013**

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

# YETİŞKİN ERKEK HALTERCİLERDE OSSA ANTEBRACHİİ VE OSSA MANUS'UN MULTİDEDEKTÖR BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE ÜÇ BOYUTLU MODELLENMESİ VE BAZI BİYOMETRİK ÖLÇÜM DEĞERLERİ İLE İLİŞKİSİ

**Mehmet Emin YILDIZ**

**DOKTORA TEZİ**

ANATOMİ (VET) ANABİLİM DALI

**Danışman**

**Prof. Dr. Kamil BEŞOLUK**

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 1220221 proje numarası ile desteklenmiştir.

**KONYA - 2013**

## ÖNSÖZ

Sporun ve sporda başarının, büyük ölçüde insan vücudunun fiziksel yeteneklerine dayandığı göz önüne alındığında bu yeteneklerin kazanımında fiziksel unsurların geliştirilmesi doğal araç haline gelmektedir. Fiziksel değişimin ve gelişimin spor branşlarına göre farklılık gösterdiği birçok bilimsel çalışma ile gösterilmiştir. Spor çalışmalarının vücut kas ve yağ kitlesi üzerine etkisi bilinmekle beraber kemik kitlesindeki değişim tam olarak tüm yönleri ile ortaya konamamıştır. Kuvvet gerektiren spor branşlarında egzersiz yapanların kemik mineral yoğunluğu, sedanterlere göre daha yüksek olduğu birçok araştırma ile bildirilmiş olmakla beraber sporun ve özelde halter sporunun kemik hacmi, yüzey alanı ve uzunluğu üzerine morfometrik ve patolojik etkileri araştırmaya muhtaç konulardan biridir. Bu çalışma ile haltercilerin ön kol ve el kemiklerinin hacim yapısı, üç boyutlu model olarak belirlenip sedanterlere göre farklılıklarının biyometrik ölçüm değerleri ile ortaya konması hedeflenmektedir.

Kemiklerin üç boyutlu modellenmesinde, teknolojinin gelişimi ile birlikte radyoloji alanında önemli bir yere sahip olan Multidedektör Bilgisayarlı Tomografi (MDBT) büyük kolaylık sağlamıştır. Bu çalışmamızda, MDBT ile elde edilen ön kol ve el kemiklerinin üç boyutlu görüntüleri, hem haltercilerin ve hem de sedanterlerin cerrahi müdahale gerektiren ciddi yaralanmalarında yol gösterici olma özelliğini taşıyacaktır.

Bu çalışma ile sporun vücut kompozisyonu (kemik, kas, yağ ve organlar) üzerindeki etkilerinin daha nesnel ve gerçek ölçüm değerleri ile ortaya konması için yapılacak çalışmalara temel teşkil ederek literatüre önemli katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

Son olarak doktora tez çalışmamda yol göstericiliğinden dolayı danışmanım Prof. Dr. Kamil BEŞOLUK'a, katkılarıyla desteğini esirgemeyen Anatomi Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Emrullah EKEN'e, Mimics programının kullanımında teknik desteklerini gördüğüm Doç. Dr. Sadullah BAHAR ve Dr. Orhun DAYAN'a teşekkür ederim.

**İÇİNDEKİLER**

**Sayfa**

**ONAY SAYFASI** ..... i
**ÖNSÖZ** ..... ii
**İÇİNDEKİLER** ..... iii
**SİMGELER VE KISALTMALAR** ..... v
**1. GİRİŞ** ..... 1
1.1. Halterin Tarihi Gelişimi ..... 4
1.2. Türkiye'de Halter ..... 5
1.3. Halter Yarışma Kuralları ..... 6
1.4. Kemik Dokusu ..... 7
1.4.1. Kemiğin Makroskobik Yapısı ..... 8
1.5. Ossa Antebrachii ..... 9
1.6. Ossa Manus ..... 9
1.6.1. Ossa Carpi ..... 10
1.6.2. Ossa Metacarpi ..... 10
1.6.3. Ossa Digitorum Manus ..... 10
1.7. Medikal Görüntüleme Yöntemleri ..... 11
1.7.1. Ultrasonografi (US) ..... 11
1.7.2. Manyetik Rezonans (MR) ..... 12
1.7.3. Kemik Sintigrafisi ..... 12
1.7.4. Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometri (DEXA) ..... 13
1.7.5. Bilgisayarlı Tomografi (BT) ..... 14
1.7.6. Mikro Bilgisayarlı Tomografi ..... 16
1.7.7. Multidedektör Bilgisayarlı Tomografi (MDBT) ..... 16
1.7.8. Görüntü Formatının Şekillenmesi ..... 17
**2. GEREÇ VE YÖNTEM** ..... 18
**3. BULGULAR** ..... 23
3.1. Demografik Bulgular ..... 23
3.2. Ossa Antebrachii'nin 3B Modelleme Bulguları ..... 24
3.3. Os Radius'un Biyometrik Ölçüm Değerleri ile İlişkisi ..... 26
3.4. Ossa Manus'un 3B Modelleme Bulguları ..... 27
3.4.1. Ossa Carpi'nin 3B Modelleme Bulguları ..... 27

3.4.2. Ossa Metacarpi'nin 3B Modelleme Bulguları ……... 30
3.4.3. Ossa Digitorum Manus'un 3B Modelleme Bulguları …….. 32
**4. TARTIŞMA** ..... 36
**5. SONUÇ VE ÖNERİLER** ..... 44
**6. ÖZET** ..... 45
**7. SUMMARY** ..... 46
**8. KAYNAKLAR** ..... 47
**9. EKLER** ..... 53
EK-A. Etik Kurul Onayı …… 53
**10. ÖZGEÇMİŞ** ……... 56

## SİMGELER VE KISALTMALAR

**2B:** İki Boyutlu

**3B:** Üç Boyutlu

**BMD:** Bone Mineral Density

**BKİ:** Beden Kitle İndeksi

**BT:** Bilgisayarlı Tomografi

**DEXA:** Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometri

**DICOM:** Digital imaging communications in medicine

**IWF:** Uluslararası Halter Federasyonu

**KMY:** Kemik Mineral Yoğunluğu

**MDBT:** Multidedektör Bilgisayarlı Tomografi

**MDCT:** Multidetector Computed Tomography

**MR:** Manyetik Rezonans

**THF:** Türkiye Halter Federasyonu

**US:** Ultrasonografi

# 1. GİRİŞ

Halter sporu, vücut kasları ile birlikte vücudun diğer dinamik unsurlarının uyumlu ve senkronize hareketiyle yapılan ağır bir spordur. Bu sporla uğraşan sporcuların güçlü bir kas yapısının yanı sıra bu spora uygun bir lokomotor (kemik-kas-eklem) sisteme sahip olması gerekir. Yüksek ağırlıklarla maksimal kuvvet çalışmasını gerektiren halter sporcularında lokomotor sistemde bazı yapısal değişim ve deformasyonların olabileceği muhtemel görünmektedir.

Literatürde halterciler üzerinde çok sayıda biyokimyasal, hematolojik ve biyomekanik çalışmalar tespit edilmiştir (Marchocka ve Smuk 1984, Hoek van Dijke ve ark 1999). Bazı araştırıcılar da halterci vücuduna ait değişik bölümlerin antropometrik ölçümlerini çalışmışlardır (Withers ve ark 1987, Lee ve ark 2000, Keogh ve ark 2007). Sporun el kemikleri üzerine etkisinin belirlenmesi açısından önem arzeden ve judocuların el kemiklerinde yapılan bir çalışmada, metacarpal ve phalangeal kemiklerin kendi grupları içinde biyometrik oranlarının sedanterlerden farklılık gösterdiği kaydedilmiştir (Kalaycı 2008). İnce (2010), haltercilerin columna vertebralis'i üzerinde yaptığı çalışmada; L5'te hacim, yüzey alanı ve uzunluk değerleri sedanterlere göre daha düşük, L3'te ise bu değerleri haltercilerde daha yüksek bulmuştur.

Komplike ve çok fonksiyonel bir uzuv olan el ve eklemlerinin spor branşlarının birçoğunda strese maruz kalması sonucu sakatlıkları da beraberinde getirmektedir. Birçok neden yanında kemik yapısı ve kemik mineral içeriği zayıflığı bu sakatlıklarda belirleyici rol oynamaktadır (Kerry ve ark 2005). Halter sporuyla uğraşan sporcuların, gerek antrenmanlarda gerekse yarışmalar esnasında meydana gelebilecek önemli sorunlarından biri, üst ekstremite kemiklerinde oluşan sakatlık ve deformitelerdir. Haltercilerde yapılan bir araştırmada en çok omuz ve bilek yaralanması tespit edilmiştir. Haltercilerde strese bağlı karpal kemik yaralanmalarının başında da os scaphoideum kırıkları gelmektedir. Bu negatif durumlar sporcunun spor kariyerini etkilediği gibi normal yaşam kalitesini de olumsuz etkiler (Raske ve Norlin 2002, Heckmann ve ark 2008).

Değişik sporcularda bazı anatomik ve osteolojik çalışmalar yapılmasına karşın, haltecilerde ön kol ve el kemiklerinin üç boyutlu geometrik modeli ile ilgili olarak herhangi bir çalışmaya rastlanamamıştır. Yapılan bu araştırmadan elde edilen osteolojik verilerin (anatomik, metrik ölçümler), ileride yapılacak olan çalışmalara ışık tutması açısından, farklı spor branşlarına göre biyometrik farklılıkların ve deformitelerin belirlenmesinde de faydalı olabileceği, üç boyutlu geometrik verilerin halterci ve sedanterlerin üst ekstremite kemiklerinin morfolojik açıdan karşılaştırılmasına bilimsel bir dayanak teşkil edeceği ve böylece spor hekimliğine de önemli katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

Teknik alandaki gelişmeler ve anatomik bilginin klinik uygulamalara yansıması, kemiklerde görülen hastalıkların teşhis ve tedavisine yeni bir boyut getirmiştir. Bir medikal teknoloji ürünü olan Bilgisayarlı Tomografi (BT); kemiklerin anatomik yapılarının ve deformitelerinin iki boyutlu (2B) multiplanar (coronal, sagittal, axial) görüntülerini ortaya koyan etkili bir tanısal modalitedir (Krupa ve ark 2007). BT'yi etkili bir şekilde kullanmak için kesitsel anatomik bilgi gerekmektedir. Son on yılda geliştirilen Multidedektör Bilgisayarlı Tomografi (MDBT), saniyeler içerisinde yüzlerce iki boyutlu görüntüleri ortaya koyabilmektedir. Elde edilen bu görüntüler de geliştirilmiş olan bilgisayar programları yardımıyla üç boyutlu hale getirilebilmektedir (Hu ve ark 2000). 3B (üç boyutlu) geometrik modelleme tekniği; plastik cerrahi, ortopedik cerrahi, travmatoloji ve neuroşirurjikal uygulamalar ile birlikte medikal eğitimde geniş bir kullanım alanına sahiptir (Krupa ve ark 2004).

Fiziksel aktivite ve egzersizin yarattığı mekanik yüklenmeler, kemiğin yapılanması, pik kemik kitlesinin oluşumu ve mevcut kitlenin korunmasında olumlu katkı sağlar (Tüzün 2003). Yaşam boyunca kemikte ortaya çıkan tüm değişiklikler, normal büyüme ve gelişmeyle ilgili değildir. İskelet sisteminin farklı kuvvetlerin olup olmamasına bağlı olarak büyüklük ve yoğunluğunu değiştirmek suretiyle mekanik etkilere cevap verebilen bir sistem olduğu bilinmektedir (Muratlı ve ark 2000). Bazı araştırmacılar, orta yoğunluğa düşüren "low to moderate intensity" ağırlık kaldırma egzersizlerinin kemik mineralinin yoğunluğunu arttırmada önemli rol oynadığını bildirmişlerdir (Drinkwater 1996, Teegarden ve ark 1996). Bu olay, ilk kez 1892 yılında Alman bilim adamı Wolf tarafından tanımlanmıştır.

“Fonksiyonel kuvvetlerin yönüne bağlı olarak kemikte ortaya çıkan şekil değişimleri, kemik elementlerinin yerleşmesi ya da yer değiştirmesi ile kemik kitlesinin artması ya da azalması, fonksiyonel kuvvetlerin çokluğunu yansıtır”. Wolf yasasına göre, kemik yoğunluğu ile kemiğin şekil ve büyüklüğündeki değişim, kemik üzerine etki eden mekanik yüklerin yönü ve büyüklüğüne bağlıdır. Wolf yasası osteoblast ve osteoklastların dengeli aktiviteleriyle gerçekleştirilir (Muratlı ve ark 2000).

ABD’de siyah ve beyaz ırkların antropometrik karşılaştırmasını amaçlayan çalışmalarda, erkek ve bayanlar arasında kemik genişliği bakımından farklılıklar gözlenmiştir. Siyah erkeklerde, beyaz erkeklere göre daha büyük kemik genişliği/boy değerleri bulunmuştur (Özer 2010).

Halterciler üzerinde yapılan bu çalışma ile; yetişkin erkek halterci ve sedanter grubundan MDBT ile alınan ossa antebrachii ve ossa manus'un görüntüleme kesitlerinden üç boyutlu model ve veriler elde ederek halter sporunun kemik üzerindeki morfometrik değişim ve deformite etkilerinin araştırılması amaçlanmaktadır. Özellikle ülkemiz sporcu ve sporcu olmayan insanların kemik yapıları hakkında önemli veriler elde edileceği öngörülmekte ve literatüre önemli katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

Ayrıca literatürde halterciler üzerinde kemik hacminin, kortikal kemik kalınlığı ve kemik mineral yoğunluğu ilişkisi ile ilgili herhangi bir bilgiye rastlanamamıştır. Bu çalışmada; radius kemik mineral yoğunluğu değerleri ile kemik hacmi, kemik hacmi ile kortikal kemik kalınlığı ve diğer biyometrik ölçüm değerlerinin birbirleri ile olan ilişkileri de araştırılacaktır.

## 1.1. Halter'in Tarihsel Gelişimi

İnsanların fiziksel güçlerini kanıtlamak için yaptıkları güç gösterileri çok eskilere dayanmaktadır. Bu güç gösterilerinde insanlar değişik ağırlıklardaki taşları, kayaları, demirleri ve hatta canlıları kullanmışlardır (Selçuk 1995). Geçmiş yıllarda ağırlık kaldırmanın tek amacı, cesaret ve kahramanlığı kanıtlayıcı bir iş olmasıdır. Daha sonra 'ağırlık kaldırma', bir spor olma yolunda hızlı bir gelişme kaydetmiş ve bu merak amatör kimseler arasında da hızla yayılmaya başlamıştır. Bu arada halter, yalnız kendine özgü bir spor dalı hüviyetine bürünmekle de kalmamış; yapılan bilimsel araştırmalar sonunda, çeşitli spor dallarında da sporcuların kaslarını güçlendiren ve vücutlarına direnç veren bir çalışma sistemi olarak da kabul edilmiştir (Özder 2011).

Halter sporu 1896 Atina'daki ilk modern olimpiyat oyunlarına dahil edilen ilk sporlardan biridir (IWF 2012a). İlk dünya halter şampiyonası da 1898 Ağustos'unda Viyana'da yapılmıştır. 1923'ten sonra savaş yılları dışında düzenli olarak yapılmaya başlanmıştır. 1920'de, halter karşılaşmalarının kurallarını belirlemek ve uluslararası yarışmaları denetlemek amacıyla Olimpiyat Komitesi'nin önerisiyle Uluslararası Halter Federasyonu / International Weightlifting Federation (IWF) kurulmuştur. Bu tarihe kadar halter sporu Uluslararası Güreş Federasyonu tarafından yönetilmiştir. IWF'nin kuruluşundan sonra halterde birçok değişiklik yapılmıştır. Örneğin, ilk yarışmalarda ağırlıklar yalnız bir elle kaldırılırken bu kural değiştirilerek bugünkü halini almıştır. Sıkletlerde de yeni düzenlemeler ve gelişmeler olmuştur. Önceleri 3 sıklette yapılan yarışmalar, 1900-1920 yılları arasında 7 sıklete çıkarılmıştır. 1920-1972 yılları arasında tüm karşılaşmalar press, koparma ve silkme hareketleri şeklinde yapılmış, IWF'nin 1972 Münih Olimpiyatları öncesinde aldığı bir kararla pres halteri yarışmalardan çıkarılmıştır. 1991'de Almanya'da yapılan dünya şampiyonasında, ilk kez erkekler yarışmalarıyla birlikte bayanlar halter şampiyonası da düzenlenmiş ve bu şampiyonada Çinli bayan halterciler büyük başarı göstererek aldıkları skorlar "ilk rekor" olarak kaydedilmiştir. IWF, başlangıçta 14 üyeyle kurulmasına rağmen, günümüzde dünyanın önde gelen federasyonları içinde ilk 6'ya girmiştir. Dünya şampiyonası, dünya kupası ve olimpiyat halter yarışmalarını düzenleyen IWF'nin merkezi Budapeşte'dedir (THF 2012).

## 1.2. Türkiye'de Halter

Halter, Osmanlı Türkleri arasında, özellikle pehlivanlığa tutkun gençlerin kollarını güçlendirmek amacıyla yaptıkları çeşitli çalışmalarda basit şekliyle görülmüştür. Bu çalışmalar, genellikle büyük bir taş ya da hayvanı kucaklayıp kaldırmak esasına dayanmıştır. Daha sonraları uygulanan ağırlık kaldırma sporunun amacı ise iyi kalkan kullanmak ve savaşta başarı elde etmek için olmuştur. Özellikle IV. Murat döneminde, ordunun moral ve güç kazanmasını sağlamak amacıyla gürz idman ve yarışmaları yapıldığına çeşitli kaynaklarda rastlanmaktadır. IV. Murat da her gün mermer gülleler kaldırmak suretiyle idman yapmıştır (THF 2012).

Türkiye'de çağdaş anlamda halter sporu, 19. yüzyılın sonlarında aletli jimnastiğin bir parçası olarak Galatasaray Lisesi'nin Fransız öğretmenleri öncülüğünde başlamıştır. Bu sporu benimseyen ilk Türk ise Faik Üstünidman'dır. Uluslararası bir organizasyonda ilk defa temsil edilmemiz, 1924 Paris Olimpiyatları'nda gerçekleşmiştir. Halter sporunda, 1930'lu yıllarda başlayan durgunluk 1950'lere kadar sürmüştür. 1955 yılından itibaren Anadolu Kulübü, Suadiye Halter İhtisas Kulübü ve İstanbul Güreş Kulübü öncülüğünde başlayan hareketlilik, daha sonra 1956'da Türkiye Halter Federasyonu (THF)'nun bağımsız bir federasyon olarak kurulmasına olanak sağlamış ve ilk federasyon başkanlığına Haşim Ekener getirilmiştir. 1959 Akdeniz Oyunları'nda 75 kg'da Metin Gürman'ın kazandığı gümüş madalya uluslararası alandaki ilk başarımız olmuştur (THF 2012).

Halter sporunda gelişme, 1986'da Avustralya'da yapılan Dünya Şampiyonası sonrası Bulgaristan adına yarışan Türk asıllı Naim Süleymanoğlu'nun Türkiye'ye ilticası ile olmuştur. Öncelikle dünya rekorlarına sahip böyle bir sporcu sayesinde halter branşı, kamuoyunda büyük propaganda ve tanıtım ortamı bulmuştur. 1994'te İstanbul'da yapılan 66. Dünya Şampiyonasında takım halinde dünya ikincisi olurken, sporcularımız birçok dünya rekoruna da imza atmıştır. Aynı yıl yapılan Avrupa Şampiyonasında da takım halinde şampiyon olarak ülkemizin, halter sporunda dünyanın neresinde olduğunu belirlemişlerdir. 1996 yılında gençlerde Avrupa şampiyonu, büyük bayanlarda da yine Avrupa şampiyonu olan sporcularımız halterdeki gelişme ve başarının şüphesiz en büyük kanıtlarıdır. 1996 Atlanta Olimpiyat Oyunlarında Halil Mutlu 54 kg. kategorisinde ülkemize ilk altın

madalyayı kazandırmıştır. Olimpiyat oyunlarında 64 kg. kategorisinde 3. defa şampiyon olma başarısını gösteren Naim Süleymanoğlu ülkemizin haklı gururu olmuşlardır (THF 2012).

Son dört Olimpiyat oyunlarında altın madalya kazanan sporcularımız şunlardır:
2000 Sidney Olimpiyatları – Halil MUTLU
2004 Atina Olimpiyatları – Nurcan TAYLAN, Halil MUTLU ve Taner SAĞIR
2008 Pekin Olimpiyatları – Altın madalya alınamamıştır.
2012 Londra Olimpiyatları – Altın madalya alınamamıştır (Wikipedia 2012).

### 1.3. Halter Yarışma Kuralları

Bar ile yapılan bütün hareketleri klasik ve yardımcı hareketler diye ayırabilmek mümkündür. Klasik kaldırışlardan ‘Koparma’ ve ‘Silkme’ uluslararası yarışmalarda kullanılır. Halter, olimpiyat oyunlarında yer aldığı günden beri ‘Olimpik Halter’ olarak isimlendirilmektedir. Koparma ve silkme olimpik halterin iki kategorisidir (Özder 2011).

Koparma’da sporcular kaldırmak istedikleri ağırlıkların takılı olduğu çubuğu yerden tek hamlede başının üstünde kolları dik ve havada tutacak bir şekilde kaldırmak zorundadırlar. Sporcu, ağırlığı kolları dik bir şekilde ayakta kaldırdıktan sonra bir kaç saniye hakemlerin onayını almayı bekler. Onayı alan sporcunun kaldırdığı ağırlık geçerlilik kazanır. Silkme'de ise halter iki ayrı zamanlama yapılarak kaldırılır. Sporcu ilk etapta koparmanın aksine halteri hemen başının üzerine götürmez. Önce omuz hizasında tartar, bir kaç saniye sonra tekrar baş üstünde kollar açık, ayakta duracak şekilde podyumda kalır. Silkme'de sporcu, halteri podyumda başının üstünde tuttuktan sonra hakemin işaretini bekler. Bir sporcunun bir ağırlığı kaldırması için üç hakkı vardır. Üç hakkında da ağırlığı kaldıramayan oyuncu yarışmadan elenir. Yarışmacı halteri kaldırdıktan sonra yeni ağırlık kaldırması için üç hakkı vardır. Yarışmacı her başarı ile kaldırdığı halterin ardından yeni kaldıracağı ağırlık için üç hak daha elde eder (IWF 2012b).

Halterde bayan ve erkekler vücut ağırlıklarına göre kurallarda belirtilen kategorilerde yarışmalara katılırlar. Olimpiyat yarışmalarına katılım için minimum yaş 16'dır. Genel olarak yarışmalarda üç yaş grubu bulunur:

1) Yıldızlar : 17 yaş ve altı
2) Gençler : 20 yaş ve altı
3) Büyükler : 20 yaş üzeri

Genç ve büyük erkekler için; 56, 62, 69, 77, 85, 94, 105 ve +105 kg olmak üzere sekiz kategori bulunmaktadır.
Genç ve büyük bayanlar için; 48, 53, 58, 63, 69, 75 ve +75 kg olmak üzere yedi kategori bulunmaktadır (IWF 2012b).

### 1.4. Kemik Dokusu

Destek dokular arasında gerçek anlamda destekleme görevi yapan doku, kemik dokusudur. Diğer destek yapılarda olduğu gibi hücreler, ara madde (matriks) ve fibrillerden oluşmasına karşın doku, hücre dışı yapılarının kalsifikasyonu ile iskelette destekleyici ve koruyucu bir işleve sahiptir. Kas ve tendonların tutunma yerleri olan kemikler, hareket etmeye yardımcı olur. Kendilerine yönelen kuvveti emerek dağıtır. İç organların, baş ve göğüs boşluğundaki organların ve kemik iliğindeki hemopoetik hücrelerin korunmasından sorumludur. Bu mekanik işlevlerinden başka, organizmanın kalsiyum ve fosfor deposu olarak metabolizmada önemli rol oynar (Akay 1992, Süzen 1997).

Basınç, çekilme, eğilme ve bükülmelere karşı yüksek derecede dayanıklı olan kemik, aynı zamanda oldukça hafif bir materyalden oluşmuştur. Kemik, kaba şeklinden mikroskobik yapısına kadar tüm organizasyon seviyelerinde minimum ağırlık ve maksimum ekonomik materyalle çok büyük bir dayanıklılığa sahiptir. Dayanıklılığı ve sertliğine karşın bireyin ömrü boyunca yıkılıp yeniden yapılan, canlı ve dinamik bir dokudur. Kemiğin kullanılmaması sonucunda atrofi 'zayıflama', aşırı kullanılması durumunda ise kemik kitlesindeki artışla birlikte hipertrofi 'anormal büyüme' ortaya çıkar (Akay 1992).

### 1.4.1. Kemiğin Makroskobik Yapısı

Uzun, kısa, yassı ve düzensiz şekillerde olabilen kemiklerde çıplak gözle veya mercek kullanılarak yapılan incelemelerde süngerimsi kemik (spongioz kemik) ve sert kemik (kortikal kemik) olmak üzere iki tip kemik ayırt edilir. Süngerimsi kemik birbirleriyle ilişkili kemik trabeküllerinden oluşmuştur. Trabeküllerin aralarında, içleri kemik iliğiyle dolu labirent gibi birbirleriyle ilişkili düzensiz boşluklar görülmektedir. Bu görünümü ile yapı süngere benzemektedir. Sert kemikte ise benzeri boşluklar yoktur. Ancak mikroskopla görülebilen ve kan damarlarını taşıyan kanallar bulunur bu kanallar lakünlerden çıkan kanalikuli adı verilen ince kanalcıklardan çok daha kalındır. Bu iki tip kemik birinden diğerine keskin bir hatla ayrılmadan geçiş yapar (Raisz ve Kream 1983, Akay 1992).

Femur gibi uzun kemiklerin ortalarında içi kemik iliğiyle dolu silindirik bir boşluk bulunur. Sert kemikten yapılmış kalın duvarlı bu boşluğa meduller boşluk denir. Uzun kemiklerin uç kısımlarında yer alan süngerimsi kemik, sert kemikten oluşmuş ince bir tabakayla örtülmüştür. Süngerimsi kemikte bulunan trabeküllerin arasındaki birbirleriyle ilişkili boşluklar, sert kemiğin ilik boşluğu olarak devam eder. Büyümekte olan uzun kemiklerin uç kısmına epifiz denir. Kemiğin esas gövde kısmına diyafiz, epifizle diyafiz arasında en kalın trabeküllerin bulunduğu geçici bölgeye de metafiz adı verilir. Metafizde bulunan kıkırdağımsı özellikteki epifiz plağı kemik büyümesini sağlar. Kemik büyümesi tamamlandıktan sonra metafiz bölgesi yok olur. Epifiz kıkırdağı ve hemen yanındaki metafizin süngerimsi kemiği, büyüme bölgesini oluşturur. Kısa ve uzun kemiklerin eklem yüzeylerinde bulunan ince sert kemik tabakası hiyalin kıkırdak ve fibroz kıkırdak ile örtülüdür. Bu kıkırdak örtüye eklem kıkırdağı denilir (Palumbo ve ark 1990, Akay 1992).

Birkaç istisna dışında, kemikler periosteum denilen osteojenik potansiyele sahip, özel bir bağ dokusu tabakasıyla örtülüdür. Bu tabakanın kemik oluşturma özelliği vardır. Eklem kıkırdaklarıyla örtülü olan kemiklerin uç kısımlarında periosteum örtüsü bulunmaz. Aynı zamanda tendon ve ligamentlerin kemiğe bağlantı bölgeleriyle, diz kapağının yüzeyinde de periosteum yer almaz. Diyafizin ilik boşluğu ve süngerimsi kemiğin boşlukları endosteum denen ince hücresel tabaka ile örtülüdür. Endosteum da periosteum gibi osteojenik özelliğe sahiptir (Akay 1992).

### 1.5. Ossa Antebrachii

Üst ekstremitenin ön kol kısmını oluşturur. Radius ve ulna olmak üzere iki uzun kemikten meydana gelir (Süzen 1997).

Radius, ön kolda lateral'de yeralır. Radius'un proksimal'inde caput radii ile onu çeviren circumferentia articularis ve üstünde fovea capitis radii bulunur. Radius proksimal'i humerus'un lateral tarafı ile eklem yapar. Radius proksimal'inin, kuvvetin çoğu ulna yolu ile humerus'a nakledildiği için, dirsekte sekonder bir rol oynadığı kabul edilir. Caput radii'nin distal'inde collum radii yeralır. Collum radii'nin antero-medial yüzündeki tuberositas radii'ye musculus biceps brachii'nin tendonu tutunur. Kemiğin disto-lateral'inde processus styloideus, medial'inde incisura ulnaris, arkasında ise tuberculum dorsale yeralır. Bu çıkıntının ucunda karpal kemiklerle eklem yapan facies articularis carpea yeralır. Radius distal'e doğru gittikçe genişler (Yıldırım 1998, Çimen 2003).

Ulna, ön kolda medial'de yeralır. Proksimal'inde olecranon bulunur ki m. triceps brachii için tutunma yeri sağlayan bu yapı dirsek çıkıntısını meydana getirir ve önünde incisura trochlearis yeralır. Yine ön kısmında processus coronoideus, bu çıkıntının altında tuberositas ulna, lateral'inde incisura radialis ve bunun ventral'inde de crista musculi supinatoria yeralır. Kemiğin distal'inde ise; caput ulna ve etrafında circumferentia articularis ve processus styloideus bulunur. Ulna, distal'e doğru gittikçe daralır (Yıldırım 1998, Çimen 2003).

### 1.6. Ossa Manus

El, tüm üst ekstremite fonksiyonları açısından anahtar role sahiptir. Elin yaptığı karmaşık hareketler, elin dengeli kas sistemi ve merkezi sinir sistemi arasındaki koordinasyonun iyi işlemesi sayesinde ortaya çıkmaktadır. Eldeki anatomik yapılar, bazen agonist bazen de antagonist etkileşimler ile elin ince ve kaba kavrama hareketlerini oluştururlar. Bu nedenle elin anatomisi incelenirken cilt, tendonlar, kaslar, kemikler, eklemler, damarlar ve sinirleri detaylarıyla incelemek gerekir. İnsan elinin diğer memelilerden üstün biçimde kullanımının ana temelini; inanılmaz dengeli iskelet sisteminin, aklı ile koordine çalışması oluşturmaktadır. Elin

dengeli hareketleri ancak sabit ve hareketli ünitelerin varlığı ile gerçekleşmektedir. Elin anatomisi ile birlikte hareketlerinin, özellikle de küçük eklemler çevresindeki motor dengenin bilinmesi; fonksiyonların mekanizmalarının daha iyi anlaşılması, rekonstrüktif girişimlerdeki ve rehabilitasyondaki başarı şansının artması açısından büyük önem taşımaktadır (Gürcan ve Adıyaman 2008).

El kemikleri; sekiz (8) adet karpal, beş (5) adet metakarpal ve ondört (14) adet de falankslar olmak üzere yirmi yedi (27) kemikten oluşur (Süzen 1997).

### 1.6.1. Ossa Carpi

El bileği kemikleridir. Dördü proksimal ve dördü de distal'de olmak üzere toplam sekiz kemiktir. Proksimal sıra lateral'den medial'e doğru; os scaphoideum, os lunatum, os triquetrum ve os psiforme'dir. Distal sıra lateral'den medial'e doğru; os trapezium, os trapezoideum, os capitatum ve os hamatum'dur (Yıldırım 1998, Çimen 2003).

### 1.6.2. Ossa Metacarpi

El tarağı kemikleridir. Toplam beş adet olup başparmağa ait olanından başlamak suretiyle roma rakamıyla (ossa metacarpi I-V) sıralanırlar (Yıldırım 1998, Çimen 2003).

### 1.6.3. Ossa Digitorum Manus

El parmak kemikleridir. Lateral'den medial'e doğru; digitus primus, digitus secundus, digitus tertius, digitus quartus ve digitus quintus olarak sıralanır. Başparmağa ait olanda iki (phalanx proximalis ve phalanx distalis), diğerlerinde üç (phalanx proximalis, phalanx media ve phalanx distalis) olmak üzere toplam 14 adet falanks vardır. Her parmak kemiğinin basis, corpus ve caput olmak üzere üç kısmı vardır (Yıldırım 1998, Çimen 2003).

## 1.7. Medikal Görüntüleme Yöntemleri

Birçok hastalığın tanı, teşhis ve tedavisinde yardımcı olarak biyomedikal görüntüleme cihazları büyük rol almaktadır (Minareci ve ark 2012). Bilgisayarlı Tomografi (BT) ve Manyetik Rezonans (MR)'ın klinik kullanımına girmesi ve ilk kesitsel imajların rekonstrüksiyonları ile birlikte elde edilen üç boyutlu bilgilerin düzenlenip farklı şekillerde işlenmesi ve farklı gösterimlerin mümkün kılınması sonucunda, medikal bilimlerde hızlı bir ilerleme kaydedilmiştir (Topçu 2005).

MR ve BT gibi temel görüntüleme sistemlerinin, ürettiği iki boyutlu görüntüler üç boyutlu rekonstrüksiyon programları ile kolayca üç boyutlu görüntülere dönüştürülmektedir. Bu da vücudun derinliğinde yer alan anatomik oluşumlarda meydana gelen patolojik bozuklukların kolayca ortaya çıkarılabilmesini sağlamaktadır (Özkurt 2002).

### 1.7.1. Ultrasonografi (US)

Ultrasonografi vücuda yüksek frekanstaki ses dalgaları göndererek farklı doku yüzeylerinden yansımalarını saptama temeline dayanan, kullanımı kolay, radyasyon riski taşımayan bir görüntüleme yöntemidir (Oyar 1998, Denizhan 2003). US'da ultrases adı verilen, duyulabilir ses frekans spektrumunun çok üzerinde frekanslara sahip ses dalgaları kullanılır. Transduser'de üretilen ses dalgaları vücuda gönderilir ve yolu üzerindeki oluşumlardan çeşitli organlarda yansıma göstererek geri dönmektedir. Daha sonra dönen veriler gri tonlamalardan oluşmuş resme dönüştürülmektedir (Kaya 1996). Ultrasonik ses, ardı ardına gelen kompresyonel longitudinal bir dalga olup biyolojik dokularda, dokunun elastisitesi ve densitesi ile ilişkili bir hızla yayılmaktadır. Elastisite, hücre ve molekül arasındaki ilişki ve bağlanma şekilleri ile belirlenen bir doku karakteristiğidir. Ultrasound'un maddeyi geçerken absorbsiyon ve yansıma nedeni ile intensitesi azalır. Absorbsiyon sesin frekansı, dokunun absorbsiyon katsayısı ve doku kalınlığı ile doğru orantılıdır. Suyun absorbsiyon katsayısı çok düşük, kemiğin ise çok yüksektir. Bu nedenle ses sıvılardan zayıflamadan geçer. Yansıma ise dokuların atom ve moleküllerinin ses dalgasının oluşturduğu harekete gösterdiği direnç (akustik impedans) farklılıklarıyla ilgilidir. Akustik impedans farklılığı ne kadar fazla ise, yansıma da o kadar çok

olacaktır. Absorbsiyon ve yansıma ile ilgili bu kurallar, sıvıların içindeki veya arkasındaki yapıların neden daha iyi incelenebildiğini, kemiğin ve kalsifikasyonların ultrasonik dalgaları neden geçirmediğini açıklamak için yeterlidir. Yine bu nedenle inceleme yapılırken hava deri yansımasını engellemek için probla deri arasına jel sürülür (Oyar 1998, Denizhan 2003).

### 1.7.2. Manyetik Rezonans (MR)

MR tetkikinde diğer birçok radyolojik görüntüleme yöntemlerinden farklı olarak X ışınları (radyasyon) kullanılmaz. Burada cihazı oluşturan dev bir mıknatıs ve radyo dalgaları söz konusudur. MR dokuların intrinsik (doğuştan, esas) fiziko-kimyasal özelliklerinden yararlanarak görüntüler oluşturur. MR cihazı radyo dalgalarının giremeyeceği bakırla çevrili bir alan içinde yer alan güçlü bir mıknatıs içerir. Dev bir mıknatıs içine yerleştirilen insan vücudundaki hücreler içinde bulunan su atomlarının çekirdeklerindeki protonlar, radyo dalgaları ile uyarılır ve geri alınan sinyaller bilgisayar aracılığı ile görüntüye dönüştürülür (Topçu 2005).

MR incelemede insan vücudunda dik düzlemde kesitler alınır. İnceleme sırasında hastanın yapması gereken tek şey hareketsiz yatmaktır. Bunun dışında yapılması gereken bir şey olmadığı gibi insan vücudu için zararlı olabilecek hiçbir etkileşim de söz konusu değildir (Kaya 1996).

### 1.7.3. Kemik Sintigrafisi

Teknesyum-99m-perteknetat ile işaretli fosfanatlar (Tc-99m-MDP, Tc-99m-HMDP, Tc-99m-PP) kullanılarak yapılır. Hidroksi apatit kristalleri ile kompleks oluşturarak kemiklerin görüntülenmesini sağlayan bu maddeler ile osteoblastik aktivitenin arttığı bölgelerde daha fazla miktarda madde akümülasyonu izlenir. Radyofarmasötiğin kemikte tutulumu kan akımı ve osteoblastik aktiviteye bağlıdır. Sadece osteoklastik aktivitenin bulunduğu veya kemik adacıklarında olduğu gibi sklerotik ancak metabolik olarak inert olan bölgelerde, normal radyoaktif madde dağılımı izlenir. Planar sintigrafiyi tamamlayıcı bir yöntem olan SPECT (Single Photon Emission Computerized Tomography) gereken durumlarda sintigrafinin duyarlılığını arttırmada kullanılır (Akar 2007).

### 1.7.4. Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometri (DEXA)

Dansitometri cihazları, X veya gama ışınlarının kemik ve yumuşak dokuda farklı soğurulması ile standart kalibrasyonun kıyaslanarak kemik mineral içeriğini (BMC/bone mineral component) ve kemik mineral yoğunluğunu (KMY) ölçen cihazlardır (Akar 2007).

Eski jenerasyon cihazlarda ilk önce ışın olarak gama ışınları ve ışın kaynağı olarak radyoisotoplar kullanılmaktaydı. Bu cihazlara tek foton veya çift foton absorpsiyometri cihazları denilmekteydi. Yeni jenerasyon kemik mineral dansitometri cihazları çift enerjili X ışını kullanmaktadır. Yüksek enerjili X ışınının (sıklıkla 140 kVp) ve düşük enerjili X ışınının (sıklıkla 100 kVp) kemik ve yumuşak dokuda soğurulması farklı olması prensibi ile çalışmaktadır. Bu yeni jenerasyon cihazlara dual enerji X-ray absorpsiyometri (DXA veya DEXA) cihazları denilmektedir. X ışını kaynağı olarak X-ray tüpü kullanılmaktadır. X ışınını direkt karşı noktaya veren tüplere pencil beam (kalem ışın); yelpaze tarzında veren X ışını tüplerine fan beam (yelpaze ışın) denilmektedir. Kalem ışın kullanan cihazlarda tek katı hal silikon dedektörü rektilineer tarzda ilgi alanını tarayarak görüntüyü oluşturmaktadır. Yelpaze tarzı X ışını kullanan yeni cihazlarda 36-72 adet arası katı hal silikon dedektörü (her biri 2-4 mm boyuta sahiptir) yay tarzında dizildiğinden, tek lineer geçişte geniş görüntü elde edilmektedir (Akar 2007).

Görüntünün oluşum süreci şöyledir: X ışını dokuyu geçtikten sonra katı hal silikon dedektörde görünür ışık oluşmasına sebep olur. Bu görünür ışık fotodiod'lar yardımı ile algılanır ve daha büyütülmüş elektrik voltajına çevrilir. Analog/dijital konvertör (çevirici) yardımı ile dijitalize edilerek bilgisayara aktarılır (Akar 2007).

KMY skorlarının yorumlanmasında istatistiksel bilgiler T ve Z skorları kullanılmaktadır.

**T-skoru**: 'Ölçülen KMY-Genç erişkin KMY/Genç erişkin standart deviyasyonu' formülü ile hesaplanır. T skorundaki belirgin azalma, KMY değerinde önemli bir azalmayı ve artmış fraktür riskini göstermektedir. KMY'nin yorumlanmasında kullanılan Z skoru ise, aynı cins ve yaş grubundaki bireylerin KMY ortalamasından sapmayı ifade etmektedir.

**Z-skoru:** ‘Ölçülen KMY-Kendi yaş grubu KMY/Kendi yaş grubu standart deviyasyonu’ formülü ile hesaplanır (Erselcan ve ark 2009).

Kalça ve vertebra bölgesinden yapılan DEXA ölçümleri ile elde edilen düşük KMY sonuçları, fraktür gelişiminin tahmininde kullanılan risk faktörleri içerisindeki en önemli parametrelerdir. Vertebra ve kalçanın önemli ölçüm alanları olması, bu alanlarda osteoporotik fraktürlerin sık olarak ortaya çıkması nedeniyledir. Kalça fraktür riski değerlendirilmesinde proksimal femur KMY ölçümü en güvenilir yöntemdir. Ölçüm bölgeleri arasında radius distal uç da bulunmaktadır (Erselcan ve ark 2009).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO)’nün T-skoru yorumlanması için kriterleri şöyledir:
T-skoru: > - l Normal
T-skoru: - l ve - 2,5 arasında Osteopeni
T-skoru: < - 2,5 Osteoporoz (Erselcan 2009).
DXA cihazı ile KMY ölçüm raporlarda;
- KMY değerleri, 3 haneli ondalık sayı olarak yazılmalıdır (örnek; 0.876 gr/$cm^2$).
- Skorlar, ‘T-skor’, ‘Z-skor’ yazımı şeklinde ve bir haneli verilmelidir (Erselcan ve ark 2009).

### 1.7.5. Bilgisayarlı Tomografi (BT)

Bir X ışını yöntemidir. Vücut kesitler şeklinde görüntülenir. Röntgenogramlardaki üst üste düşme (superpozisyon) ortadan kaldırılmıştır. Görüntüleri röntgenden çok daha ayrıntılıdır. BT, X ışınının bilgisayar teknolojisi ile birleşmesinin ürünüdür. Bir BT kesiti oluşturabilmek için, kesit düzlemindeki her noktanın X ışınını zayıflatma değerini bilmek gerekir. Bu değerler, kesit düzleminin çepeçevre her yönünden X ışını geçirilerek yapılan çok sayıdaki ölçümün güçlü bilgisayarlarla işlenmesi ile bulunur. Bulunan bu sayısal değerler, karşılığı olan gri tonlarla boyanarak kesit görüntüleri elde edilir (Tümradder 2012).

BT’ yi destekleyen teknolojik gelişmeler zamanla dijital floroskopi, dijital radyografi ve magnetik rezonans görüntüleme tekniklerine de uygulanmıştır. BT,

geleneksel radyografilere kıyasla özellikle üç büyük avantaj sağlamıştır. Birincisi, 3 boyutlu görüntüleme elde edilerek süperpozisyonu elimine etmesidir. 2 boyutlu görüntülerde dansite süperpozisyondan dolayı etkilenir. Ama bilgisayarlı tomografi, X ışınlarını kullanarak süperpozisyon olmadan objenin her kesitte görüntüsünü alabilen bir sistemdir. Radyasyon dedektörleri objenin X ışını tutulumunu (atenüasyon) ölçer, bilgisayar atenüasyon verilerini düzenler, objenin çapraz kesit görüntülerini oluşturur ve süperpoze görüntülerden etkilenmez. İkincisi, BT'nin radyasyon tutulumları çok az farklı olan objelerin rezolüsyonuna izin vermesidir. Örneğin beynin beyaz cevheri ile gri cevherinin fiziksel dansiteleri farkı % 1, elektron dansitesi farkı % 1'den azdır ve BT bu iki dokuyu birbirinden ayırabilecek özelliktedir. Üçüncüsü ise, dijital elde edilen verilerin işlemlerinde, depolamada, analizde, aktarmada, görüntülerin reformatlarının elde edilmesinde netlik ve kolaylık sağlamasıdır (Rho ve ark 1995, Matteson ve ark 1996).

Veriler bilgisayar tarafından toplandıktan sonra, algoritmalarından biri tarafından rekonstrükte edilir. Rekonstrüksiyon algoritmasının fonksiyonu her kesit için de lineer atenüasyon katsayısını hesaplamak ve BT numaralarını belirlemektir. BT numaraları, atenüasyon katsayılarıyla bağlantılıdır ve her bir numara bir dokuyu temsil eder. Hounsfield Unit (HU) numaraları diye isimlendirilir ve -1000 havayı, 0 suyu, +1000 kemiği ifade eder. Daha sonra BT numaraları gri skalada seviyelerini belirler ve monitöre aktarır. Monitörlerin çoğu 256 seviyeli gri skala için uygundur ve görüntü kontrastları ve dansiteleri operatör tarafından belirlenir (Rho ve ark 1995, Matteson ve ark 1996).

Diğer radyolojik yöntemlerde olduğu gibi, BT'de de artefakt oluşmaktadır. Artefaktlar, incelenen sistemde bir karşılığı bulunmayan istenmeyen oluşumlardır (Sandell ve ark 1994, Sergent ve ark 1998). Artefaktlar hastadan kaynaklanabileceği gibi, fiziki ortamdan, cihazdan ve teknik faktörlerin yanlış kullanılmasından dolayı oluşabilmektedir. BT görüntülerinin sayısal veriler üzerinden yaratılmış olması; elde edilen görüntüler üzerinde dansite, boyut, dansite profili, reformasyon, toplama, çıkarma, histogram gibi farklı değerlendirme ve ölçümlerin yapılmasına imkan tanımaktadır (Akar 2007).

### 1.7.6. Mikro Bilgisayarlı Tomografi

Mikro bilgisayarlı tomografi, 3 boyutlu kemik yapılarının miktarsal morfolojilerini invaziv olmayan görüntüleme tekniğini içeren bir teknolojidir. Bu yeni görüntüleme tekniği trabeküler yapının oluşumunu gösterirken daha önceden kullanılan plan radyografi ve medikal bilgisayarlı tomografiden daha üstün niteliktedir. Mikro bilgisayarlı tomografi özel bir X-ray uygulamasıdır ve ekspertiz gerektirmektedir. Buna karşı hızlıdır, üretkendir ve yıkıcı değildir. Görüntüleri mikron çözünürlüğünde görüntüleyebilir. Yüksek çözünürlükteki görüntüleme diğer uygulanan metodlara göre çok kritik bir avantajdır. Çalışmalar göstermiştir ki, yüksek çözünürlük trabekül oluşumunun gözlenmesi için çok önemlidir. Sonuç olarak mikro bilgisayarlı tomografi, 3 boyutlu kemik yapısının miktarsal morfolojisini görüntülemede çok kullanışlı bir metoddur (Lu ve Rabie 2004).

### 1.7.7. Multidedektör Bilgisayarlı Tomografi (MDBT)

Bilgisayarlı tomografi pratiğinde çığır açan bir gelişme olan MDBT'nin bugünkü durumuna ulaşması BT teknolojisinde bazı öncü gelişmelerle gerçekleşmiştir. Helikal taramanın geliştirildiği 1989 yılından sonra 1991'de l mm'nin altında kesit alabilen cihazlar üretilmiştir. Aynı yıl bügünkü MDBT teknolojisinin öncüsü ikiz dedektörlü helikal BT de geliştirilmiştir. 1993'de gerçek zamanlı BT'nin kullanıma sokulmasıyla BT floroskopi altında biyopsi işlemlerinin yapılabilmesi, damar yapıları veya organlar içindeki kontrastlanmanın monitorizasyonu (otomatik bolus yakalama programları) olanaklı hale gelmiştir. Gantri rotasyon zamanlarının l sn'nin altına inmesi 1995'te mümkün olmuş, 1998'de bu süre şu an hala geçerli minimum süre olan 0,5 sn'ye indirilmiştir. MDBT cihazları, bu alışılmamış hızları sayesinde, konvansiyonel helikal cihazlardan farklı olarak, klasik kesit taramasından çok, bir anlamda ‘hacim taraması’ yapmaktadır. Dedektör teknolojisindeki iyileştirmelerle minimum kesit kalınlığı giderek düşürülmektedir. Multiplanar reformasyonlar ve üç boyutlu görüntüleme en iyi görsel keskinlikle yapılabilmektedir (Barutçu ve Mihmanlı 2005).

### 1.7.8. Görüntü Formatının Şekillenmesi

Bu amaçla en çok kullanılanlar JPEG, TIFF ve DICOM formatlarıdır.

**JPEG (The joint photographic experts group):** Bu formatın özelliği, gerçek renk değerlerini içermesidir. JPEG sıkıştırma yöntemi, görüntünün algılanması için çok gerekli olmayan detayları etkili bir şekilde bulup atan ve dosyayı bu şekilde sıkıştıran bir format olduğundan kayıplı formatlar arasında yer alır. Daha fazla sıkıştırma daha fazla detay kaybı, daha az sıkıştırma daha büyük dosya demektir (Dilmeganyan 2001).

**TIFF (Tagged-image-file format):** Farklı işletim sistemleri ve uygulamalar arasında kayıpsız ve esnek bir dosya değiş tokuşu sağlaması nedeniyle tüm çalışmalar için uygun bir format olarak bilinir. TIFF'in desteklediği birçok sıkıştırma vardır. Bunlar arasında kayıpsız sıkıştırma yöntemleri bulunur. TIFF'de sıkıştırma ile ortaya çıkan veri kayıpları ortadan kaldırıldığından hiç bozulmamış bir resim elde etme olanağı sunar (Dilmeganyan 2001).

**DICOM (Digital imaging communications in medicine):** Birbirinden farklı tipteki medikal görüntüleme cihazlarının ortak bir bilgisayar dili kullanarak elde edilmiş medikal görüntü çıktısı vermelerini sağlayan, daha sonra bütün bu görüntülere ulaşılabilmesi ve değiştirilebilmesine izin veren formatın genel adıdır. Medikal görüntüler dışında mesajların da iletilmesine izin verecek sistematik bütününü barındırır (Çalışkan 2012).

## 2. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmaya 20-25 yaşları arasında, en az beş yıl halter sporu yapan 9 yetişkin erkek halterci (deneme grubu) ve spor yapmamış 9 sedanter (kontrol grubu) dahil edildi. Ölçümler yapılmadan önce gönüllülere gerekli açıklamalar yapılmış ve 'Bilgilendirilmiş Olur Formu' doldurularak imza ile kayıt altına alınmıştır.

Bu çalışma protokolü, Selçuk Üniversitesi Selçuklu İlaç Dışı Klinik Araştırmaları Etik Kurulu'nun 03/05/2012 tarihli 2012/24 numaralı kararı ile onaylandı (Bkz. EK-A).

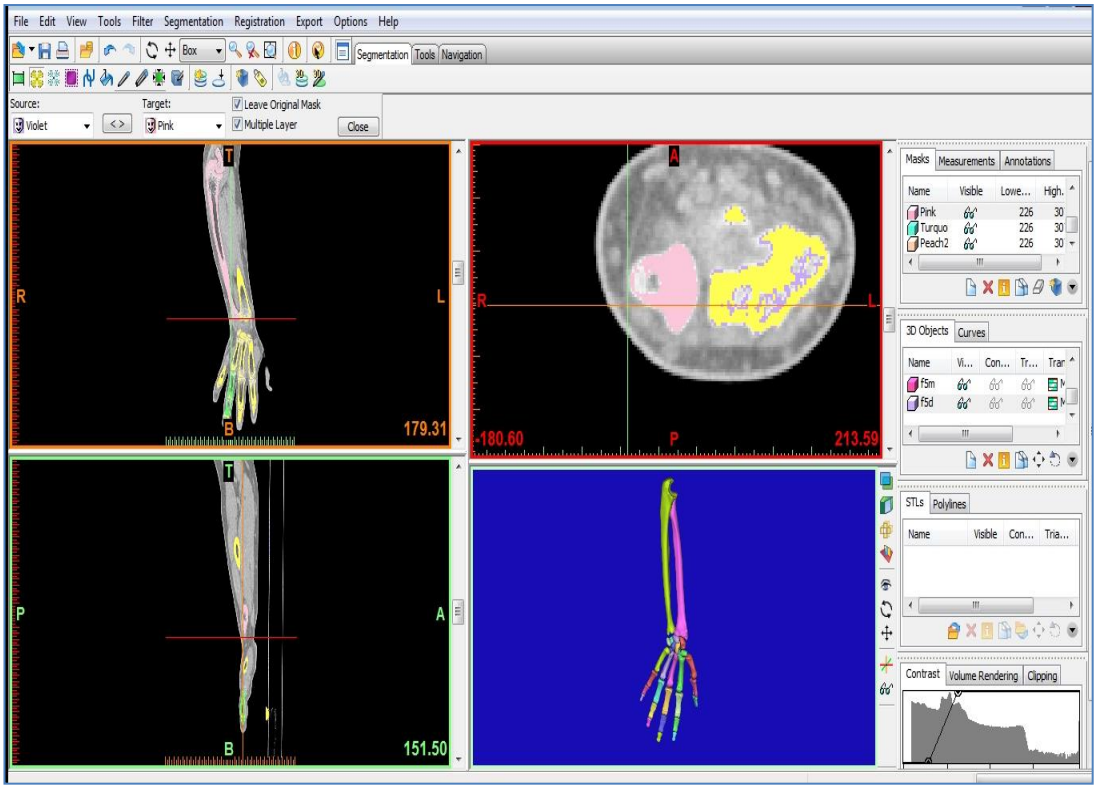
Katılımcıların vücut ağırlıkları, 100 grama duyarlı bir tartıda hafif iç giysileri ile ölçüldü. Boy uzunluk ölçümleri ise denekler ayakta dik pozisyonda dururken skalanın üzerinde kayan kaliper deneğin kafasının üzerine dokunacak şekilde ayarlanarak ve uzunluk 5 mm hassasiyetle okundu. Elde edilen boy ve kilo değerlerinden bedenin uzunluğuna göre ağırlık dağılımını açıklayan 'Beden Kitle İndeksi' hesaplandı (BKİ=Ağırlık/Boy$^2$). Halter ve sedanter grubundaki kişilerin tümü dominant olarak sağ elini kullandıklarını ifade etmiştir.

Katılımcıların sol kol radius distal uç kemik mineral yoğunluğu DEXA yöntemi ile Lunar absorbsiyometre cihazı (Lunar DPX-NT) kullanılarak ölçüldü. Ölçümler gr/cm$^2$ cinsinden kaydedildi. Radius distal uç KMY ölçümü pozisyonlaması mevcut klinik protokole (ISCD 2007) uygun olarak yapıldı (Resim 2.2).

Halterci ve sedanterlerin sağ-sol ön kol ve tüm el kemikleri, MDBT (Somatom Sensation 64; Siemens Medical Solutions, Forchheim, Germany) cihazıyla tarandı (Resim 2.1). Tomografi çekimleri prone pozisyonunda kollar ileriye uzatılarak gerçekleştirildi. MDBT cihazının parametreleri; fiziksel detector collimation, 32 x 0,6 mm; nihai kesit collimation, 64 x 0,6 mm; kesit kalınlığı, 0,75 mm; gantry rotasyon zamanı; 330 msec; kVp; 120; mA, 300; rezolusyon, 512 x 512 pixel; rezolusyon aralığı 0,92 x 0,92 olarak ayarlandı. Doz parametreleri ve taramalar, standart protokoller ve literatür (Prokop 2003, Kalra ve ark 2004) esas alınarak gerçekleştirildi.

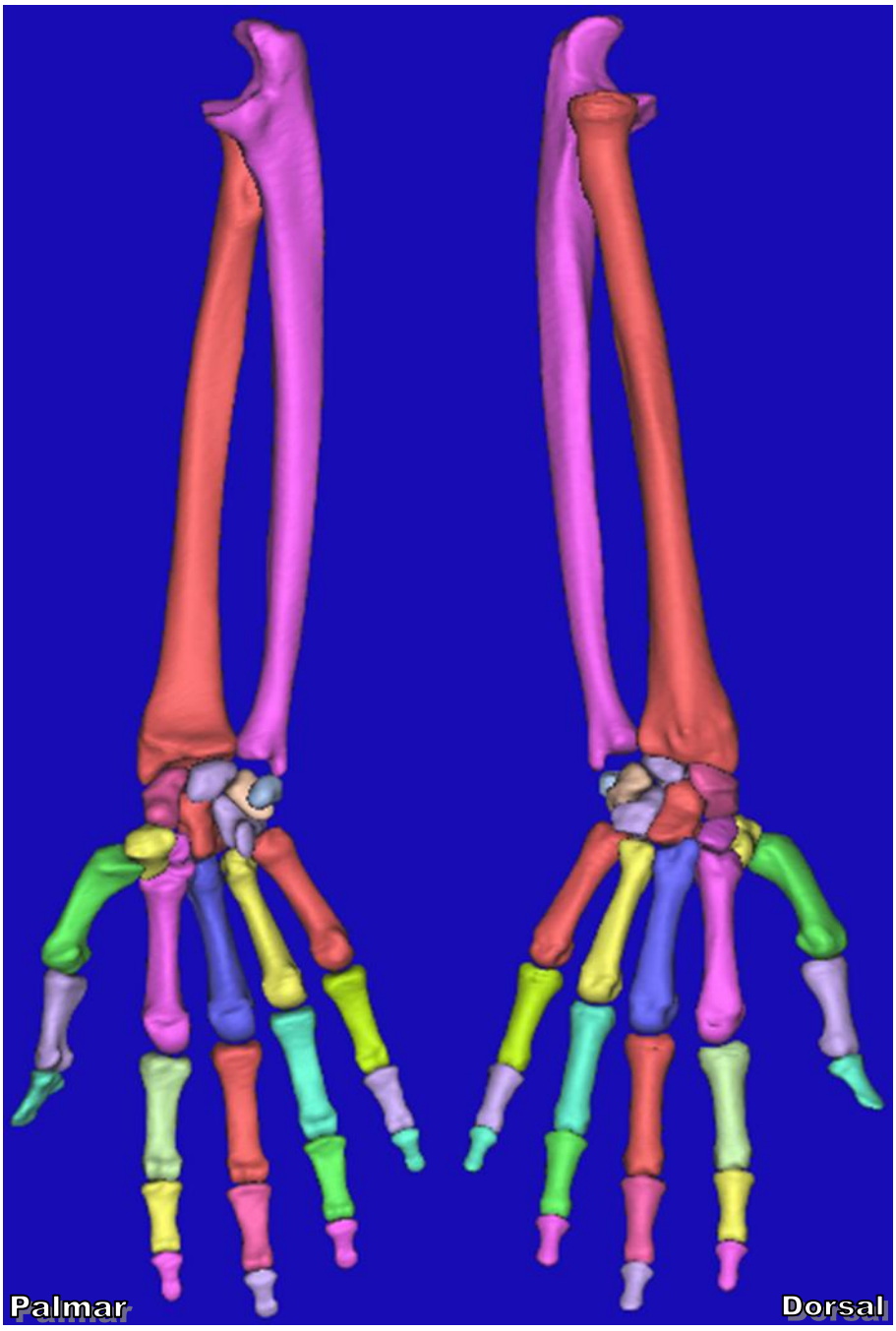
Elde edilen iki boyutlu axial görüntüler DICOM formatında CD'lere aktarıldıktan sonra, içerisinde üç boyutlu modelleme programı olan MIMICS (Mimics 13.1 Materialise Group, Leuven, Belgium) yüklü kişisel bilgisayara aktarıldı. MIMICS (Materialise's Interactive Medical Image Control System) programı S.Ü. Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı'nda mevcut bulunmaktadır. Bilgisayar destekli tasarım yazılımında Belçika Leuven Üniversitesi ile birlikte Materialise'ın geliştirdiği bir medikal görüntüleme ve kontrol sistemidir. MIMICS, 2 boyutlu BT ve MR datalarını 3 boyutlu hale getiren, en ince detayları kolayca görüntüleyebilen, birçok medikal uygulamaya öncülük eden interaktif bir bilgisayar programıdır. Bu programın en önemli özelliği, Hounsfield değerlerini kullanarak segmentasyon yapan bir program oluşudur. Bu program medikal sektörde, sorunlu bölgenin üç boyutlu modeli oluşturularak teşhis, operasyon planlaması ve protez tasarımında kullanılmaktadır (Materialise 2012).

Programın 'Segmentation' menüsünden 'Tresholding' komutu ile seçilen kemik sınırları, otomatik olarak maskelendirildi. Maskelenemeyen kemikler 'Edit mask' komutu seçilerek bilgisayar mouse'u ile manuel olarak düzeltildi (Şekil 2.1).



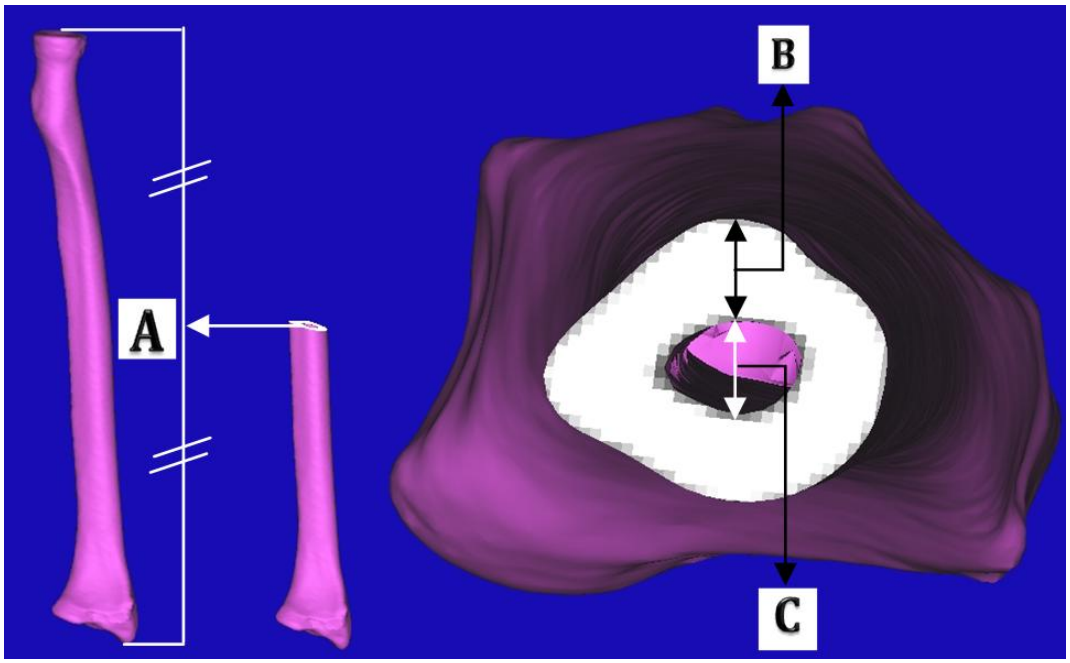

Şekil 2.1. Manuel olarak tespit edilen ve düzeltilen kemik sınırları

Manuel düzeltme her bir kesit görüntüsü için 1-2 dakika sürdü. Manuel düzeltme işlemi tamamlandıktan sonra ‘Region growing’ komutu ile seçili kemiğe tekrar bağımsız maskeleme yapıldı ve ‘Calculate 3D’ komutu ile de 3 boyutlu modelleme gerçekleştirildi (Şekil 2.1, Şekil 2.2). Ossa antebrachii ve ossa manus’u oluşturan kemikler; ayrı ayrı hacim, yüzey alanı ve uzunlukları ‘Info’ komutu ile otomatik olarak ölçüldü.




Şekil 2.2. Sağ kol ossa antebrachii ve ossa manus’un 3B modeli (palmar ve dorsal görünüm)

Daha sonra sol kol radius kemiğinin corpus düzeyindeki cortex kalınlığı ve medullar çap ölçümüne geçildi. 3B modelleme programında yer alan 'Segmentation' menüsünden 'Enable/Disable clipping' komutu seçilerek radius kemiğinin proksimal ve distal iki uç arasındaki orta hizadan transversal olarak ikiye bölündü. Sonra ölçüm araçlarının bulunduğu 'Tools' menüsünde 'Measure distance' komutu ile sol kol radius'un corpus düzeyindeki cortex kemik kalınlığı ve sol kol radius'un corpus düzeyindeki cavum medullare'nin çapı (antero-posterior yönde) bilgisayar mouse'u yardımı ile manuel olarak ölçüldü. Ölçülen değerler mm cinsinden kaydedildi (Şekil 2.3).




Şekil 2.3. Radius'un corpus noktası (A), cortex kalınlığı (B) ve medullar çap'ın (C) referans noktaları

A: Radius'un proksimal ve distal ucu arasında bulunan corpus noktası

B: Radius'un corpus düzeyindeki cortex kalınlığı

C: Radius'un corpus düzeyindeki cavum medullare'nin çapı

3B modelleme programı ile elde edilen her bir kemiğin ölçüm verileri Microsoft Office Excel 2007 programına aktarıldı. Excel programı yardımı ile her bir kemiğin ölçüm verilerinin kendi kemik grubu içerisindeki yüzdelik (%) oranları belirlendi. Halterci ve sedanter gruplardan elde edilen tüm ölçüm verileri ve yüzdelik oranları Minitab-14 paket programına aktarıldı. İstatistik tablolarında gruplara ait

verilerin aritmetik ortalamaları ve standart hataları hesaplanarak gösterilmiştir (Mean ± SE).

Gruplar arası karşılaştırmalarda two-sample t-testi ile istatistik analizi yapıldı. Grup içi sağ ve sol kol verilerinin karşılaştırmalarında paired t-testi ile istatistik analizi yapıldı. Gruplardan alınan verilerin kendi aralarındaki ilişkisini belirlemek için de pearson correlation ile istatistik analizi yapıldı. Yapılan testlerde $P<0,05$ ve $P<0,01$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.




Resim 2.1. Ön kol ve el kemiklerinin MDBT ile taranması



Resim 2.2. Sol kol radius distal uç KMY ölçümü

## 3. BULGULAR

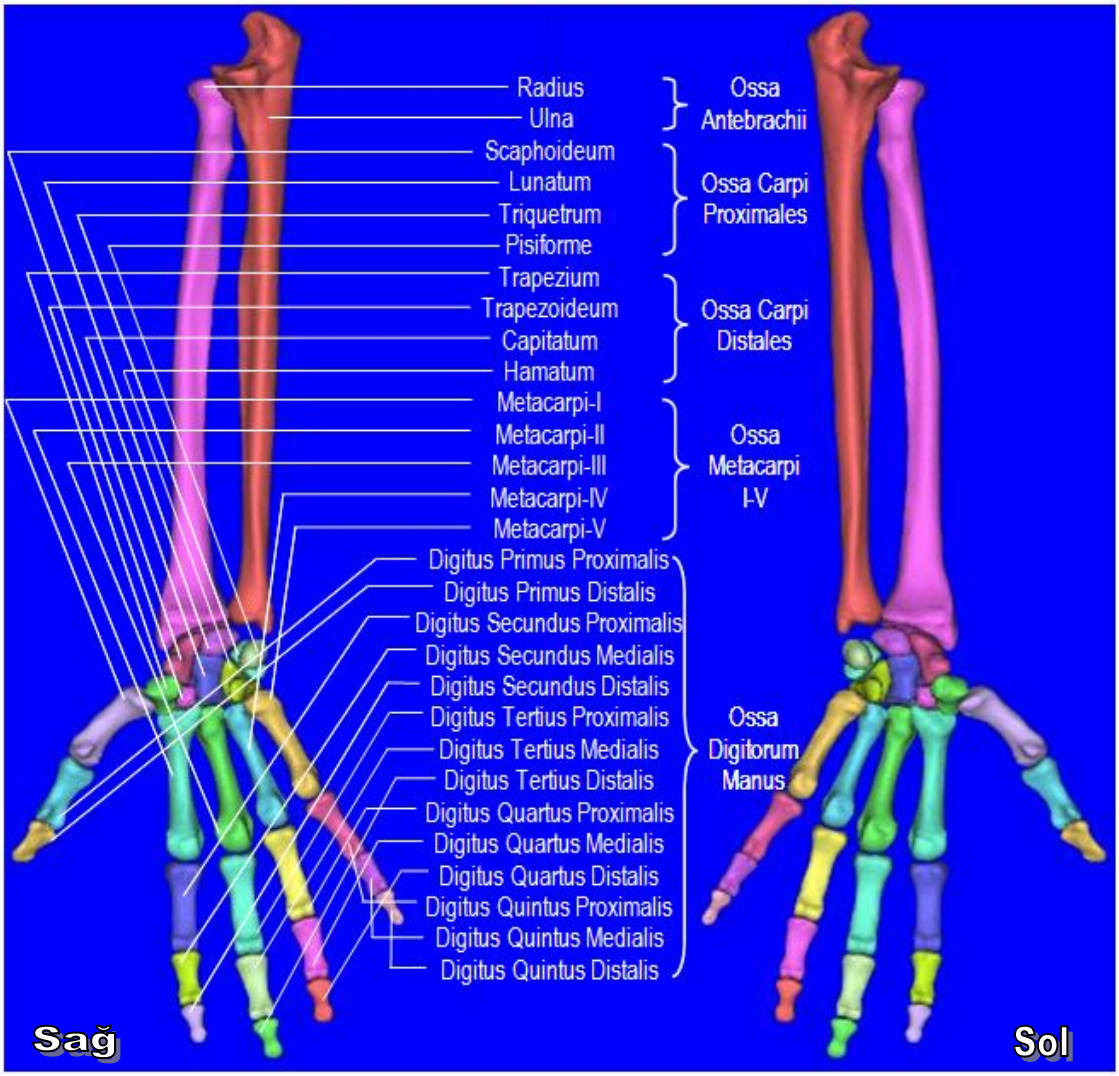
### 3.1. Demografik Bulgular

Demografik bulgular incelendiğinde yaş, boy, kilo ve BKİ yönünden halterciler ile sedanterler arasında istatistiksel olarak fark olmadığı gözlendi (P>0,05).

Çizelge 3.1. Haltercilerin ve sedanterlerin demografik verileri (Mean ± SE).

| Grup | N | Yaş | Boy (cm) | Kilo (kg) | BKİ (kg/m$^2$) |
|---|---|---|---|---|---|
| Halterci | 9 | 22,33±0,67 | 169,67±1,80 | 70,30±3,60 | 24,29±0,82 |
| Sedanter | 9 | 21,78±0,52 | 171,00±1,30 | 72,20±3,40 | 24,62±0,84 |

Gruplar arasında istatistikî açıdan bir fark bulunmamıştır (P>0,05).




Şekil 3.1. Sağ ve sol kol ossa antebrachii ve ossa manus'un 3B modellenmesi (palmar görünüm)

### 3.2. Ossa Antebrachii'nin 3B Modelleme Bulguları

Ossa antebrachii'nin 3B model görüntüleri incelenerek radius ve ulna olmak üzere toplam iki (2) kemikten oluştuğu gözlendi (Şekil 3.1)

Çizelge 3.2. Haltercilerin ve sedanterlerin sağ ön kol kemiklerinin hacim, yüzey alanı ve uzunluk ortalamalarının karşılaştırılması (Mean ± SE).

| Skeleton Antebrachii | Hacim ($mm^3$) | | Yüzey Alanı ($mm^2$) | | Uzunluk (mm) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Halterci | Sedanter | Halterci | Sedanter | Halterci | Sedanter |
| Radius | 50738±2591** | 42619±1833** | 19546±639 | 19563±809 | 231,8±3,6 | 237,8±4,1 |
| Ulna | 55301±2412* | 50471±2317* | 20640±382 | 20782±1201 | 257,0±4,3 | 261,8±3,9 |

*: P<0,05 **: P<0,01 Aynı satırda farklı grupların ortalamaları arasındaki önemi ifade eder.

Çizelge 3.3. Haltercilerin ve sedanterlerin sol ön kol kemiklerinin hacim, yüzey alanı ve uzunluk ortalamalarının karşılaştırılması (Mean ± SE).

| Skeleton Antebrachii | Hacim ($mm^3$) | | Yüzey Alanı ($mm^2$) | | Uzunluk (mm) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Halterci | Sedanter | Halterci | Sedanter | Halterci | Sedanter |
| Radius | 50449±2903** | 40504±1348** | 19322±583 | 19342±761 | 227,3±3,7 | 232,9±4,1 |
| Ulna | 55507±2822* | 48766±1712* | 20181±426 | 20490±988 | 254,1±4,4 | 258,6±3,7 |

*: P<0,05 **: P<0,01 Aynı satırda farklı grupların ortalamaları arasındaki önemi ifade eder.

Çizelge 3.4. Haltercilerin sağ ön kol ile sol ön kol kemiklerinin hacim, yüzey alanı ve uzunluk ortalamalarının karşılaştırılması (Mean ± SE).

| Skeleton Antebrachii | Hacim ($mm^3$) | | Yüzey Alanı ($mm^2$) | | Uzunluk (mm) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sağ | Sol | Sağ | Sol | Sağ | Sol |
| Radius | 50738±2591 | 50449±2903 | 19546±639 | 19322±583 | 231,8±3,6** | 227,3±3,7** |
| Ulna | 55301±2412 | 55507±2822 | 20640±382* | 20181±426* | 257,0±4,3** | 254,1±4,4** |

*: P<0,05 **: P<0,01 Aynı satırda farklı grupların ortalamaları arasındaki önemi ifade eder.

Çizelge 3.5. Sedanterlerin sağ ön kol ile sol ön kol kemiklerinin hacim, yüzey alanı ve uzunluk ortalamalarının karşılaştırılması (Mean ± SE).

| Skeleton Antebrachii | Hacim ($mm^3$) | | Yüzey Alanı ($mm^2$) | | Uzunluk (mm) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sağ | Sol | Sağ | Sol | Sağ | Sol |
| Radius | 42619±1833* | 40504±1348* | 19563±809 | 19342±761 | 237,8±4,1** | 232,9±4,1** |
| Ulna | 50471±2317 | 48766±1712 | 20782±1201 | 20490±988 | 261,8±3,9* | 258,6±3,7* |

*: P<0,05 **: P<0,01 Aynı satırda farklı grupların ortalamaları arasındaki önemi ifade eder.

Çizelge 3.6. Haltercilerin ve sedanterlerin sol ön kol kemiklerinin hacim, yüzey alanı ve uzunluk yüzdelik (%) oranları ortalamalarının karşılaştırılması (Mean ± SE).

| Skeleton Antebrachii | Hacim (%) | | Yüzey Alanı (%) | | Uzunluk (%) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Halterci | Sedanter | Halterci | Sedanter | Halterci | Sedanter |
| Radius | 47,6±0,3** | 45,4±0,4** | 48,9±0,5 | 48,6±0,8 | 47,2±0,2 | 47,4±0,1 |
| Ulna | 52,4±0,3** | 54,6±0,4** | 51,1±0,5 | 51,4±0,8 | 52,8±0,2 | 52,6±0,1 |

**: P<0,01 Aynı satırda farklı grupların ortalamaları arasındaki önemi ifade eder.

Haltercilerin ve sedanterlerin ön kol kemikleri 3B olarak modellenerek elde edilen biyometrik ölçüm verileri karşılaştırıldı ve istatistik analizi yapıldı. İstatistik analizleri incelendiğinde, haltercilerin sağ koldaki radius ve ulna kemik hacmi sedanterlerden yüksek bulundu (sırasıyla P<0,01, P<0,05, Çizelge 3.2).

Haltercilerin sol koldaki radius ve ulna kemik hacmi sedanterlerden yüksek bulundu (sırasıyla P<0,01, P<0,05, Çizelge 3.3).

Haltercilerin sağ koldaki radius ve ulna kemik hacimleri sol koldaki verilere göre farklı bulunmadı (P>0,05). Ancak sağ koldaki ulna kemik yüzey alanı, sol koldaki değerlerden yüksek bulundu (P<0,05). Bununla beraber sağ koldaki radius ve ulna kemik uzunluğu sol koldaki verilere göre de istatistiksel farklılık gösterdi (P<0,01, Çizelge 3.4).

Sedanterlerin sağ koldaki radius kemik hacmi ve uzunluğu sol koldaki değerlerden yüksek bulundu (sırasıyla P<0,05, P<0,01). Sağ koldaki ulna kemik uzunluk verileri ile sol koldaki verileri arasında önemli farklılıklar elde edildi (P<0,05, Çizelge 3.5).

Sol koldaki radius ve ulna kemik hacimleri yüzdelik (%) oranları ortalamaları gruplara göre karşılaştırıldığında halterciler ve sedanterler arasında önemli farklılıklar bulundu (P<0,01, Çizelge 3.6).

### 3.3. Os Radius'un Biyometrik Ölçüm Değerleri ile İlişkisi

Çizelge 3.7. Haltercilerin ve sedanterlerin sol kol radius kemiğinin cortex kalınlığı, medulla çapı ve radius distal uç kemik mineral yoğunluğu ortalamalarının karşılaştırılması (Mean ± SE).

| Gruplar | Halterci | Sedanter |
|---|---|---|
| Radius Cortex Kalınlık (mm) | 6,96±0,32** | 5,61±0,17** |
| Radius Medullar Çap (mm) | 2,76±0,20 | 3,00±0,36 |
| Radius Distal Uç KMY (gr/cm$^2$) | 0,703±0,025** | 0,507±0,019** |

**: P<0,01 Aynı satırda farklı grupların ortalamaları arasındaki önemi ifade eder.

Çizelge 3.8. Haltercilerde sol kol radius biyometrik ölçüm değerleri arasındaki korelasyon.

| Halterci | | Kilo | Boy | Radius DU KMY | Radius Medullar Çap | Radius Cortex Kalınlık |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Radius Hacim | r =<br>p = | 0,730<br>0,025* | 0,848<br>0,004** | 0,465<br>0,207 | -0,084<br>0,831 | 0,583<br>0,099 |
| Radius Cortex Kalınlık | r =<br>p = | 0,763<br>0,017* | 0,607<br>0,083 | 0,343<br>0,366 | -0,609<br>0,082 | - |
| Radius Medullar Çap | r =<br>p = | -0,265<br>0,490 | -0,046<br>0,906 | -0,491<br>0,179 | - | - |
| Radius Distal Uç KMY | r =<br>p = | 0,519<br>0,152 | 0,454<br>0,219 | - | - | - |

*: P<0,05 **: P<0,01 Değişkenlerarası ilişkinin önemini ifade eder.

Çizelge 3.9. Sedanterlerde sol kol radius biyometrik ölçüm değerleri arasındaki korelasyon.

| Sedanter | | Kilo | Boy | Radius DU KMY | Radius Medullar Çap | Radius Cortex Kalınlık |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Radius Hacim | r =<br>p = | 0,387<br>0,304 | 0,715<br>0,030* | 0,447<br>0,227 | 0,606<br>0,084 | -0,241<br>0,532 |
| Radius Cortex Kalınlık | r =<br>p = | -0,194<br>0,616 | -0,075<br>0,848 | 0,037<br>0,925 | -0,676<br>0,046* | - |
| Radius Medullar Çap | r =<br>p = | 0,467<br>0,205 | 0,537<br>0,136 | 0,428<br>0,251 | - | - |
| Radius Distal Uç KMY | r =<br>p = | 0,154<br>0,693 | 0,571<br>0,108 | - | - | - |

*: P<0,05 Değişkenlerarası ilişkinin önemini ifade eder.

Haltercilerin ve sedanterlerin sol radius kemiğinin korpus düzeyindeki korteks kalınlığı ve radius distal uç KMY ölçüm değerleri ortalamaları

karşılaştırıldığında gruplar arasında anlamlı farklılıklar bulundu (P<0,01). Sol kol radius korpus düzeyindeki medullar çap ölçüm değerleri yönünden gruplar arasında istatistiksel fark bulunmadı (P>0,05, Çizelge 3.7).

Çizelge 3.8'de haltercilerde sol kol radius biyometrik ölçüm değerlerinin diğer biyometrik ölçüm değerleri arasındaki korelasyonu araştırıldı. Buna göre radius kemik hacmi ile vücut ağırlığı ve radius hacmi ile boy arasında pozitif (olumlu/doğru orantılı) ilişki bulundu (sırasıyla P<0,05, P<0,01). Radius korpus düzeyindeki korteks kalınlığı ile sadece vücut ağırlığı arasında pozitif (olumlu/doğru orantılı) ilişki tespit edildi (P<0,05). Diğer ölçüm değerleri arasında herhangi bir ilişki bulunmadı (P>0,05).

Sedanterlerde ise radius kemik hacmi ile boy arasında pozitif (olumlu/doğru orantılı) ilişki bulundu (P<0,05). Radius korteks kalınlığı ile radius medullar çapı arasında negatif (olumsuz/ters orantılı) ilişki bulundu (P<0,05). Diğer ölçüm değerleri arasında herhangi bir ilişki bulunmadı (P>0,05, Çizelge 3.9).

### 3.4. Ossa Manus'un 3B Modelleme Bulguları

Ossa manus'un 3B model görüntüleri incelenerek proksimal sıra karpal kemiklerin dört (4), distal sıra karpal kemiklerin dört (4), metakarpal kemiklerin beş (5), digitorum manus'da proksimal falanks kemiklerinin dört (4), medial falanks kemiklerinin beş (5) ve distal falanks kemiklerinin de beş (5) adet olmak üzere toplam yirmiyedi (27) kemikten oluştuğu gözlendi (Şekil 3.1).

#### 3.4.1. Ossa Carpi'nin 3B Modelleme Bulguları

Çizelge 3.10. Haltercilerin ve sedanterlerin sağ el proksimal sıra karpal kemiklerinin hacim ve yüzey alanı ortalamalarının karşılaştırılması (Mean ± SE).

| Ossa Carpi Proximales | Hacim ($mm^3$) | | Yüzey Alanı ($mm^2$) | |
|---|---|---|---|---|
| | Halterci | Sedanter | Halterci | Sedanter |
| Scaphoideum | 2878±185 | 2791±184 | 1192±47 | 1370 ±65 |
| Lunatum | 2000±109 | 1982±138 | 895±31 | 945±53 |
| Triquetrum | 1686±96 | 1551±118 | 770±30 | 777±33 |
| Pisiforme | 909±51 | 867±54 | 519±27 | 539±31 |

Gruplar arasında istatistikî açıdan bir fark bulunmamıştır (P>0,05).

Çizelge 3.11. Haltercilerin ve sedanterlerin sağ el distal sıra karpal kemiklerinin hacim ve yüzey alanı ortalamalarının karşılaştırılması (Mean ± SE).

| Ossa Carpi Distales | Hacim ($mm^3$) | | Yüzey Alanı ($mm^2$) | |
|---|---|---|---|---|
| | Halterci | Sedanter | Halterci | Sedanter |
| Trapezium | 2247±134 | 2194±142 | 1106±56 | 1263±57 |
| Trapezoideum | 1558±109 | 1322±92 | 765±30 | 783±37 |
| Capitatum | 3816±201 | 3421±211 | 1459±59 | 1604±103 |
| Hamatum | 3091±165 | 2838±173 | 1469±55 | 1530±81 |

Gruplar arasında istatistikî açıdan bir fark bulunmamıştır (P>0,05).

Çizelge 3.12. Haltercilerin ve sedanterlerin sol el proksimal sıra karpal kemiklerinin hacim ve yüzey alanı ortalamalarının karşılaştırılması (Mean ± SE).

| Ossa Carpi Proximales | Hacim ($mm^3$) | | Yüzey Alanı ($mm^2$) | |
|---|---|---|---|---|
| | Halterci | Sedanter | Halterci | Sedanter |
| Scaphoideum | 2841±180 | 2775±147 | 1180±41 | 1331±55 |
| Lunatum | 1890±132 | 1927±103 | 883±32 | 922±42 |
| Triquetrum | 1667±92 | 1564±109 | 777±25 | 781±51 |
| Pisiforme | 859±30 | 897±48 | 541±37 | 551±27 |

Gruplar arasında istatistikî açıdan bir fark bulunmamıştır (P>0,05).

Çizelge 3.13. Halterciler ile sedanterlerin sol el distal sıra karpal kemiklerinin hacim ve yüzey alanı ortalamalarının karşılaştırılması (Mean ± SE).

| Ossa Carpi Distales | Hacim ($mm^3$) | | Yüzey Alanı ($mm^2$) | |
|---|---|---|---|---|
| | Halterci | Sedanter | Halterci | Sedanter |
| Trapezium | 2228±119 | 2165±127 | 1100±66 | 1194±55 |
| Trapezoideum | 1532±111 | 1347±76 | 755±32 | 784±26 |
| Capitatum | 3736±182 | 3397±169 | 1453±45 | 1526±66 |
| Hamatum | 3074±171 | 2741±148 | 1436±39 | 1522±68 |

Gruplar arasında istatistikî açıdan bir fark bulunmamıştır (P>0,05).

Çizelge 3.14. Haltercilerin sağ ile sol el proksimal sıra karpal kemiklerinin hacim ve yüzey alanı ortalamalarının karşılaştırılması (Mean ± SE).

| Ossa Carpi Proximales | Hacim ($mm^3$) | | Yüzey Alanı ($mm^2$) | |
|---|---|---|---|---|
| | Sağ | Sol | Sağ | Sol |
| Scaphoideum | 2878±185 | 2841±180 | 1192±47 | 1180±41 |
| Lunatum | 2000±109 | 1890±132 | 895±31 | 883±32 |
| Triquetrum | 1686±96 | 1667±92 | 770±30 | 777±25 |
| Pisiforme | 909±51 | 859±30 | 519±27 | 541±37 |

Gruplar arasında istatistikî açıdan bir fark bulunmamıştır (P>0,05).

Çizelge 3.15. Haltercilerin sağ ile sol el distal sıra karpal kemiklerinin hacim ve yüzey alanı ortalamalarının karşılaştırılması (Mean ± SE).

| Ossa Carpi Distales | Hacim ($mm^3$) | | Yüzey Alanı ($mm^2$) | |
|---|---|---|---|---|
| | Sağ | Sol | Sağ | Sol |
| Trapezium | 2247±134 | 2228±119 | 1106±56 | 1100±66 |
| Trapezoideum | 1558±109 | 1532±111 | 765±30 | 755±32 |
| Capitatum | 3816±201 | 3736±182 | 1459±59 | 1453±45 |
| Hamatum | 3091±165 | 3074±171 | 1469±55 | 1436±39 |

Gruplar arasında istatistikî açıdan bir fark bulunmamıştır (P>0,05).

Çizelge 3.16. Sedanterlerin sağ el ile sol el proksimal sıra karpal kemiklerinin hacim ve yüzey alanı ortalamalarının karşılaştırılması (Mean ± SE).

| Ossa Carpi Proximales | Hacim ($mm^3$) | | Yüzey Alanı ($mm^2$) | |
|---|---|---|---|---|
| | Sağ | Sol | Sağ | Sol |
| Scaphoideum | 2791±184 | 2775±147 | 1370 ±65 | 1331±55 |
| Lunatum | 1982±138 | 1927±103 | 945±53 | 922±42 |
| Triquetrum | 1551±118 | 1564±109 | 777±33 | 781±51 |
| Pisiforme | 867±54 | 897±48 | 539±31 | 551±27 |

Gruplar arasında istatistikî açıdan bir fark bulunmamıştır (P>0,05).

Çizelge 3.17. Sedanterlerin sağ el ile sol el distal sıra karpal kemiklerinin hacim ve yüzey alanı ortalamalarının karşılaştırılması (Mean ± SE).

| Ossa Carpi Distales | Hacim ($mm^3$) | | Yüzey Alanı ($mm^2$) | |
|---|---|---|---|---|
| | Sağ | Sol | Sağ | Sol |
| Trapezium | 2194±142 | 2165±127 | 1263±57 | 1194±55 |
| Trapezoideum | 1322±92 | 1347±76 | 783±37 | 784±26 |
| Capitatum | 3421±211 | 3397±169 | 1604±103 | 1526±66 |
| Hamatum | 2838±173 | 2741±148 | 1530±81 | 1522±68 |

Gruplar arasında istatistikî açıdan bir fark bulunmamıştır (P>0,05).

Çizelge 3.18. Haltercilerin ve sedanterlerin sol el proksimal sıra karpal kemiklerinin hacim ve yüzey alanı yüzdelik oranları ortalamalarının karşılaştırılması (Mean ± SE).

| Ossa Carpi Proximales | Hacim (%) | | Yüzey Alanı (%) | |
|---|---|---|---|---|
| | Halterci | Sedanter | Halterci | Sedanter |
| Scaphoideum | 39,0±1,2 | 38,7±0,6 | 34,8±0,8 | 37,1±0,6 |
| Lunatum | 25,9±1,0 | 26,9±0,5 | 26,1±0,6 | 25,7±0,6 |
| Triquetrum | 23,0±0,7 | 21,8±0,9 | 23,0±0,5 | 21,7±0,9 |
| Pisiforme | 12,1±0,7 | 12,6±0,5 | 16,1±1,2 | 15,5±0,9 |

Gruplar arasında istatistikî açıdan bir fark bulunmamıştır (P>0,05).

Çizelge 3.19. Haltercilerin ve sedanterlerin sol el distal sıra karpal kemiklerinin hacim ve yüzey alanı yüzdelik oranları ortalamalarının karşılaştırılması (Mean ± SE).

| Ossa Carpi Distales | Hacim (%) | | Yüzey Alanı (%) | |
|---|---|---|---|---|
| | Halterci | Sedanter | Halterci | Sedanter |
| Trapezium | 21,1±0,5 | 22,4±0,5 | 23,1±0,8 | 23,6±0,3 |
| Trapezoideum | 14,4±0,5 | 14,0±0,3 | 15,9±0,4 | 15,7±0,4 |
| Capitatum | 35,4±0,5 | 35,2±0,5 | 30,7±0,7 | 30,4±0,4 |
| Hamatum | 29,1±0,8 | 28,4±0,6 | 30,3±0,5 | 30,3±0,6 |

Gruplar arasında istatistikî açıdan bir fark bulunmamıştır (P>0,05).

Sağ el ve sol el karpal kemiklerin hacim ve yüzey alanı yönünden gruplar arasında anlamlı bir farklılık (P>0,05) bulunmadı (Çizelge 3.10, 3.11, 3.12, 3.13)

Grupların kendi içinde sağ el ve sol el karpal kemik verileri karşılaştırıldığında değişkenler yönünden bir farklılık bulunmadı (P>0,05, Çizelge 3.14, 3.15, 3.16, 3.17).

Karpal kemik ölçüm değerleri yüzdelik (%) oranları ortalamaları karşılaştırıldığında da gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı (P>0,05, Çizelge 3.18, 3.19).

### 3.4.2. Ossa Metacarpi'nin 3B Modelleme Bulguları

Çizelge 3.20. Haltercilerin ve sedanterlerin sağ el metakarpal kemiklerinin hacim, yüzey alanı ve uzunluk ortalamalarının karşılaştırılması (Mean ± SE).

| Metacarpi I-V | Hacim ($mm^3$) | | Yüzey Alanı ($mm^2$) | | Uzunluk (mm) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Halterci | Sedanter | Halterci | Sedanter | Halterci | Sedanter |
| I | 5290±300 | 4953±212 | 3168±125 | 3192±119 | 40,7±1,3 | 40,4±1,1 |
| II | 7704±402 | 7106±316 | 4186±114 | 4163±186 | 66,9±1,4 | 66,5±1,0 |
| III | 7225±351 | 6784±300 | 3821±108 | 3875±182 | 66,3±1,3 | 65,3±1,0 |
| IV | 5006±305 | 4581±179 | 2803±97 | 2864±138 | 56,4±1,0 | 55,2±0,8 |
| V | 4374±317 | 4228±221 | 2718±117 | 2711±136 | 51,8±1,3 | 50,7±1,0 |

Gruplar arasında istatistikî açıdan bir fark bulunmamıştır (P>0,05).

Çizelge 3.21. Haltercilerin ve sedanterlerin sol el metakarpal kemiklerinin hacim, yüzey alanı ve uzunluk ortalamalarının karşılaştırılması (Mean ± SE).

| Metacarpi I-V | Hacim ($mm^3$) | | Yüzey Alanı ($mm^2$) | | Uzunluk (mm) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Halterci | Sedanter | Halterci | Sedanter | Halterci | Sedanter |
| I | 5187±301 | 4743±152 | 3143±120 | 3161±122 | 38,7±1,5 | 38,8±1,5 |
| II | 7678±423 | 6917±285 | 4037±140 | 4081±178 | 66,7±1,3 | 66,4±1,0 |
| III | 7208±379 | 6608±256 | 3814±96 | 3797±148 | 66,9±1,2 | 65,2±1,0 |
| IV | 4816±289 | 4276±156 | 2754±90 | 2791±106 | 56,5±0,9 | 54,9±0,7 |
| V | 4296±344 | 3900±177 | 2664±110 | 2653±122 | 52,1±1,0 | 49,9±0,8 |

Gruplar arasında istatistikî açıdan bir fark bulunmamıştır (P>0,05).

Çizelge 3.22. Haltercilerin sağ el ile sol el metakarpal kemiklerinin hacim, yüzey alanı ve uzunluk ortalamalarının karşılaştırılması (Mean ± SE).

| Metacarpi I-V | Hacim ($mm^3$) | | Yüzey Alanı ($mm^2$) | | Uzunluk (mm) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sağ | Sol | Sağ | Sol | Sağ | Sol |
| I | 5290±300 | 5187±301 | 3168±125 | 3143±120 | 40,7±1,3* | 38,7±1,5* |
| II | 7704±402 | 7678±423 | 4186±114 | 4037±140 | 66,9±1,4 | 66,7±1,3 |
| III | 7225±351 | 7208±379 | 3821±108 | 3814±96 | 66,3±1,3 | 66,9±1,2 |
| IV | 5006±305 | 4816±289 | 2803±97 | 2754±90 | 56,4±1,0 | 56,5±0,9 |
| V | 4374±317 | 4296±344 | 2718±117 | 2664±110 | 51,8±1,3 | 52,1±1,0 |

*: P<0,05 Aynı satırda farklı grupların ortalamaları arasındaki önemi ifade eder.

Çizelge 3.23. Sedanterlerin sağ el ile sol el metakarpal kemiklerinin hacim, yüzey alanı ve uzunluk ortalamalarının karşılaştırılması (Mean ± SE).

| Metacarpi I-V | Hacim ($mm^3$) | | Yüzey Alanı ($mm^2$) | | Uzunluk (mm) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sağ | Sol | Sağ | Sol | Sağ | Sol |
| I | 4953±212* | 4743±152* | 3192±119 | 3161±122 | 40,4±1,1* | 38,8±1,5* |
| II | 7106±316 | 6917±285 | 4163±186 | 4081±178 | 66,5±1,0 | 66,4±1,0 |
| III | 6784±300 | 6608±256 | 3875±182 | 3797±148 | 65,3±1,0 | 65,2±1,0 |
| IV | 4581±179** | 4276±156** | 2864±138 | 2791±106 | 55,2±0,8 | 54,9±0,7 |
| V | 4228±221** | 3900±177** | 2711±136* | 2653±122* | 50,7±1,0 | 49,9±0,8 |

*: P<0,05 **: P<0,01 Aynı satırda farklı grupların ortalamaları arasındaki önemi ifade eder.

Çizelge 3.24. Halterci ve sedanterlerin sol el metakarpal kemiklerinin hacim, yüzey alanı ve uzunluk yüzdelik oranları ortalamalarının karşılaştırılması (Mean ± SE).

| Metacarpi I-V | Hacim (%) | | Yüzey Alanı (%) | | Uzunluk (%) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Halterci | Sedanter | Halterci | Sedanter | Halterci | Sedanter |
| I | 17,8±0,5 | 18,0±0,2 | 19,1±0,4 | 19,2±0,3 | 13,7±0,3 | 14,1±0,4 |
| II | 26,3±0,3 | 26,1±0,3 | 24,6±0,4 | 24,7±0,2 | 23,8±0,2 | 24,1±0,2 |
| III | 24,8±0,3 | 25,0±0,2 | 23,3±0,3 | 23,1±0,3 | 23,9±0,2 | 23,7±0,2 |
| IV | 16,5±0,3 | 16,2±0,3 | 16,8±0,1 | 16,9±0,2 | 20,1±0,2 | 20,0±0,1 |
| V | 14,6±0,4 | 14,7±0,2 | 16,2±0,3 | 16,1±0,2 | 18,5±0,2 | 18,1±0,2 |

Gruplar arasında istatistikî açıdan bir fark bulunmamıştır (P>0,05).

Yukarıdaki çizelgelerde de görüleceği üzere hem sağ el hem de sol el metakarpal kemiklerin hacim, yüzey alanı ve uzunlukları yönünden halterci grup ortalamaları ile sedanter grup ortalamaları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (P>0,05, Çizelge 3.20, 3.21).

Haltercilerde sağ el ile sol el metakarpal kemik ölçüm değerleri karşılaştırıldığında; sadece sağ birinci (I.) metakarpal kemik uzunluğu sol eldeki veriler ile farklılık gösterdi (P<0,05, Çizelge 3.22). Sedanterlerde sağ el ile sol el metakarpal kemik ölçüm değerleri karşılaştırıldığında ise; sağ el birinci (I.) kemikte hem hacim hem de uzunluk değerleri sol el değerlerinden yüksek (P<0,05) bulundu (Çizelge 3.23). Dördüncü (IV.) kemikte hacim (P<0,01), beşinci (V.) kemikte de hacim ve yüzey alanı değerleri sol el değerlerinden yüksek (sırasıyla P<0,01, P<0,05) bulundu (Çizelge 3.23).

Sol el metakarpal kemiklerin hacim, yüzey alanı ve uzunluk yüzdelik (%) oranları ortalamaları karşılaştırıldığında; halterci ve sedanter gruplar arasında anlamlı bir farklılık (P>0,05) bulunmadı (Çizelge 3.24).

### 3.4.3. Ossa Digitorum Manus'un 3B Modelleme Bulguları

Çizelge 3.25. Haltercilerin ve sedanterlerin sağ el digitorum manus kemiklerinin hacim, yüzey alanı ve uzunluk ortalamalarının karşılaştırılması (Mean ± SE).

| Digitorum Manus | | Hacim ($mm^3$) | | Yüzey Alanı ($mm^2$) | | Uzunluk (mm) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Halterci | Sedanter | Halterci | Sedanter | Halterci | Sedanter |
| Digitus Primus | Prox. | 2722±169 | 2708±111 | 1722±59 | 1746±76 | 31,7±1,1 | 31,9±0,5 |
| | Dist. | 1204±58 | 1206±39 | 865±25 | 856±26 | 21,0±0,6 | 19,5±0,6 |
| Digitus Secundus | Prox. | 3527±217 | 3382±123 | 2197±86 | 2168±94 | 41,1±1,0 | 40,8±0,8 |
| | Med. | 1416±77 | 1401±58 | 938±28 | 937±40 | 24,4±0,6 | 23,5±0,5 |
| | Dist. | 540±24 | 535±16 | 431±13 | 436±13 | 17,5±0,2 | 16,9±0,4 |
| Digitus Tertius | Prox. | 4213±236 | 4045±150 | 2452±71 | 2474±106 | 45,1±0,9 | 45,0±0,8 |
| | Med. | 1974±105 | 1934±79 | 1183±30 | 1210±55 | 29,5±0,7 | 28,7±0,7 |
| | Dist. | 663±34 | 670±24 | 502±14 | 500±17 | 18,3±0,4 | 18,0±0,4 |
| Digitus Quartus | Prox. | 3425±213 | 3292±129 | 2036±78 | 2044±95 | 42,0±1,1 | 42,2±0,9 |
| | Med. | 1660±95 | 1633±64 | 1063±30 | 1072±52 | 28,4±0,7 | 27,4±0,7 |
| | Dist. | 628±34 | 635±20 | 489±16 | 488±14 | 18,7±0,4 | 18,4±0,4 |
| Digitus Quintus | Prox. | 2207±164 | 2090±87 | 1494±65 | 1428±60 | 34,1±1,0 | 32,8±0,8 |
| | Med. | 925±72 | 877±45 | 674±29 | 642±28 | 19,9±0,7 | 19,3±0,6 |
| | Dist. | 424±22 | 418±17 | 363±8 | 360±10 | 16,7±0,3 | 16,2±0,2 |

Gruplar arasında istatistikî açıdan bir fark bulunmamıştır (P>0,05).

Çizelge 3.26. Haltercilerin ve sedanterlerin sol el digitorum manus kemiklerinin hacim, yüzey alanı ve uzunluk ortalamalarının karşılaştırılması (Mean ± SE).

| Digitorum Manus | | Hacim ($mm^3$) | | Yüzey Alanı ($mm^2$) | | Uzunluk (mm) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Halterci | Sedanter | Halterci | Sedanter | Halterci | Sedanter |
| Digitus Primus | Prox. | 2705±190 | 2583±85 | 1724±70 | 1742±80 | 30,9±1,1 | 31,2±0,6 |
| | Dist. | 1196±37 | 1149±35 | 853±25 | 852±28 | 20,1±0,6 | 19,1±0,7 |
| Digitus Secundus | Prox. | 3542±209 | 3276±137 | 2176±91 | 2117±97 | 41,4±1,1 | 40,5±0,8 |
| | Med. | 1431±69 | 1348±55 | 929±26 | 905±42 | 24,3±0,7 | 23,5±0,4 |
| | Dist. | 533±22 | 514±15 | 426±8 | 423±13 | 17,6±0,3 | 17,1±0,3 |
| Digitus Tertius | Prox. | 4207±231 | 3930±154 | 2445±82 | 2458±112 | 45,8±1,1 | 44,9±0,8 |
| | Med. | 2008±94 | 1904±77 | 1184±46 | 1203±58 | 29,5±0,8 | 28,7±0,6 |
| | Dist. | 662±34 | 657±19 | 507±14 | 512±18 | 18,2±0,5 | 18,1±0,3 |
| Digitus Quartus | Prox. | 3362±202 | 3114±128 | 2016±68 | 2012±88 | 42,3±1,1 | 42,0±0,8 |
| | Med. | 1643±92 | 1564±65 | 1048±23 | 1060±48 | 28,2±0,8 | 27,2±0,6 |
| | Dist. | 614±29 | 596±22 | 477±12 | 483±13 | 18,9±0,4 | 18,6±0,4 |
| Digitus Quintus | Prox. | 2243±181 | 1976±74 | 1475±55 | 1407±57 | 33,7±0,9 | 32,9±0,6 |
| | Med. | 967±81 | 861±37 | 681±31 | 650±24 | 20,4±0,8 | 19,2±0,5 |
| | Dist. | 439±27 | 403±12 | 369±10 | 351±11 | 16,7±0,3 | 16,4±0,3 |

Gruplar arasında istatistikî açıdan bir fark bulunmamıştır (P>0,05).

Çizelge 3.27. Haltercilerin sağ el ile sol el digitorum manus kemiklerinin hacim, yüzey alanı ve uzunluk ortalamalarının karşılaştırılması (Mean ± SE).

| Digitorum Manus | | Hacim ($mm^3$) | | Yüzey Alanı ($mm^2$) | | Uzunluk (mm) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Sağ | Sol | Sağ | Sol | Sağ | Sol |
| Digitus Primus | Prox. | 2722±169 | 2705±190 | 1722±59 | 1724±70 | 31,7±1,1 | 30,9±1,1 |
| | Dist. | 1204±58 | 1196±37 | 865±25 | 853±25 | 21,0±0,6 | 20,1±0,6 |
| Digitus Secundus | Prox. | 3527±217 | 3542±209 | 2197±86 | 2176±91 | 41,1±1,0 | 41,4±1,1 |
| | Med. | 1416±77 | 1431±69 | 938±28 | 929±26 | 24,4±0,6 | 24,3±0,7 |
| | Dist. | 540±24 | 533±22 | 431±13 | 426±8 | 17,5±0,2 | 17,6±0,3 |
| Digitus Tertius | Prox. | 4213±236 | 4207±231 | 2452±71 | 2445±82 | 45,1±0,9 | 45,8±1,1 |
| | Med. | 1974±105 | 2008±94 | 1183±30 | 1184±46 | 29,5±0,7 | 29,5±0,8 |
| | Dist. | 663±34 | 662±34 | 502±14 | 507±14 | 18,3±0,4 | 18,2±0,5 |
| Digitus Quartus | Prox. | 3425±213 | 3362±202 | 2036±78 | 2016±68 | 42,0±1,1 | 42,3±1,1 |
| | Med. | 1660±95 | 1643±92 | 1063±30 | 1048±23 | 28,4±0,7 | 28,2±0,8 |
| | Dist. | 628±34 | 614±29 | 489±16 | 477±12 | 18,7±0,4 | 18,9±0,4 |
| Digitus Quintus | Prox. | 2207±164 | 2243±181 | 1494±65 | 1475±55 | 34,1±1,0 | 33,7±0,9 |
| | Med. | 925±72* | 967±81* | 674±29 | 681±31 | 19,9±0,7 | 20,4±0,8 |
| | Dist. | 424±22 | 439±27 | 363±8 | 369±10 | 16,7±0,3 | 16,7±0,3 |

*: P<0,05 Aynı satırda farklı grupların ortalamaları arasındaki önemi ifade eder.

Çizelge 3.28. Sedanterlerin sağ el ile sol el digitorum manus kemiklerinin hacim, yüzey alanı ve uzunluk ortalamalarının karşılaştırılması (Mean ± SE).

| Digitorum Manus | | Hacim ($mm^3$) | | Yüzey Alanı ($mm^2$) | | Uzunluk (mm) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Sağ | Sol | Sağ | Sol | Sağ | Sol |
| Digitus Primus | Prox. | 2708±111** | 2583±85** | 1746±76 | 1742±80 | 31,9±0,5* | 31,2±0,6* |
| | Dist. | 1206±39* | 1149±35* | 856±26 | 852±28 | 19,5±0,6 | 19,1±0,7 |
| Digitus Secundus | Prox. | 3382±123* | 3276±137* | 2168±94** | 2117±97** | 40,8±0,8 | 40,5±0,8 |
| | Med. | 1401±58** | 1348±55** | 937±40* | 905±42* | 23,5±0,5 | 23,5±0,4 |
| | Dist. | 535±16** | 514±15** | 436±13* | 423±13* | 16,9±0,4 | 17,1±0,3 |
| Digitus Tertius | Prox. | 4045±150 | 3930±154 | 2474±106 | 2458±112 | 45,0±0,8 | 44,9±0,8 |
| | Med. | 1934±79 | 1904±77 | 1210±55 | 1203±58 | 28,7±0,7 | 28,7±0,6 |
| | Dist. | 670±24 | 657±19 | 500±17 | 512±18 | 18,0±0,4 | 18,1±0,3 |
| Digitus Quartus | Prox. | 3292±129** | 3114±128** | 2044±95 | 2012±88 | 42,2±0,9 | 42,0±0,8 |
| | Med. | 1633±64** | 1564±65** | 1072±52 | 1060±48 | 27,4±0,7 | 27,2±0,6 |
| | Dist. | 635±20* | 596±22* | 488±14 | 483±13 | 18,4±0,4 | 18,6±0,4 |
| Digitus Quintus | Prox. | 2090±87* | 1976±74* | 1428±60 | 1407±57 | 32,8±0,8 | 32,9±0,6 |
| | Med. | 877±45 | 861±37 | 642±28 | 650±24 | 19,3±0,6 | 19,2±0,5 |
| | Dist. | 418±17 | 403±12 | 360±10 | 351±11 | 16,2±0,2 | 16,4±0,3 |

*: P<0,05 **: P<0,01 Aynı satırda farklı grupların ortalamaları arasındaki önemi ifade eder.

Çizelge 3.29. Haltercilerin ve sedanterlerin sol el digitorum manus kemiklerinin hacim, yüzey alanı ve uzunluk yüzdelik oranları ortalamalarının karşılaştırılması (Mean ± SE).

| Digitorum Manus | | Hacim(%) | | Yüzey Alanı (%) | | Uzunluk (%) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Halterci | Sedanter | Halterci | Sedanter | Halterci | Sedanter |
| Digitus Primus | Prox. | 16,8±0,2 | 17,4±0,3 | 17,5±0,3 | 17,9±0,2 | 15,9±0,2 | 16,3±0,2 |
| | Dist. | 34,9±1,4 | 34,6±0,5 | 32,4±0,6 | 32,5±0,3 | 22,0±0,5 | 21,4±0,5 |
| Digitus Secundus | Prox. | 22,1±0,3 | 22,0±0,2 | 22,1±0,3 | 21,7±0,2 | 21,3 ±0,2 | 21,1±0,2 |
| | Med. | 23,7±0,4 | 23,8±0,5 | 24,2±0,2 | 23,7±0,3 | 23,8±0,2 | 23,9±0,3 |
| | Dist. | 15,5±0,4 | 15,5±0,3 | 16,2±0,2 | 16,2±0,3 | 19,3±0,3 | 19,2±0,2 |
| Digitus Tertius | Prox. | 26,3±0,3 | 26,4±0,3 | 24,9±0,3 | 25,2±0,3 | 23,6±0,2 | 23,5±0,1 |
| | Med. | 33,4±0,5 | 33,5±0,3 | 30,8±0,6 | 31,5±0,3 | 28,8±0,3 | 29,1±0,2 |
| | Dist. | 19,1±0,4 | 19,8±0,3 | 19,3±0,3 | 19,5±0,3 | 19,9±0,2 | 20,3±0,2 |
| Digitus Quartus | Prox. | 21,0±0,3 | 20,9±0,2 | 20,5±0,2 | 20,7±0,1 | 21,8±0,1 | 21,9±0,1 |
| | Med. | 27,1±0,3 | 27,5±0,3 | 27,4±0,4 | 27,7±0,2 | 27,5±0,1 | 27,5±0,1 |
| | Dist. | 17,8±0,4 | 17,9±0,5 | 18,1±0,3 | 18,4±0,1 | 20,6±0,2 | 20,8±0,3 |
| Digitus Quintus | Prox. | 13,8±0,4 | 13,3±0,3 | 15,0±0,3 | 14,5±0,3 | 17,4±0,2 | 17,2±0,2 |
| | Med. | 15,8±0,6 | 15,2±0,4 | 17,6±0,5 | 17,1±0,4 | 19,9±0,4 | 19,5±0,4 |
| | Dist. | 12,7±0,5 | 12,2±0,3 | 14,0±0,3 | 13,4±0,4 | 18,2±0,2 | 18,3±0,3 |

Gruplar arasında istatistikî açıdan bir fark bulunmamıştır (P>0,05).

Çizelge 3.25 ve 3.26 incelendiğinde hem sağ el hem de sol el parmak kemiklerinde (proksimal, medial ve distal falankslar) hacim, yüzey alanı ve uzunluk yönünden gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmadı (P>0,05).

Çizelge 3.27 incelendiğinde haltercilerin sağ el ile sol el parmakları karşılaştırıldığında; sadece beşinci parmağın medial falanksında, hacim yönünden sağ el ile sol el arasında anlamlı farklılık bulundu ($P<0,05$). Diğer parmaklar, değişkenler yönünden sağ el ile sol el arasında istatistiksel farklılık göstermedi ($P>0,05$).

Çizelge 3.28'de sedanterlerde sağ el ile sol el parmak ölçüm değerleri ortalamaları karşılaştırıldığında; uzunluk yönünden sadece sağ el birinci proksimal falanksta farklılık bulunurken ($P<0,05$), proksimal ve distal falanksta, hacim yönünden sağ el sol elden yüksek bulundu (sırasıyla $P<0,01$, $P<0,05$). İkinci parmağın proksimal, medial ve distal falankslarında; hacim yönünden (sırasıyla $P<0,05$, $P<0,01$, $P<0,01$) ve yüzey alanı yönünden (sırasıyla $P<0,01$, $P<0,05$, $P<0,05$) sağ el sol elden yüksek bulundu. Üçüncü parmakta hacim, yüzey alanı ve uzunluk yönünden sağ el ile sol el arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı ($P>0,05$). Dördüncü parmağın proksimal, medial ve distal falankslarında; hacim yönünden (sırasıyla $P<0,01$, $P<0,01$, $P<0,05$) sağ el sol elden yüksek bulundu. Yine beşinci parmağın proksimal falanksında sadece hacim yönünden sağ el sol elden yüksek bulundu ($P<0,05$).

Çizelge 3.29'da görüldüğü üzere haltercilerin ve sedanterlerin sol el digitorum manus kemikleri (proksimal, medial ve distal falankslar) hacim, yüzey alanı ve uzunluk yüzdelik (%) oranları ortalamaları karşılaştırıldığında gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığı belirlendi ($P>0,05$).

## 4. TARTIŞMA

Mekanik yüklenmenin, kemik kitlesinin arttırılması yanında iskelet yapısının adaptasyonu ve kemik sağlamlığını arttırmak için de en iyi uyaranlardan biri olduğu belirlenmiştir. Fiziksel aktivite, tüm büyüme sırasında kaydedilebilir iskelet yararı sağlar. Büyüme esnasında mekanik yüklenme ile elde edilen kemik kütlesi ve kemik yapısındaki yararlarının ileri yaşta muhafaza olabileceğini gösteren kanıtlar da bulunmaktadır. Eski erkek sporcuların beklenenden daha düşük kırık riskine sahip olduğunu gösteren bulgular, bu görüşü desteklemektedir (Karlsson ve Rosengren 2012).

Kardiyovasküler fonksiyon geliştirmek veya kilo vermek amacıyla koşu ve bisiklet gibi benzer sporlar, iskelet gücü için çok etkili değildir. İskelet durumunu geliştirmek için futbol, voleybol, tenis gibi egzersizler en etkili yüklerin türlerini içerir (Li ve ark 2004).

Spor bilimleriyle ilgili araştırmacılar tarafından, yüzyılı aşkın bir süredir sporcuların fiziki karakterleri incelenmekte ve antrenmanların morfolojik yapıya olan etkilerinin saptanması için çeşitli ölçüm yöntemleri kullanılmaktadır (Duquet ve Carter 1999).

Haltercilerin somatotipleri arasındaki farklar Sheldon ve Heath-Carter yöntemler kullanılarak performans seviyeleri ve haltercilerin yaş grupları arasındaki farklılıkları incelenmiş (Eva 1990, Keogh ve ark 2007), elit halterciler arasında yaralanma insidans ve prevalansı ile olası yaralanmalara sebep olan egzersizler araştırılmıştır (Calhoon ve Fry 1999, Raske ve Norlin 2002),

Farklı darbelerdeki egzersizlerin eklem kıkırdağının deformasyonel davranışına ve fonksiyonel adaptasyonuna etkisi (Çelik 2010), egzersiz ve yaralanmalarda kemiğin fonksiyonel adaptasyonu (Wohl ve ark 2000), egzersizin kemik kalitesi ve kemik miktarı üzerine etki mekanizmaları (Judex ve ark 2008) incelenmiştir.

Bazı araştırıcılar da (Eckstein ve ark 2006), haltercilerde ve sedanterlerde farklı diz hareketlerinin akut etkilerini karşılaştırmışlardır. Sonuçları incelendiğinde; kıkırdak doku deformitelerinin miktarı, egzersizin şiddetine göre değişmekte ve egzersiz şiddetinin artmasıyla da deformitelerde artış olduğu gözlemlenmiştir.

Son zamanlarda, birçok hastalığın tanı ve değerlendirilmesi üzerinde dominant bir rol oynayan bilgisayarlı tomografi (Kara ve ark 2004), anatomi ile ilgili biyometrik araştırmalarla ırkların belirlenmesi (Regedon ve ark 1991, Onar ve ark 2002) gibi önemli katkılarda bulunmakta; kemiğin kalite, kantite ve hacim ölçümünde de çok detaylı bilgiler vermektedir (Zimmermann ve ark 2004).

Kemikler üzerinde yapılan çalışmalarla türler arasındaki cinsel farklılıklar incelenmiş (Başoğul 2007, Kutun 2008, Pazvant ve Kahvecioğlu 2009), insan ve çeşitli hayvanların ekstremitelerinde birçok makroanatomik çalışma yapılmıştır. Buna ilaveten BT ve bazı bilgisayar programları yardımı ile üç boyutlu görüntüler elde edilmekte ve bu programlar özellikle anatomi, fizyoloji ve klinik tedavide kullanım alanı bulmaktadır (Elad ve Einav 1990, Mitchell 1995).

Mevcut araştırmada 3B modelleme programı olarak kullanılan MIMICS programı, beşeri hekimlikte lumbosacral spine (Guan ve ark 2006), vertebra lumbalis (Lu ve ark 2009), os lunatum (Gittard ve ark 2009), os scaphoideum (Pichler ve ark 2010) ve gaster'in (Henry ve ark 2007) rekonstrüksiyonunda, kraniyofasiyal bölgedeki kemiksel asimetrilerin yumuşak doku ile ilişkisinin belirlenmesinde (Nur 2010) kullanılmıştır.

Beşeri hekimlik alanında (Coburna ve ark 2007) kullanılan 3B modelleme programları, özellikle protez yapımında model oluşturulması amacıyla kullanılmasına rağmen (Gittard ve ark 2009) yapılan kaynak taramalarında egzersizin, vücut yapısı üzerine etkilerinin belirlenmesine yönelik kullanımıyla ilgili çok sınırlı kaynağa ulaşılmıştır (Kalaycı 2008, İnce 2010). Haltecilerde ön kol ve el kemiklerinin üç boyutlu geometrik modeli ile ilgili olarak da herhangi bir çalışmaya rastlanamamıştır.

Kemik kitlesi ve geometrisinin yüksek yüklenmede belirleyici olduğu düşünülmektedir (Wilks ve ark 2009). Kemiğin kullanılmaması sonucunda atrofi 'zayıflama', aşırı kullanılması durumunda ise kemik kitlesindeki artışla birlikte hipertrofi 'anormal büyüme' ortaya çıkar (Akay 1992). Pettersson ve ark (1998) spor ve egzersiz yapanlarda hem kas kuvveti, hem de kemik parametrelerinde artış olacağını bildirmiştir.

Dayanıklılık egzersizlerinin uygulandığı genç sıçanlarda, koşu grubunun femur kemik hacmi, kontrol grubu değerlerinden daha yüksek bulunmuştur (Joo ve ark 2003).

Halterciler üzerinde yaptığımız bu çalışmada da büyük ölçüde literatürle uyumlu sonuçlar elde edildi. Haltercilerin ve sedanterlerin ön kol kemiklerinin istatistik analizleri incelendiğinde, haltercilerin sağ koldaki radius ve ulna kemik hacmi sedanterlerden yüksek bulundu (sırasıyla $P<0,01$, $P<0,05$). Haltercilerin sol koldaki radius ve ulna kemik hacmi sedanterlerden yüksek bulundu (sırasıyla $P<0,01$, $P<0,05$).

Elit halterciler ve sedanterlerin columna vertebralis'inde yapılan bir araştırmada, sadece pars lumbalis'in uzunluklarında L3 ve L5 omurları arasında istatistiksel açıdan önemli farklar ($P<0.05$) kaydedilmiştir. Elit haltercilerde L3 21,8±0,4 mm iken sedanterlerde 20,2±0,6 mm olarak ölçülmüştür (İnce 2010).

Bu çalışmada ise haltercilerin hem sağ hem de sol radius ve ulna kemiklerinin uzunluğu, sedanter değerlerinden kısa ölçülmesine rağmen istatistiksel bir faklılık bulunmadı ($P>0,05$).

Akman ve ark (2006)'nın yaptığı bir araştırmada, yetişkinlerde humerus kemiği morfometrik ölçümleri yapılmış ve sağ üst kol uzunluk değerleri, sol üst kol uzunluk değerlerinden daha yüksek bulunmuştur.

Bu çalışmada da haltercilerde; sağ koldaki radius ve ulna kemik uzunlukları, sol koldaki verilere göre istatistiksel olarak farklılık gösterdi ($P<0,01$). Sedanterlerde de radius ve ulna kemik uzunluğu farklı bulundu (sırasıyla $P<0,01$, $P<0,05$).

Haltercilerde radius ve ulna kemik hacimleri yüzdelik (%) oranları ortalamaları 47,6-52,4 iken sedanterlerde 45,4-54,6 olarak farklılıkları kaydedildi ($P<0,01$). Haltercilerde ulna kemik hacim değeri yüksek olmakla birlikte, radius kemik hacmi oranının sedanterlere göre daha fazla olması, ön kola binen yükün radius'da daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Özellikle sedanterlerde sağ kol hacim ölçüm değerlerinin sol kola göre yüksek olmasının nedeni olarak, günlük yaşamda sağ kolun dominant olarak diğer koldan daha fazla kullanılmasından kaynaklandığı, haltercilerde ise bu farkın yüksek yüklenme ile azaldığı düşünülmektedir. Bununla beraber, halterciler ile sedanter verilerin karşılaştırmalarında en yüksek ölçüm değerleri farkının sol kolda olduğu görülmektedir.

Kemik dayanma kuvvetinin % 75-90'ından kemik mineral yoğunluğu, kalan % 10-25'inden ise kemik kalitesi sorumludur (Tüzün ve ark 2002). Kemik yapısı; genetik faktörlerin yanında, beslenme, hormonlar, çevresel faktörler ve fiziksel aktivite ile de ilişkilidir (Stewart ve ark 2005).

Spor branşlarına ve sedanterlere göre vücut kemik mineral yoğunluğunun değişiklik gösterdiği bilinmektedir. Yapılan araştırmalarda kemik mineral yoğunluğu haltercilerde daha fazla bulunmuştur (Eren ve ark 2003). Tenis sporcularının kol kemikleri üzerinde yapılan bir araştırmada, dominant kolda KMY daha yüksek bulunmuştur (Haapasalo 2000). Conroy ve arkadaşlarının (1993) elit genç olimpik haltercilerde yaptığı KMY ölçümlerinde, lumbal omur ve femur'dan alınan değerler sedanterlerden alınan değerlerden yüksek bulunmuştur. Kros, kayak, oryantiring, bisiklet ve halter spor dalları ile uğraşan bayan sporcularda yapılan bir araştırmada, radius distal uç, distal femur, patella KMY ölçüm değerleri haltercilerde daha yüksek bulunmuştur (Heinonen ve ark 1993).

Radius'un distal ucundaki KMY ölçümleri, toplam beden kalsiyum verileri ile paralellik göstermektedir. Radius'un distal ucunda yapılan KMY ölçümlerinde, kemik değerlerindeki cinsiyet, olgunluk düzeyi ve etnik nedenlere bağlı farklılıklar bildirilmiştir (Özer 2010).

Bir başka çalışmada; 46 sağlıklı yetişkinden alınan radius distal uç KMY ölçümünde 0,49±0,05 kg/cm$^2$ değerleri bulunmuştur (Lapauw ve ark 2008).

Bu çalışmada, yukarıdaki değerlere yakın sedanter KMY sonuçları elde edildi (0,50±0,02 kg/cm$^2$). Haltercilerin radius distal uç KMY ölçüm değerleri sedanterlerden ileri düzeyde yüksek bulundu (P<0,01).

Tenis sporcularının raket tutan kollarındaki proksimal humerus ve radius gövdesinde, kortikal duvar kalınlığı ve kemik iliği boşluğu hacmi yüksek bulunmuştur (Haapasalo 2000).

Egzersizin kemik üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, haftada 5 gün toplam 24 hafta egzersiz yapan ratların metatarsus dorsal kortikal kemik kalınlığında belirgin bir artış yaşanmıştır (Wohl ve ark 2000). Başka bir çalışmada koşucu ve cimnastikçilerde kontrol grubuna göre, üst ekstremite kemiklerinin kemik genişliği aynı iken, genç koşucu ve jimnastikçilerin alt ekstremitelerinde % 12 daha fazla kortikal kesit alanı bulunduğu rapor edilmiştir (Duncan ve ark 2002).

Bu çalışmada da; radius corpus düzeyindeki medullar çap ölçüm değerleri, haltercilerde ve sedanterlerde benzer (P>0,05) bulunurken, haltercilerin kortikal kemik kalınlığı sedanterlerden ileri düzeyde yüksek bulundu (P<0,01).

Çocuk ve erişkinlerde kemiğin mineralleşmesinde, kemik üzerindeki en sabit mekanik yük vücut ağırlığıdır. Bu nedenle kemik mineral yoğunluğu, öncelikle vücut ağırlığına bağlıdır (Muratlı ve ark 2000). Kilo kaybı, genellikle KMY'yi azaltır. Egzersiz, şişmanlığı azaltmasına rağmen KMY'yi arttırır. Artan vücut ağırlığı ile KMY pozitif ilişkilidir (Kerry ve ark 2005). KMY, hem erkeklerde hem de kadınlarda vücut ağırlığı ile ilişkilidir (Orwoll ve Klein 2001). 150 sağlıklı yetişkin erkekte yapılan başka bir çalışmada, KMY ile BKİ arasında bir ilişki bulunamamıştır (Tezel ve ark 2004).

Bu çalışmada, radius ölçüm değerlerinin diğer biyometrik ölçüm değerleri arasındaki korelasyonu araştırıldı. Buna göre haltercilerde; radius hacmi ile vücut ağırlığı ve radius hacmi ile boy arasında pozitif ilişki bulundu (sırasıyla P<0,05,

P<0,01). Haltercilerde radius cortex kalınlığı ile sadece vücut ağırlığı arasında pozitif ilişki tespit edildi (P<0,05). Ancak haltercilerde, diğer radius ölçüm değerleri arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır (P>0,05).

Sedanterlerde ise, radius korteks kalınlığı ile radius medullar çapı arasında negatif ilişki bulunmakla beraber radius kemik hacmi ile boy arasında pozitif ilişki bulundu (P<0,05). Ancak sedanterlerde; radius distal uç KMY ile vücut ağırlığı ve boy arasında herhangi bir ilişki bulunamadı.

BT verileri ile üç boyutlu rekonstrüksiyon analizi kullanılarak, bay ve bayan karpal kemiklerinin göreceli oranlarının karşılaştırıldığı bir çalışmada; bayların karpal kemik hacimleri, bayanların karpal kemik hacimlerinden daha büyük olmasına rağmen, bilek kemiklerinin göreceli boyutları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bay ve bayanlarda, hacimlerine göre karpal kemikler büyükten küçüğe doğru; os capitatum, os hamatum, os scaphoideum, os trapezium, os lunatum, os triquetrum, os trapezoideum ve os pisiforme olarak sıralanmıştır (Crisco ve ark 2005).

Bu çalışmada da; hem sedanterlerde hem de haltercilerde, karpal kemiklerin hacim büyüklüğü sıralaması yukarıdaki bilgilerle benzerlik gösterdi. Haltercilerde capitatum ve hamatum kemik hacimleri sedanterlerden yüksek sayısal değerlere sahip olmasına rağmen, karpal kemiklerin hacim ve yüzey alanı ölçüm değerlerinde olduğu gibi görece (%) değerleri yönünden de gruplar arasında anlamlı bir farklılık (P>0,05) bulunamadı.

Sporun el kemikleri üzerine etkisinin belirlenmesi açısından önem arzeden ve judocuların el kemiklerinde yapılan bir çalışmada, metakarpal ve falanks kemiklerin kendi grupları içinde biyometrik oranlarının (%) sedanterlerden farklılık gösterdiği kaydedilmiştir (Kalaycı 2008).

Bu çalışmada ise, elde edilen bulgular incelendiğinde hem sağ el hem de sol el metakarpal kemiklerin hacim, yüzey alanı ve uzunlukları yönünden halterci grup ile sedanter grup arasında sayısal farklılıklar görülmesine karşın, bu farklılıklar anlamlı bulunmadı (P>0,05).

Haltercilerde sağ el ile sol el metakarpal kemik ölçüm değerleri karşılaştırıldığında; sadece sağ birinci (I.) metakarpal kemik uzunluğu sol eldeki veriler ile farklılık gösterdi ($P<0,05$). Sedanterlerde sağ el ile sol el metakarpal kemik ölçüm değerleri karşılaştırıldığında ise; sağ el birinci (I.) kemikte hem hacim hem de uzunluk değerleri sol el değerlerinden yüksek ($P<0,05$) bulundu. Dördüncü (IV.) kemikte hacim ($P<0,01$), beşinci (V.) kemikte de hacim ve yüzey alanı değerleri sol el değerlerinden yüksek ($P<0,01$, $P<0,05$) bulundu. Bu sonuçların, sedanterlerde günlük yaşamda sağ elin dominant olarak kullanılmasından kaynaklandığı, haltercilerde ise yüksek ağırlıkla yapılan çalışmaların az da olsa etkisinin bu farkı azalttığı düşünülmektedir.

Kalaycı (2008)'nın yaptığı çalışmasında judocular ile sedanterlerin metakarpal kemik hacmi, yüzey alanı ve uzunluklarının görece (%) oranlarını karşılaştırmıştır. Gruplararası karşılaştırmada sağ elde ikinci (II.) ve dördüncü (IV.), sol elde ise sadece dördüncü (IV.) metakarpal kemik hacmi görece oranınında anlamlı farklılık bulunmuştur. Diğer karşılaştırmalarda herhangi bir farklılık bulunmamıştır.

Bu çalışmada ise; sol el metakarpal kemiklerin hacim, yüzey alanı ve uzunluk yüzdelik (%) oranları ortalamaları karşılaştırıldığında, halterci ve sedanter gruplar arasında anlamlı bir farklılık ($P>0,05$) bulunmadı.

Falankslar incelendiğinde de; hem sağ el hem de sol el parmak kemiklerinde (proksimal, medial ve distal falankslar) hacim, yüzey alanı ve uzunluk yönünden gruplar arasındaki farklılıkları anlamlı bulunmadı ($P>0,05$).

Haltercilerin sağ el ile sol el falanksları karşılaştırıldığında, sadece beşinci parmağın medial falanksında, hacim yönünden sağ el ile sol el arasında anlamlı farklılık bulundu ($P<0,05$).

Sedanterlerin sağ el ile sol el falanks ölçüm değerleri ortalamaları karşılaştırıldığında; uzunluk yönünden sadece sağ el birinci proksimal falanksta farklılık bulunurken ($P<0,05$), proksimal ve distal falanksta, hacim yönünden sağ el sol elden yüksek bulundu (sırasıyla $P<0,01$, $P<0,05$). İkinci parmağın proksimal,

medial ve distal falankslarında; hacim yönünden (sırasıyla P<0,05, P<0,01, P<0,01) ve yüzey alanı yönünden (sırasıyla P<0,01, P<0,05, P<0,05) sağ el sol elden yüksek bulundu. Üçüncü parmakta hacim, yüzey alanı ve uzunluk yönünden sağ el ile sol el arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı (P>0,05). Dördüncü parmağın proksimal, medial ve distal falankslarında; hacim yönünden (sırasıyla P<0,01, P<0,01, P<0,05) sağ el sol elden yüksek bulundu. Yine beşinci parmağın proksimal falanksında sadece hacim yönünden sağ el sol elden yüksek bulundu (P<0,05).

Sedanterlerde sağ ile sol el arasında daha fazla kemikte farklılık bulunmasının, sedanterlerde günlük yaşamda sağ elin dominant olarak kullanılmasından kaynaklandığı, haltercilerde ise yüksek ağırlıkla yapılan çalışmaların az da olsa etkisinin bu farkı azalttığı düşünülmektedir.

Kalaycı (2008)'nın yaptığı ve judocular ile sedanterlerin her parmağın kendi içindeki (proksimal, medial ve distal) kemik hacmi, yüzey alanı ve uzunluklarının görece (%) oranlarını karşılaştırdığı çalışmasında, gruplar arasında birçok farklılık kaydetmiştir. Sol elin ikinci, üçüncü ve beşinci parmakların proksimal ve medial falankslarında, hacim oranları yönünden gruplar arasında önemli farklılıklar bulmuştur.

Bu çalışmada ise, haltercilerin ve sedanterlerin sol el parmak kemiklerinin (proksimal, medial ve distal falankslar) hacim, yüzey alanı ve uzunluk yüzdelik (%) oranları ortalamaları karşılaştırıldığında, gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmadı (P>0,05).

# 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sedanterlerin ve ağır mekanik yüklenmeye dayanan halter sporcularının ön kollarından alınan osteolojik verileri, literatürde yapılan diğer osteolojik çalışma bulguları ile büyük ölçüde uyumlu bulundu.

Haltercilerde radius distal uç KMY ve radius korteks kalınlığı değerlerinin yüksek bulunması, kemik kalitesinin de çok iyi olduğunun göstergesi olarak kabul edilebilir.

Sağ ön kol-el ile sol ön kol-el hacim verileri arasındaki karşılaştırmalarda, özellikle sedanterlerde daha çok kemikte farklılık olması, günlük yaşamda sağ elin dominant olarak kullanılmasından kaynaklandığı, haltercilerde ise yüksek ağırlıkla yapılan çalışmaların az da olsa etkisinin bu farkı azalttığı düşünülmektedir.

Bu araştırmada elde edilen sonuçlara bütün olarak bakıldığında, haltercilerin ossa antebrachii hacimlerinde yüksek değerler elde edildi. Bu büyüklüğün kemik boyunda değil enine genişliğinde dağıldığı tespit edildi.

Haltercilerin hem uzun hem de kısa kemiklerinde deformite olarak değerlendirilebilecek herhangi bir sonuca ulaşılamadı.

Bu çalışmada elde edilen 3B görüntülerin ve osteolojik verilerin ileride yapılacak olan çalışmalara ışık tutması açısından, farklı spor branşlarına göre biyometrik farklılıkların ve deformitelerin belirlenmesinde de faydalı olabileceği, üç boyutlu geometrik verilerin halterci ve sedanterlerin üst ekstremite kemiklerinin morfolojik açıdan karşılaştırılmasına bilimsel bir dayanak teşkil edeceği ve böylece spor hekimliğine de önemli katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

Kuvvet egzersizlerinin kemik parametreleri üzerine etkisinin daha net belirlenebilmesi için beslenme gibi faktörlerden bağımsız, sedanterlerde öntest-sontest kontrol gruplu deneysel kuvvet çalışması yapılması önerilebilir.

# 6. ÖZET

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

## Yetişkin Erkek Haltercilerde Ossa Antebrachii ve Ossa Manus'un Multidedektör Bilgisayarlı Tomografi ile Üç Boyutlu Modellenmesi ve Bazı Biyometrik Ölçüm Değerleri ile İlişkisi

**Mehmet Emin YILDIZ**

**Danışman: Prof. Dr. Kamil BEŞOLUK**

**Anatomi (Vet.) Anabilim Dalı**
**DOKTORA TEZİ / KONYA-2013**

Bu çalışma ile; yetişkin erkek halterci ve sedanter grubundan MDBT (Multidedektör Bilgisayarlı Tomografi) ile alınan ossa antebrachii ve ossa manus'un görüntüleme kesitlerinden üç boyutlu model ve veriler elde ederek halter sporunun kemik üzerindeki morfometrik değişim ve deformite etkilerinin araştırılması amaçlandı.

Çalışmaya 20-25 yaşları arasında, en az beş yıl halter sporu yapan 9 yetişkin erkek halterci ve spor yapmamış 9 sedanter dahil edildi. Katılımcıların vücut ağırlıkları ve boy ölçümleri alındı. Sol kol radius distal uç kemik mineral yoğunluğu DEXA yöntemi ile ölçülerek gr/cm$^2$ cinsinden kaydedildi. Halterci ve sedanterlerin sağ-sol ön kol ve tüm el kemiklerinin görüntüleri MDBT ile alındı. 2B görüntüler, Mimics-13.1 yazılım programı ile 3B hale getirildi.

Ön kol kemiklerinden alınan ölçüm verilerine bakıldığında; haltercilerin hem sağ hem de sol koldaki radius ve ulna kemik hacmi, sedanterlerin radius ve ulna kemik hacmi değerlerinden yüksek bulundu. Haltercilerin hem sağ hem de sol radius ve ulna kemiklerinin uzunluğu, sedanter değerlerinden kısa ölçülmesine rağmen istatistiksel bir faklılık bulunmadı. Haltercilerde sağ koldaki radius ve ulna kemik uzunluğu sedanterlerde olduğu gibi, sol koldaki verilere göre istatistiksel farklılık gösterdi. Haltercilerde ulna kemik hacim değeri yüksek olmakla birlikte, radius kemik hacmi (%) oranının sedanterlere göre daha fazla olması, ön kola binen yükün radius'da daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Radius korpus düzeyindeki medullar çap ölçüm değerleri, haltercilerde ve sedanterlerde benzer bulunurken, haltercilerin korteks kalınlığı sedanterlerden ileri düzeyde yüksek bulundu. Haltercilerin radius distal uç KMY (Kemik Mineral Yoğunluğu) ölçüm değerleri sedanterlerden ileri düzeyde yüksek bulundu. Radius ölçüm değerlerinin diğer biyometrik ölçüm değerleri arasındaki korelasyonu araştırıldı. Buna göre haltercilerde; radius hacmi ile vücut ağırlığı ve radius hacmi ile boy arasında pozitif ilişki bulundu. Ayrıca haltercilerde radius cortex kalınlığı ile vücut ağırlığı arasında pozitif ilişki tespit edildi.

Haltercilerin karpal, metakarpal ve falanks kemik hacimlerinde, sedanterlere göre anlamlı bir farklılıkları bulunmadı. Haltercilerin sağ el ile sol el (kemik hacmi, yüzey alanı ve uzunlukları) karşılaştırmalarında az sayıda kemik arasında farklılık bulunurken sedanterlerde ise birçok kemikte farklılık bulundu. Sağ el ile sol el hacim verileri arasındaki karşılaştırmalarda, özellikle sedanterlerde daha çok kemikte farklılık olmasının, günlük yaşamda sağ elin dominant olarak kullanılmasından kaynaklandığı, haltercilerde ise yüksek ağırlıkla yapılan çalışmaların az da olsa etkisinin bu farkı azalttığı düşünülmektedir.

Bu araştırmada elde edilen sonuçlara bütün olarak bakıldığında, haltercilerin ossa antebrachii hacimlerinde yüksek değerler elde edilmiş ve bu büyüklüğün kemik boyunda değil enine genişliğinde dağıldığı tespit edildi. Haltercilerin, hem uzun hem de kısa kemiklerinde deformite olarak değerlendirilebilecek herhangi bir sonuca ulaşılamadı.

**Anahtar Sözcükler:** 3B Modelleme; Hacim; Ossa Manus; Radius; Ulna.

# 7. SUMMARY


## Three Dimensional Modelling of Ossa Antebrachii and Ossa Manus in Adult Male Weight Lifters with Multidetector Computed Tomography and Relation to Some Biometric Measurement Values

The aim of this study has been to reveal morphometrical chances and deformities of weight-lifting sports on some bones in adult male weightlifters and sedentaries using 3-D reconstructed MDCT (Multidetector computed tomograhy) images of *ossa manus* and *antebrachium* by 3-D modelling software.

In this work, 9 adult male weightlifters and 9 adult male sedentaries were used. Their weights and lengths were measured individulally. Mineral density of distal extremity of each left radius was measured and recorded as gr/cm$^2$. The 2-D MDCT images of the right and left *antebrachium* and *ossa manus* of all weightlifters and sedentaries were reconstructed 3-dimensionally via a software (Mimics 13.1).

Basen on the measurements obtained from the *antebrachium*, the right *radius* and *ulna* volume of the weightlifters were higher than that of the sedentaries. The volumes of the left *radius* and *ulna* of the weightlifters were also higher that those of the sedentaries. Although the lengths of the right and left *radius* and *ulna* the weightlifters were lesser than those of the sedentaries, they were not important statistically. The right *radius* and *ulna* lengths of the weightlifters have statistical significance in comparison with those of left *antebrachium*. The ratio of the *radius* volume to the *antebrachium* in the weightlifters were higher than that of the sedentaries, which may suggest that the *radius* bears the excessive weight overloading onto the *antebrachium*. Although the medullary diameter measurements of the *radius* at the level of the *copus radii* in the weightlifters and the sedentaries were similar to each other, the *radius*-related cortex thickness in the weightlifters was much higher than that in the sedentaries. The *radius* distal BMD (Bone Mineral Density) values in the weightlifters was faily higher than those in the sedentaries. When correlation between *radius*-related biometric values and other biometric ones was examined, it was determined that there was a positive relation between the *radius* volume and the body length of the weightlifters, and also between the radius cortex thickness and the body weight.

The carpal, metacarpal and phalangeal bone volumes of the weightlifters were not different in comparison with to those of the sedentaries. When compared the volume, surface area and lengths of the right and left bones mentioned above, in the weightlifters it was found that the numbers of differences were lesser than those in the sedentaries, which means that in the sedentaries the right hand dominates the left hand in daily life. In the weightlifters, the reason of little differences may result from trainings that were performed by high weighted instruments.

It was concluded that the antebrachium volumes of the weightlifters have highness in diameter but not in the length, and that the results of measurementof the short and long bones examined in the sudy can not be evaluated as deformity.



**Key Words:** 3D Modelling; Ossa Manus; Radius; Ulna; Volume.

# 8. KAYNAKLAR


1. Akar V. Gömülü alt yirmi yaş dişleri çekim kavitelerindeki kemik iyileşmesinin alınan radyografilerle bilgisayarlı ortamda analizi. Ankara. Gazi Ünv Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ağız, Diş, Çene Hastalıkları ve Cerrahisi Anabilim Dalı. Doktora tezi. 2007; 4-20.

2. Akay TM. Genel histoloji. Beşinci baskı. Ankara. Palme Yayıncılık.1992; 22-76.

3. Akman ŞD, Karakaş PY, Bozkır MG. The morphometric measurements of humerus segments. Turkish Journal of Medical Sciences. 2006; 36: 81-85.

4. Barutçu H, Mihmanlı İ. Alt ekstremite venöz trombozlarında multidedektör BT direk venografi ile renkli doppler US inceleme yöntemlerinin karşılaştırılması. İstanbul. İstanbul Ünv Cerrahpaşa Tıp Fak Radyodiagnostik Anabilim Dalı. Uzmanlık tezi. 2005; 3-30.

5. Başoğul M. Kaya kekliği ve Sülünlerde bacak kemikleri üzerinde karşılaştırmalı makroanatomik araştırmalar. Konya. Selçuk Ünv Sağlık Bilimleri Enstitüsü Veteriner Anatomi Anabilim Dalı. Yüksek lisans tezi. 2007; 11-12.

6. Calhoon G, Fry AC. Injury rates and profiles of elite competitive weightlifters. Journal of Athletic Training. 1999; 34(3): 232-238.

7. Coburna JC, Upalb MA, Criscoa JJ. Coordinate systems for the carpal bones of the wrist. Journal of Biomechanics. 2007; 40: 203-209.

8. Conroy BP, Kraemer WJ, Maresh CM. Bone mineral density in elite junior olympic weightlifters. Medicine & Science in Sports & Exercise. 1993; 25: 1103-09.

9. Crisco JJ, Coburn JC, Moore DC, Upal MA. Carpal bone size and scaling in men versus in women. The Journal of Hand Surgery. 2005; 30(1): 35-41.

10. Çalışkan K. Medikal görüntü sıkıştırma DICOM. www.keremcaliskan.com. Erişim tarihi: 12/08/2012.

11. Çelik Ö. Farklı darbelerdeki egzersizlerin eklem kıkırdağının deformasyonel davranışına ve fonksiyonel adaptasyonuna etkisi. Ankara. ODTÜ Ünv Sosyal Bilimler Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı. Doktora tezi. 2010; 3-30.

12. Çimen M. Sistematik anatomi ders kitabı. Sivas. Cumhuriyet Ünv Yayınları. 2003; 31-32.

13. Denizhan A. Temporomandibular eklem hastalıklarının teşhisinde kullanılan ultrasonografinin, manyetik rezonans görüntüleme ile karşılaştırılması. Ankara. Ankara Ünv Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ağız, Diş, Çene Hastalıkları ve Cerrahisi Anabilim Dalı. Doktora tezi. 2003; 1-10.

14. Dilmeganyan N. Görüntü dosya formatları. Photo Digital. 2001; 14: 64-68.

15. Drinkwater BL. Exercise and bones. The American Journal of Sports Medicine. 1996; 24(6): 33-35.

16. Duncan CS, Blimkie CJ, Kemp A, Higgs W, Cowell CT, Woodhead H, Briody JN, Howman-Giles R. Mid-femur geometry and biomechanical properties in 15 to 18 year old female athletes. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2002; 34: 673-681.

17. Duquet W, Carter JEL. Somatotyping. In: Eston R, Reilly T, Ed. Kinantropometry and exercise physiyology laboratory manuel. 3rd edition. New York. Routledge. 1999; 54-69.

18. Eckstein F, Hudelmaier M, Putz R. The effects of exercise on human articular cartilage. Journal of Anatomy. 2006; 208: 491-512.

19. Elad D, Einav S. Three-dimensional measurement of biological surfaces. ISPRS J Photogramm. 1990; 45: 247-66.

20. Eren OT, Küçükkaya M, Balcı V, Kabukçuoğlu Y, Kuzgun Ü. Radius distal uç kırıklı hastalarda kemik mineral yoğunluğu ölçümü. Journal of Arthroplasty and Arthroscopic Surgery. 2003; 14: 158-163.

21. Erselcan T, Özen A, Yüksel D, Durmuş Altun G, Öztürk E, Balcı TA, Karayalçın B. Kemik mineral yoğunluğu ölçümü. Uygulama Kılavuzu. Turkish Journal of Nuclear Medicine. 2009; 18(1): 32-35.

22. Eva O. Somatotypes of weight lifters. Journal of Sports Sciences. 1990; 8(2):119-137.

23. Gittard SD, Narayan RJ, Lusk J, Morel P, Stockmans F, Ramsey M, Laverde C, Phillips J, Monterio Riviere NA, Ovsianikov A, Chichkov BN. Rapid prototyping of scaphoid and lunate bones. Biotechnology Journal. 2009; 4: 129-34.

24. Guan Y, Yoganandan N, Zhang J, Pintar FA, Cusick JF, Wolfla CE, Maiman DJ. Validation of a clinical finite element model of the human lumbosacral spine. Medical and Biological Engineering and Computing. 2006; 44: 633-41.

25. Gürcan S, Adyaman S. Elin anatomisi ve kinesiyolojisi. Türkiye Klinikleri. Journal of Physical Medicine Rehabilitation. 2008; 1: 1-9.

26. Haapasalo H, Kontulainen S, Sieva H. Kannus P, Rvinen MJ, Vuori I. Exercise-induced bone gain is due to enlargement in bone size without a change in volumetric bone density: a peripheral quantitative computed tomography study of the upper arms of male tennis players. Bone. 2000; 27(3): 351-357.

27. Heckmann A,Lahoda LU, Alkandari Q, Vogt PM,Knobloch K. C-type scaphoid fracture in a elite power lifting. Sportverletzung-Sportschaden. 2008; 22(2): 106-108.

28. Heinonen A, Oja P, Kannus P, Sievanen S, Manttari A, Vuori. Bone mineral density of female athletes in different sports. Article Bone and Mineral. 1993; 23(1): 1-14.

29. Henry JA, O'Sullivan G, Pandit AS. Using computed tomography scans to develop an ex-vivo gastric model. World Journal of Gastroenterology. 2007; 13: 1372-7.

30. Hoek van Dijke GA, Snijders CJ, Stoeckart R, Henk J, Stam H. A biomechanical model on muscle forces in the transfer of spinal load to the pelvis and legs. Journal of Biomechanics. 1999; 32: 927-933.

31. Hu H, He HD, Foley WD, Fox SH. Four multidetector-row helical CT: Image quality and volume coverage speed. Radiology. 2000; 215: 55-62.

32. ISCD (The International Society For Clinical Densitometry). Official positions 2007. http://www.iscd.org/Visitors/pdfs/ISCD2007OfficialPositions-Combined-AdultandPediatric.pdf. Erişim tarihi: 11/12/2012.

33. IWF (International Weightlifting Federation). http://www.iwf.net/doc/technical.pdf. Erişim tarihi: 27/11/2012a.

34. IWF (International Weightlifting Federation). http://www.iwf.net/focus-on-iwf/about/. Erişim tarihi: 27/11/2012b.

35. İnce, A. Elit erkek haltercilerde columna vertebralis'in multidedektör bilgisayarlı tomografi görüntülerinin üç boyutlu rekonstrüksiyonu. Konya. Selçuk Ünv Sağlık Bilimleri Enstitüsü Veteriner Anatomi Anabilim Dalı. Doktora tezi. 2010; 31-33.

36. Joo YI, Sone T, Fukunaga M, Lim SG, Onoderaa S. Effects of endurance exercise on three-dimensional trabecular bone microarchitecture in young growing rats. Elsevier-Bone. 2003; 33: 485-493. doi:10.1016/S8756-3282(03)00212-6.

37. Judex S, Rubin J, Rubin CT. Mechanisms of exercise effects on bone quantity and quality. Principles of Bone Biology. 2008; 1819-34.

38. Kalaycı İ. 3D Reconstruction of phalangeal and metacarpal bones of male judo players and sedentary men by MDCT images. Journal of Sports Science and Medicine. 2008; 7: 544-8.

39. Kalra MK, Maher MM, Toth TL, Hamberg LM, Blake MA, Shepard J, Saini S. Strategies for CT radiation dose optimization. Radiology.2004; 230: 619-28.

40. Kara M, Turan E, Dabanoğlu I, Ocal MK. Computed tomographic assessment of the trachea in the german shepherd dog. Annals of Anatomy. 2004; 186: 317-321.

41. Karlsson MK, Rosengren BE. Training and bone – from health to injury. Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports. 2012. doi: 10.1111/j.1600-0838.2012.01461.x.

42. Kaya T. Radyolojik görüntüleme yöntemleri ve ana prensipleri. In: Kaya T, ed. Temel radyoloji tekniği. İstanbul. Güneş and Nobel Yayınevi. 1996; 7-15.

43. Keogh JWL, Hume PA, Pearson SN, Mello P. Anthropometric dimensions of male powerlifters of varying body mass. New Zealand Journal of Sports Sciences. 2007; 25: 1365-76.

44. Kerry J. Anita C. Paul S, Matthew T, Pamela O, Suzanne JB. Exercise effects on bone mineral density relationships to changes in fitness and fatness. American Journal of Preventive Medicine. 2005; 28(5): 453-460.

45. Krupa P, Krsek P, Cernochova P, Molitor M. 3D real modelling and CT biomodels application in facial surgery. Neuroradiology European Society of Neuroradiology. ISBN 0028-3940. Berlin: 2004; 141-1.

46. Krupa P, Krsek P, Javornik M, Dostal O, Srnec R, Usvald D, Proks P, Kecova H, Amler E, Jancar J, Gal P, Planka L, Necas A. Use of 3D geometry modelling of osteochondrosis-like iatrogenic lesions as a template for press-and-fit scaffold seeded with mesenchymal stem cells. Physiologica Research. 2007; 56: 107-114.

47. Kutun H. Kol ve bacak kemiklerindeki cinsiyet kriterleri: Tepecik Toplumu Üzerinde Bir İnceleme. Ankara. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Antropoloji Anabilim Dalı. Yüksek lisans tezi. 2008; 33-34.

48. Lapauw B, Taes Y, Simoens S, Caenegem EV, Weyers S, Goemaere S, Toye K, Kaufman JM, T'Sjoen GG. Body composition, volumetric and areal bone parameters in male-to-femaletranssexual persons. Bone. 2008; 43: 1016-21.

49. Lee RC, Wang Z, Heo M, Ross R, Janssen I, Heymsfield SB. Total-body skeletal muscle mass: Development and cross-validation of anthropometric prediction models. American Journal of Clinical Nutrition. 2000; 72: 796-803.

50. Li F, Harmer P, Fisher KJ, McAuley E. Tai Chi: Improving functional balance and predicting subsequent falls in older persons. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2004; 36: 2046-52.

51. Lu M, Rabie AM. Quantative assesment of early healing of intramembranous and endochondral autogenous bone grafts using micro- computed tomography and q-win image analyser. International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 2004; 33: 00-00.

52. Lu S, Xu YQ, Zhang YZ, Li YB, Xie L, Shi JH, Guo H, Chen GP, Chen YB. A novel computer-assisted drill guide template for lumbar pedicle screw placement: a cadaveric and clinical study. Int Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery. 2009; 5: 184-188.

53. Marchocka M, Smuk E. Analysis of body build of senior weightlifters with particular regard for proportions. Biology of Sport. 1984; 1: 55-71.

54. Materialise. http://biomedical.materialise.com/mimicsMimics. Erişim tarihi: 06/12/2012.

55. Matteson SR, Deahl ST, Alder ME, Nummikoski PV. Advanced imaging methods. Critical Reviews in Oral Biology & Medicine. 1996; 7(4): 346-395.

56. Minareci Ö, Sencer S, Aydın K, Tolun R. Nöroradyoloji. http://itfnoroloji.org/nororad/nororad.htm. Erişim Tarihi: 11/12/2012.

57. Mitchell HL. Applications of digital photogrammetry to medical investigations. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. 1995; 50: 27-36.

58. Muratlı S, Toraman F, Çetin E. Sportif hareketlerin biomekanik temelleri. İkinci baskı. Ankara. Bağırgan Yayınevi. 2000; 168-176.

59. Nur B. Kraniyofasiyal bölgedeki kemiksel asimetrilerin bilgisayarlı tomografi üzerinde saptanması ve yumuşak doku ile ilişkisinin değerlendirilmesi. İstanbul. Yedi Tepe Ünv Ortodonti Anabilim Dalı. Doktora tezi. 2010.

60. Onar V, Kahvecioğlu O, Çebi V. Alman çoban köpeği (Alsatian) köpek yavrularında kranial kavite ve neurocranium bilgisayarlı tomografik analizi. Veterinarski Arhiv. 2002; 72: 57-66.

61. Orwoll ES, Klein RF. Osteoporosis in men. In: Marcus R, Feldman D, Kelsey J eds. Osteoporosis. San Diego. Academic Press. 2001; 103-149.

62. Oyar O. Radyolojide temel fizik kavramlar. İstanbul. Nobel Tıp Kitapevleri. 1998; 3-140.

63. Özder A. Farklı branşlardaki erkek sporcuların kinantropometrik analizi (futbol, güreş, halter, teakwondo). Ankara. Gazi Ünv Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı. Doktora tezi. 2011; 1-32.

64. Özer K. Fiziksel uygunluk. Üçüncü baskı. Ankara. Nobel Yayın Dağıtım. 2010; 142-170.

65. Özkurt A. Üç boyutlu örneksel veriden yüzey modeli üretimi. Dokuz Eylül Ünv Mühendislik Fak Fen ve Mühendislik Dergisi. 2002; 4: 27-36.

66. Palumbo C, Palazzinii S, Marotti G. Morphological study of intercellular junctions during osteocyte differentiation. Bone. 1990; 11: 401-6.

67. Pazvant G, Kahvecioğlu KO. Tavşanlarda ön ve arka bacak uzun kemiklerinin homotipik varyasyonları üzerinde araştırmalar. Journal of The Faculty of Veterinary Medicine. 2009; 35: 23-39.

68. Pettersson U, Alfredson H, Nordström P, Henriksson K, Lorentzon R. Bone mass in female cross-country skiers, reletionship between muscle strenth and different bmd sites. Medicine Unit, Department of Orthopaedics. 1998; 67: 199-206.

69. Pichler W, Windisch G, Schaffler G, Heidari N, Dorr K, Grechenig G. Computer-assisted 3-dimensional anthropometry of the scaphoid. Orthopedics. 2010; 33(2): 85-88.

70. Prokop M. General principles of MDCT. European Journal of Radiology. 2003; 45: 4-10.

71. Raisz LG, Kream BE. Regulation of bone formation. The New England Journal of Medicine. 1983; 309: 29-35.

72. Raske A, Norlin R.Injury incidence and prevalence among elite weight and power lifters. American Journal of Sports Medicine. 2002; 30(2): 248-256.

73. Regedon S, Franco A, Garin JM, Robina A, Lignereux Y. Computerized tomographic determination of the cranial volume of the dog applied to racial and sexual differentiation. Acta Anatomica. 1991; 142: 347-50.

74. Rho JY, Hobatho MC, Ashman RB. Relations of mechanical properties to density and CT numbers in human bone. Medical Engineering and Physics. 1995; 17(5): 347-355.

75. Sandell LJ, Nalin AM, Reife RA. Alternative splice from of type II procollagen mRNA (IIA) is predominant in skeletal precursors and non catilaginous tissues during early mouse development. Developmental Dynamics. 1994; 199: 129-140.

76. Selçuk Z. Eğitim psikolojisi. Dördüncü baskı. Konya. Atlas Kitabevi. 1995; 5-50.

77. Sergent EW, Fadhli OA, Cohen RS. Measurement of facial movement with computer software. Otolaryngology Head and Neck Surgery. 1998; 124: 313-318.

78. Stewart KJ, Bacher AC, Hees PS, Tayback M, Ouyang P, Beur SJ. Exercise effects on bone mineral density relationships to changes in fitness and fatness. American Journal of Preventive Medicine. 2005; 28: 459.

79. Süzen LB. İnsan anatomisi ve fizyolojisine giriş. İstanbul. Birol. 1997; 47-64.

80. Teegarden D, Proulx WR, Kern M, Sedlock D, Weaver CM, Johnston CC, Lyle RM. Previous physical activity relates to bone mineral measures in young women. Medicine and Science in Sports and Exercise. 1996: 28; 105-113.

81. Tezel C, Uflan H, İçağasıoğlu A, Esener C, Canik N. 150 sağlıklı erişkin erkekte metakarpal kemik kitlesi - el kavrama gücü ilişkisi. Osteoporoz Dünyasından. 2004; 10(4): 157-160.

82. THF (Türkiye Halter Federasyonu). http://www.halter.gov.tr/sayfa.aspx?id=145. Erişim tarihi: 27/11/2012.

83. Topçu V. Bilgisayarlı tomografide imaj oluşumu ve gösterimi. Üç boyutlu (3B) imaj işletme ve gösterim teknikleri. İstanbul. TC Sağlık Bakanlığı Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi Radyodiagnostik Kliniği. Uzmanlık tezi. 2005; 11-15.

84. Tümradder (Tüm radyoloji teknisyenleri ve teknikerleri derneği). http://www.tumradder.com/FileUpload/ds58732/File/bilgisayarli_tomograf1__bt_.pdf. Erişim tarihi: 28.11.2012.

85. Tüzün F, Akarırmak U, Dinç. Osteoporozun Epidemiyolojisi. In: Kemik ve Eklemde Kadında Osteoporoz. Tüzün F, Akarırmak U, Dinç A, Ed. İstanbul. Aventis Pharma. 2002; 14-24.

86. Tüzün Ş. Doruk kemik kütlesi, osteoporoz ve kemik kalitesi. 1. baskı. İstanbul. Lilly. 2003; 69-82.

87. Wikipedia. http://tr..org/wiki/Olimpiyatlarda_T%C3%BCrkiye. Erişim tarihi: 27/11/2012.

88. Wilks DC, Winwood K, Gilliver SF, Kwiet A, Chatfield M, Michaelis I, Sun LW, Ferretti JL, Sargeant AJ, Felsenberg D, Rittweger J. Bone mass and geometry of the tibia and the radius of master sprinters, middle and long distance runners, race-walkers and sedentary control participants. School of Healthcare Science. 2009; 45: 91-97.

89. Withers RT, Craig NP, Bourdon PC, Norton KI. Relative body fat and anthropometric prediction of body density of male athletes. Journal of Applied Physiology. 1987; 56: 191-200.

90. Wohl GR, Boyd SK, Judex S, Zernicke RF. Functional adaptation of bone to exercise and injury. Journal of Science and Medicine in Sport. 2000; 3(3): 313-324.

91. Yıldırım M. Klinik anatomi. Üçüncü baskı. İstanbul. Nobel Tıp Kitabevleri. 1998; 73-74.

92. Zimmermann CE, Harris G, Thurmuller P, Troulis MJ. Perrott BR, Kaban LB. Assessment of bone formation in a porcine mandibular distraction wound by computed tomography. International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 2004; 33: 569-574.

# 9. EKLER

## EK-A. Etik Kurul Kararı

S.Ü. SELÇUKLU İLAÇ DIŞI KLİNİK ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU KARAR FORMU

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| BAŞVURU BİLGİLERİ | ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI | "Yetişkin Erkek Haltercilerde Ossa Antebrachii ve Ossa Manus'un Multidedektör Bilgisayarlı Tomografi İle Üç Boyutlu Modellenmesi ve Bazı Biyometrik Ölçüm Değerleri İle İlişkisi" | | | |
| | VARSA ARAŞTIRMA PROTOKOL/PLAN KODU | | | | |
| | KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI | Prof. Dr. Kamil BEŞOLUK | | | |
| | KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI | Anatomi A.D | | | |
| | KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ | S.Ü.Veteriner Fakültesi | | | |
| | DESTEKLEYİCİ | BAP (Bilimsel Araştırmalar Proje Koordinatörlüğü) | | | |
| | DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ | Selçuk Üniversitesi | | | |
| | ARAŞTIRMANIN NİTELİĞİ | İlaç dışı Çalışma | | | |
| | ARAŞTIRMANIN TÜRÜ | Antropemetrik Ölçümler | | | |
| | ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER | TEK MERKEZ ☒ | ÇOK MERKEZLİ ☐ | ULUSAL ☐ | ULUSLARARASI ☐ |

ASLI GİBİDİR

Sayfa 1

| | Belge Adı | Tarihi | Versiyon Numarası | Dili |
|---|---|---|---|---|
| DEĞERLENDİRİLEN BELGELER | ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ/PLANI | 26.04.2012 | | Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐ |
| | BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU | | | Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐ |
| | OLGU RAPOR FORMU | | | Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐ |

| | Belge Adı | | Açıklama |
|---|---|---|---|
| DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER | TÜRKÇE ETİKET ÖRNEĞİ | ☐ | |
| | SİGORTA | ☐ | |
| | ARAŞTIRMA BÜTÇESİ | ☒ | |
| | BİYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU | ☐ | |
| | HASTA KARTI/GÜNLÜKLERİ | ☐ | |
| | İLAN | ☐ | |
| | YILLIK BİLDİRİM | ☐ | |
| | SONUÇ RAPORU | ☐ | |
| | GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ | ☐ | |
| | DİĞER: | ☐ | |

| | | |
|---|---|---|
| KARAR BİLGİLERİ | **Karar No:2012/24** | **Tarih: 03.05.2012** |
| | Yukarıda bilgileri verilen klinik araştırma başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup araştırma projenizin kabulüne, BAP desteği alındıktan sonra protokolün dosyaya ilave edilmek üzere Etik Kurul sekretaryasına teslim edilmesine oy birliği ile karar verildi. | |

| S.Ü.SELÇUKLU İLAÇ DIŞI KLİNİK ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU | |
|---|---|
| **ÇALIŞMA ESASI** | Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu |
| **BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:** | **Doç.Dr. H.Serdar GERGERLİOĞLU Bşk.** |

| Unvanı/Adı/Soyadı | Uzmanlık Alanı | Kurumu | Cinsiyet | | Araştırma ile ilişki | | Katılım * | | İmza |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Doç.Dr.H.Serdar GERGERLİOĞLU | Fizyoloji | S.Ü.Selçuklu Tıp Fakültesi | E☒ | K☐ | E☐ | H☒ | E☒ | H☐ | |
| Doç.Dr.Murat AYAZ | Biyofizik | S.Ü.Selçuklu Tıp Fakültesi | E☒ | K☐ | E☐ | H☒ | E☒ | H☐ | |
| Prof.Dr.Yahya PAKSOY | Radyoloji | S.Ü.Selçuklu Tıp Fakültesi | E☒ | K☐ | E☐ | H☒ | E☒ | H☐ | |
| Doç.Dr.Yaşar ŞEN | Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları | S.Ü.Selçuklu Tıp Fakültesi | E☒ | K☐ | E☐ | H☒ | E☐ | H☒ | İzinli |
| Doç.Dr.Şansal GEDİK | Göz Hastalıkları | S.Ü.Selçuklu Tıp Fakültesi | E☒ | K☐ | E☐ | H☒ | E☐ | H☒ | İzinli |
| Doç.Dr.Sema YILMAZ | İç Hastalıkları | S.Ü.Selçuklu Tıp Fakültesi | E☐ | K☒ | E☐ | H☒ | E☐ | H☒ | İzinli |
| Doç.Dr.Gülsün YILDIRIM | Ağız Diş Çene Hastalıkları Cerrahisi | Diş hekimliği Fakültesi | E☐ | K☒ | E☐ | H☒ | E☒ | H☐ | |
| Doç.Dr.Ahmet AK | Acil.Tıp | S.Ü.Selçuklu Tıp Fakültesi | E☒ | K☐ | E☐ | H☒ | E☐ | H☒ | İzinli |
| Yrd.Doç.Dr.Ö. Faruk ERKOÇAK | Ortopedi ve Travmatoloji | S.Ü.Selçuklu Tıp Fakültesi | E☒ | K☐ | E☐ | H☒ | E☒ | H☐ | |
| Yrd.Doç.Dr.K.Macit HİSAR | Halk Sağlığı | S.Ü.Selçuklu Tıp Fakültesi | E☒ | K☐ | E☐ | H☒ | E☒ | H☐ | |

ASLI GİBİDİR

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Arş.Gör.A.Kürşat ERSÖZ | İdare Hukuku | S.Ü. Hukuk Fakültesi | E ☒ | K ☐ | E ☐ | H ☒ | E ☒ | H ☐ | |
| Dr.Atilla ÖZOGUL | Aile Hekimi | 17 Nolu Bosna Hrsek Aile Sağlık Merkezi | E ☒ | K ☐ | E ☐ | H ☒ | E ☐ | H ☒ | Izinli |
| Ecz.Rifat SEZER | Eczacı | Sezer Eczanesi | E ☒ | K ☐ | E ☐ | H ☒ | E ☒ | H ☐ | |
| İnş.Müh.A.İlker KAYA | İnşaat Mühendisi | Selçuklu Belediyesi | E ☒ | K ☐ | E ☐ | H ☒ | E ☒ | H ☐ | |
| Mahmut KESİK | Sekreterya | S.Ü.Selçuklu Tıp Fakültesi | E ☒ | K ☐ | E ☐ | H ☒ | E ☒ | H ☐ | |

* :Toplantıda Bulunma

ASLI GİBİDİR

## 10. ÖZGEÇMİŞ

20.04.1975'de Siirt'de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Batman'da tamamladı. Lisans öğrenimini 1998 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Beden Eğitimi ve Spor Bölümü'nde ve 2001 yılında da aynı üniversitenin Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimini tamamladı. 2009 yılında Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Veteriner Anatomi Anabilim Dalı'nda doktora öğrenimine başladı.