

BALERİN SUSAM (SESAMOIDS) KEMİKLERİNDEKİ FARKLILIKLARIN 3B MODELLERİ ÜZERİNDEN İRDELENMESİ

(EXAMINING THE DIFFERENCES IN BALLERINA FOOT SESAMOID BONES OVER 3D MODELS)

H. Çatal ^a, Ö. Çorumluoğlu ^a, İ. Kalaycı ^a

^a Gümüşhane Üniversitesi, hatice.catal@yahoo.com.tr, ocorumlu@gumushane.edu.tr, ikalayci@gumushane.edu.tr

TUFUAB 2011

KEY WORDS: Medical Photogrammetry, MDCT, Ballerina, Sedentary Woman, 3-Dimensional Reconstruction, Morphometry, Sesamoid Bones

ABSTRACT:

This study was prepared to examine the sesamoid bones by digital image processing techniques in medical photogrammetry. These examinations include the comparison of ballerina and sedentary woman foot sesamoid bones in the way of biometric ratios using 3- dimensional reconstruction technique by the help of MDCT axial foot views. In the study, taking the right and left foot axial image slides of the volunteers in DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) format and making interactive segmentation and manuel arrangements in computer with the help of a 3-dimensional software, the most real-like model was created. Measurements and calculations were made over 3-dimensional model. In the study, differences were found in sesamoid bones of ballerina and sedentary women. Statistical ratio calculations were made regarding the area, volume and length information.

It's predicted that the findings collected in this study can be used in purpose of education in institutions which train on Medicine and Ballerina. With regard to the content of study it's thought that it can contribute to present information and experiences with its application not only to dance groups but also to the various branches of sports.

ÖZET:

Bu çalışma, tıp fotogrametrisinde digital görüntü işleme teknikleri ile ayak sesamoids (susam) kemiklerinin incelenmesi amacı ile hazırlanmıştır. Bu incelemeler MDCT aksiyal ayak görüntüleri yardımıyla 3-boyutlu rekonstrüksiyon tekniği ile biyometrik oranlar esas alınarak balerin ve sedanter kadın ayak susam kemikleri karşılaştırılmasını içermektedir. Çalışmada gönüllülerin sağ ve sol ayak aksiyal görüntüleri DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) formatında alınarak 3-boyutlu yazılım ile kişisel bilgisayarda interaktif bölümlleme ve manuel düzenlemeler yapılarak 3-boyutlu gerçeğe en yakın model oluşturulmuştur. Ölçüm ve hesaplamalar 3-boyutlu model üzerinden yapılmıştır. Çalışmada, balerin ve sedanter kadınların ayak susam kemikleri arasında farklar bulunmuştur. Susam kemiklerinin alan, hacim, uzunluk bilgilerine dair istatistiksel oran hesaplamaları yapılmıştır.

Bu çalışmada elde edilen bulguların Tıp ve Bale eğitimi veren kurumlarda eğitim amaçlı kullanılabileceği öngörülmektedir. Çalışma içeriği bakımından sadece dans grupları için değil ayrıca sporun çeşitli dalları içinde uygulanması ile mevcut bilgi ve tecrübelerle katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

ANAHTAR KELİMELEER: Tıp Fotogrametrisi, MDCT, Balerin, Sedanter Kadın, 3-Boyutlu Rekonstrüksiyon, Morfometri, Susam Kemikleri

GİRİŞ:

Bale; kuralları belli akademik bir tekniğinin başka sanatsal öğelerde birleştirilerek bir sahne gösterisi oluşturacak biçimde sunulmasıdır [15]. Özellikle ayaklar bu sanat grubunda en önemli parçayı temsil etmektedir. Art. Tarsi (Ayak bilek eklemi) dahil olmak üzere bu eklem distal'inde kalan anatomik bölgeye ayak (Pedis) denir. Bu bölge ossa tarsi (Ayak bilek kemikleri), ossa metatarsi (ayak tarak kemikleri) ve ossa digitorum phalanges (ayak parmak kemikleri)'ni, adı geçen kemikler arasındaki eklemleri ve yumuşak dokuları (bağdoku damar, sinir, tendo, ligament vs.) kapsar [5].

Galen tarafından her iki ayakta da bulunan ve susam şeklinde olan bu ikişer kemik susam kemikleri olarak adlandırılmıştır [1, 8]. Başlangıç olarak rapor edilmesi 6 ile 7 yaşları arasındadır [7, 11] ve genellikle 12. yaşta tamamlanır [7, 10]. Susam kemiklerinin yapısı kemiksi ve bir kısmı ya da tamamı kıkırdaksı yapıdan oluşabilir [1]. Ayaktaki susam kemiklerinin kemikleşmesi oldukça geç oluşur ancak kemiksi yapının ne zaman oluştuğu net değildir [14]. Susam kemikleri pek çok yerde ilk metatarsophalangeal kemikte yer alan sabit kemikler olarak tanımlanır, başparmağın fonksiyonlarında önemli rol oynarlar. Bunlar aksesuar (sonradan eklenen) kemikler ya da kemikçikler olarak isimlendirilir [1]. Bir ayakta iki adet susam kemiği (1-2) vardır. Hareket sisteminde az güçle çok iş yapabilme özelliğine sahip kaldıraç gibidir. Dansçılar uzun ve zorlu bir eğitim sürecinden geçmektedir. Ayağın tamamı ve/veya bir kısmında oluşan istenmeyen kazalara en kısa zamanda doğru ve hızlı teşhis ve tedavi önem arz etmektedir.

CT iki boyutlu çok düzlemsel kemik yapısı görüntüleri koronal, sajjital, aksiyal bozuklukları da kapsayan etkili bir teşhis modeli oluşturmaktadır [13]. MDCT, yeni bir teknolojik avantaj olarak, X-ışını tütünün tek rotasyonunda çok sayıda iki boyutlu görüntü elde edilebilmektedir [9]. Parametre değişiklikleri ile kısa zamanda ince kesitler elde edilebilmektedir. Son yıllarda geliştirilen değişik yazılım programları yardımıyla, bu kesit paralel alanlardan alınan anlık iki boyutlu görüntülerden sözde üç boyutlu görüntüler oluşturulabilmektedir [9]. Üç boyutlu yazılımları dokuların üç boyutlu görüntülenmesinin dışında doku-sınır geometrisi tanımına uyan matematiksel, vektör tabanlı üç boyutlu geometrik modellemesi için de kullanmak mümkündür [1, 12, 13].

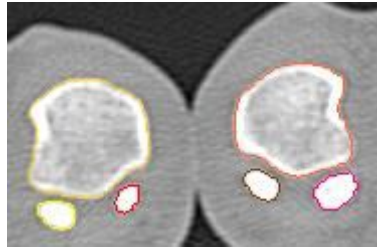
Bu çalışmadaki temel amacımız, balerin ve sedanter kadınların ayaklarındaki susam 1-2 kemiklerinin metrik ölçümlerini MDCT görüntülerinden üretilmiş 3B modelleri üzerinden gerçekleştirerek biyometrik oranlarını hesaplayıp, konu iki gruba ait susam kemikleri arasındaki farklılıkları istatistiksel olarak ortaya koymaktır.

METOD:

Bu çalışmada, balerinlerin ve sedanter kadınların ayaklarındaki 1. ve 2. susam kemikleri incelenmiştir. Yüzey alanı, hacim ve uzunluk bütün insanlarda farklı olmakla birlikte balerinler ve bale sanatı ile ilgilenmeyen iki kadın grubuna ait ayak anatomileri de çok farklıdır [3]. Çalışmada öncelikle gönüllü deneklerin sağlıkları ön planda tutulmuş ve çalışmanın denekler üzerinde negatif etkisinin olmaması için çalışma mevcut prosedür ve Sağlık Bakanlığı Konya Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Etik Kurul belgesi (Karar no: 004, Tarih: 08.01.2010) doğrultusunda yapılmıştır [3].

Bu çalışmaya, ortopedik bozuklukları olmayan sağlıklı bireyler gönüllü olarak katılmıştır. Yarı profesyonel bale sanatçıları ve dans ya da spor geçmişi olmayan kadınlar çalışmada yer almıştır. Balerin sağ ve sol ayak susam kemikleri Bilgisayarlı Tomografi (BT-CT) aksiyal görüntüleri kullanılarak Digital Fotogrametri yöntemiyle sözü edilen istatistiki incelemeye konu olmuşlardır. Kemiklerde zamanla ortaya çıkan normalden farklılık ölçütleri Multi Dedektörlü Bilgisayarlı

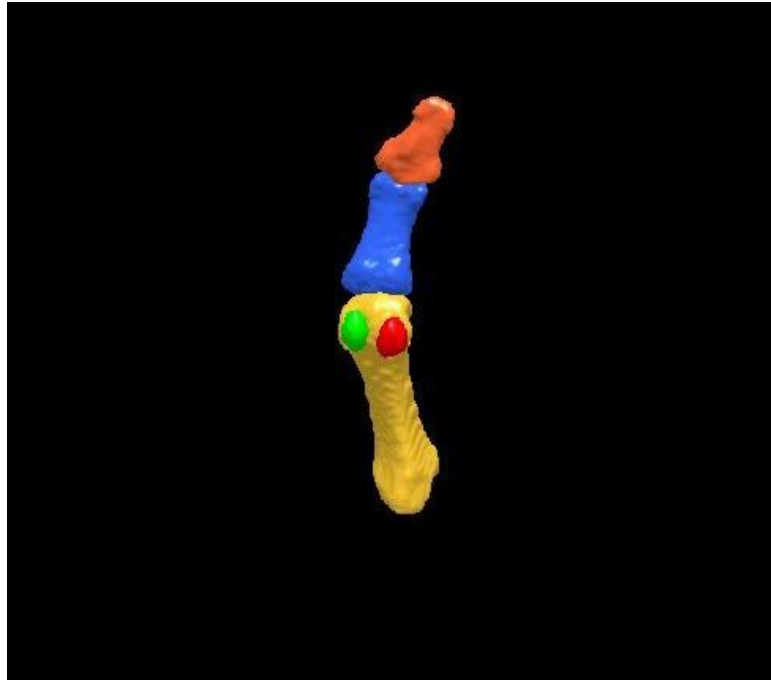
Tomografi (MDBT-MDCT) görüntülerinin üç boyutlu rekonstrüksiyonu ile elde edilerek oluşturulmuştur. Kadınların sağ ve sol ayaklarındaki her iki susam kemikleri de çalışmada kullanılmıştır. Bu çalışma için 5 balerin ve 5 sedanter gönüllü kadın seçilmiştir. Toplam 20 ayak kullanılmıştır. Ortalama yaş 5 balerin için 18, ortalama ayakkabı numaraları $37,2 \pm 1,2$, ortalama boyları $166,8 \pm 6,2$ cm, ortalama kiloları $49,2 \pm 1,2$ kg'dır. Özel popülasyon olan balerinlerin yaşları, boyları, ayakkabı numaraları, kiloları sedanter grup için yönlendirici olmuştur. Sedanter 5 kadın için; ortalama yaş 18, ortalama ayakkabı numaraları $36,8 \pm 1,2$, ortalama boyları 163 ± 10 cm, ortalama kiloları $50,4 \pm 3,6$ kg'dır [3]. Çalışmada Ankara Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi ile Selçuk Üniversitesi Selçuklu Tıp Fakültesi olmak üzere iki görüntü merkezi kullanılmıştır. Çalışmada takip edilen prosedürler Helsinki Deklarasyonuna [6] ve Türk Radyoloji Derneği Bilgisayarlı Tomografi Yönetmeliğine [16] uygun olarak Sağlık Bakanlığı Konya Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Etik Kurul belgesindeki (Karar no: 004, Tarih: 08.01.2010) standartlara uygun olarak gerçekleştirilmiştir [3]. Her iki gruba ait ayaklar MCDT cihazında yan yana konularak taranmıştır. Bütün taramalarda görüntü ve tarama parametreleri aynı seçilmiştir. MDCT cihazında elde edilecek görüntü doğruluğunu arttırabilmek ve hareketsiz olmalarını sağlamak için gönüllerin ayakları cihaza bağlanmıştır [3]. Ayakların taranmasında kullanılan parametreler ise; detektör kolimasyonu $64 \times 0,5$ mm - $4 \times 0,5$ mm, kesit kalınlığı 0,5 mm, mA 100, kV 120, piksel aralığı 512×512 piksel, 16 bit gri düzeyi sağlayan tek renkli çözünürlük şeklinde seçilmiştir. Tarama esnasında gönüllerin sağlıkları birinci planda tutularak doz azaltıcı ek parametreler uygulanmıştır. Aksiyal görüntüler DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) formatında alındıktan sonra 3-boyutlu modelleme yazılımı 3D-Doctor (Vista, Aytasarım Ltd., Ankara) ile işlenmişlerdir. Görüntülerin 3B değerlendirilmeleri esnasında, çalışılan doku ya da kemiklerin diğer doku ya da kemiklerden ayrılması için pikseller sınıflandırılır ve sınıflandırılan bölge böylece diğer bölgelerden ayırt edilir hale gelir. Daha sonra ise bu bölgedeki piksellere gri-düzey atanır [4]. Bir sonraki aşamada ise, interaktif bölümlenme ile program içindeki kaydırma çubukları yardımıyla piksel aralıkları seçilerek alt ve üst değerler belirlenir. Elde edilen bölümlenmeden sonra hatalar manuel olarak her kesitte sırasıyla düzeltilir. Bu işlev, manuel ve interaktif bölümlenmenin bir arada yapılmasından dolayı yarı otomatik bölümlenme olarak adlandırılmıştır [9].



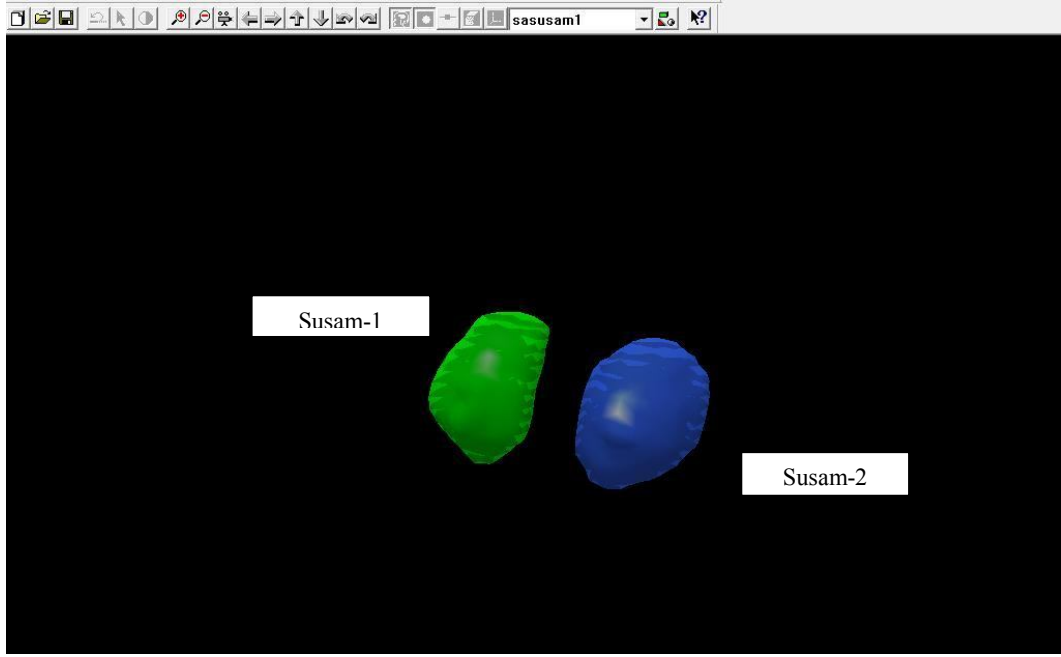
Şekil 1. Susam kemiklerinin sınır poligonlarının çizimi



Şekil 2.Balerine ait manuel düzenleme yapılmamış 3-boyutlu modelin tersten görüntüsü



Şekil 3.Susam kemikleri



Şekil 4.Susam kemiklerinin bağımsız görüntüsü

$P < 0,05$ anlamlılık değeri her bir kemik için ayrı ayrı t testine tabi tutulmuştur. Tablolarda hacim, alan, uzunluk değerlerinin ortalama yüzdesel parametreleri (MV) ve standart hata (SEM) verilmiştir. $p < 0,05$ anlamlılık içeren hücrelerde herhangi bir sembol kullanılmamıştır. B.H-Oran (%) (Balerine ait hacimsel oranı), S-H. Oran (%) (Sedantere ait hacimsel oranı), B.A-Oran (%) (Balerine ait yüzey alan oranı), S.A-Oran (%) (Sedantere ait yüzey alan oranı), B.U- Oran (%) (Balerine ait uzunluk oranı), S.U- Oran (%) (Sedantere ait uzunluk oranı).

Tablo 1. Sedanter ve balerin sağ ayak susam kemikleri parametreleri

	B.H-Oran (%)		S-H. Oran (%)		B.A-Oran (%)		S-A Oran (%)		B.U- Oran (%)		S.U-Oran (%)	
	MV	SEM	MV	SEM	MV	SEM	MV	SEM	MV	SEM	MV	SEM
Sağ Ayak												
sesamoid-1	50,16	5,51	55,6	3,86	50,7	4,13	54,23	2,75	53,36	2,11	52,62	0,72
sesamoid-2	49,84	5,51	44,4	3,86	49,3	4,13	45,77	2,75	46,64	2,11	47,38	0,72

Tablo 2.Sedanter ve balerin sol ayak susam kemikleri parametreleri

	B.H-Oran (%)		S-H. Oran (%)		B.A-Oran (%)		S-A Oran (%)		B.U- Oran (%)		S.U-Oran (%)	
	MV	SEM	MV	SEM	MV	SEM	MV	SEM	MV	SEM	MV	SEM
Sol Ayak												
sesamoid-1	49,09	2,72	53,23	1,87	49,32	1,98	52,27	1,13	53,86	2,67	52,68	0,67
sesamoid-2	50,91	2,72	46,77	1,87	50,68	1,98	47,73	1,13	46,14	2,67	47,32	0,67

SONUÇ VE ÖNERİLER:

Her iki grup için sağ ve sol ayaklar ile her bir gönüllünün sağ ve sol ayakları birbirinden farklıdır [3]. Susam kemikleri sedanter kadınlar ile balerinlerde farklı hacimsel ve alansal istatistiki değerlere sahiptir.

Literatürde susam-1 kemiği susam-2 kemiğinden daha büyüktür. Sedanter kadında; sağ ayak hacimsel oranı susam-1'de %55,6 susam-2 de %44,4 değerine sahiptir. Sol ayağa ait susam-1 %53,23, susam-2 %46,77 değerlerine sahiptir. Bu değerler literatür bilgilerini doğrular niteliktedir.

Balerin sağ ayak hacimsel oranı; susam-1 %50,16, susam-2 de %49,84. Sol ayak hacimsel oranı; susam-1 %49,09, susam-2 %50,91 değerlere sahip olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre sedanter kadınlardan farklı olarak bale yapan kişilerin ayakları üzerine binen yükten dolayı kemiklerin birbirini dengeleme eğilimi gösterdiği söylenebilir.

Elde edilen değerlendirmeler ortopedist, anatomist ya da tıbbın ilgili alanlarında değerlendirilerek tıbbi yönü araştırılıp gerekli öngörülere sahip olunabilir.

Bu çalışmada MDCT aksiyal ayak kemikleri kullanılarak tıp fotogrametrisinde digital görüntü işleme adımları ile balerin ve sedanter kadınların susam kemiklerinin modellenmesi ve metrik analizleri elde edilmiştir. Tıp fotogrametrisinde kullanılan tıbbi görüntüler (ultrasound (ses dalgası), BT (X-ışını), MRI (radyo dalgası)) ile tıp alanında pek çok çalışmada uygulamaya olanak verilmektedir. Aksesuar kemik olarak isimlendirilen susam kemiklerinin üzerine yapılan hesaplamalar şimdiye kadar kaba ölçüler ve hata oranı yüksek değerlendirmeler ile yorumlanmaktaydı. Ancak çalışmadan da anlaşıldığı gibi bugün bu hesaplamalar büyük bir titizlikle digital görüntü işleme ile mümkün hale gelmiştir.

Çalışma ile zamansal analizler, ameliyatlar öncesi ön izlenim elde edilebileceği öngörülmektedir. Dansçıların ve sporcuların, sakatlanma ve yaralanmalarında tedavi süreci doğru teşhisle hızlanacaktır.

KAYNAKLAR:

1. Anwar R., 2005. Anjum S.N., Nicholl J.E. Sesamoids of the foot. Current Orthopaedics, 19: 40–48.
2. Cernochova, P., Kanovska, K., Krsek, P. and Krupa, P., 2005. Application of Geometric Biomodels for Autotransplantation of Impacted Canines. In: World Journal of Orthodontics, Quintessence Publishing Co, p.1, ISBN 1530-5678, Paris.
3. Çatal, H., 2010. Balerin Ayak Kemiklerindeki Ortopedik Değişikliklerin Fotogrametrik Teknikleri ile Metrik Analizi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
4. Doğan S., Altan O., 2003. CT, MR Kesitleri ve Digital Görüntüler Kullanılarak Tümörlerin Belirlenmesi, İTÜ Dergisi/d Mühendislik, Cilt:2, Sayı:4, 45-55.
5. Eken E., 2008. Selçuk Üniversitesi, Veterinerlik Fakültesi, Anatomi Ders Notu, Konya.
6. Goodyear M.D., Krleza-Jeric K. And Lemmens, T., 2007. The Declaration of Helsinki, British Medical Journal, 335, 624-625.
7. Ignacio Martí'nez Garrido M.D., Marta Navarro Bosch M.D., Mari'a Sa'nchez Gonza'lez M.D., 2008. Vicente Vicent Carsı. Osteochondritis of the hallux sesamoid bones. Foot and Ankle Surgery, 14:175–179-Review.
8. Inge G.A.L, Ferguson A.B., 1933. Surgery of the sesamoid bones of the great toe. Arch Surg, 27:466–88.
9. Kalaycı İ., 2008. 3D Reconstruction of Phalangeal and Metacarpal Bones of Male Judo Players and Sedantary Men by MCDT Images, Journal of Sport Science and Medicine, 7, 544-548.

10. Karadaglis D., Grace D., 2003. Morphology of the hallux sesamoids. *Foot Ankle Surg*, 9:165–7.
11. Kewenter Y., 1936. Die sesambeine des 1. metatarsophalangealgelenks des menschen. *Acta Orthop Scand Suppl*, 2:1–113.
12. Krupa, P., Krsek, P., Cernochova, P. and Molitor, M., 2004. 3D Real Modelling and CT Biomodels Application in Facial Surgery, In: *Neuroradiology European Society of Neuroradiology*, ISBN 0028-3940, S141-1 P., Berlin.
13. Krupa, P., Krsek, P., Javornik, M., Dostal, O., Srnec, R., Usvald, D., Proks, P., Kecova, H., Amler, E., Jancar, J., Gal, Planka, L. and Necas, A., 2007. Use of 3D Geometry Modelling of Osteo-chondrosis-like Iatrogenic Lesion As a Template for Press and Fit Scaffold Seeded with Mesenchymal Stem Cells, *Physiological Research*, 56 (Suppl. 1), 107-114.
14. Williams P.L., Warwick R., Dyson M., Bannister L.H., 1989. Osteology. In: *Gray's Anatomy*. New York, NY: Churchill Livinstone, p. 457–8.
15. URL 1 -(www.uslanmam.com/dans/2309/bale)
16. URL 2 (www.turkrad.org.tr)