

BT Görüntüleri Kullanılarak Kanatlı Costae'larının 3b Modellenmesi

Süleyman YÜKSEL^{1*}, Beste DEMİRCİ², Murat Erdem GÜLTİKEN³

¹Veterinerlik Anatomisi ABD / Veteriner Fakültesi, Kastamonu Üniversitesi, Türkiye

²Veterinerlik Anatomisi ABD / Veteriner Fakültesi, Kastamonu Üniversitesi, Türkiye

³Veterinerlik Anatomisi ABD / Veteriner Fakültesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye

*(suleymanyuksel@kastamonu.edu.tr)

Özet – Kanatlılarda göğüs kafesini lateral'den sınırlandıran costae'lar kendi içerisinde costae incompletae ve costae completae olmak üzere ikiye ayrılır. Costae incompletae sternum'a bağlanmazken, costae completae doğrudan veya dolaylı yoldan sternum'a bağlanır. Costae completae; costae vertebrales ve costae sternales olmak üzere iki kısma ayrılır. Costae'lar basit yapılar olmasına rağmen iki boyutlu fotoğraflar ile anlaşılması her anatomik yapıda olduğu gibi zordur. Çalışmamızda BT yöntemi ile DICOM görüntüleri üzerinden “Materialise Mimics Innovation Suite 23” yazılımı sayesinde 3b modeller oluşturulmuştur. Bu modellerdeki eksiklikler ve hatalar, kanatlılardan elde edilen bulgular ile fotoğraflar kullanılarak “Maxon Zbrush 2023” yazılımı aracılığıyla düzeltilmiştir. Oluşturulan modellerin, kaynak sayısı az olan ve anlaşılması güç olan kanatlı anatomisinin anlaşılmasını kolaylaştıracağı, materyallere erişimi kolaylaştıracağı ve literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler – Anatomi, Kanatlı anatomisi, 3b tasarım, Costae, BT

I. GİRİŞ

Çoğu canlıda olduğu gibi kanatlılarda da göğüs boşluğunu lateral'den sınırlandıran costae'ların gelişimi türler arasında farklılık gösterse de genellikle üç kısımda incelenir. Costae incompletae adı verilen ve en önde, cervicothoracic bölgede bulunan costae'lar kısa, yüzücü tipteki kaburgalardır ve sternuma kadar ulaşmazlar. Costae completae olarak isimlendirilen gerçek kaburgalar ise; vertebrae'lara bağlanan costae vertebrales ve sternum'a bağlanan costae sternales olmak üzere iki kısımdan oluşur. Gerçek costae'ların direkt olarak sternum'a bağlanmalarına costae completae verae ve direkt olarak sternum'a bağlanmayıp, cranial'lerindeki costae sternales'e bağlanmalarına ise costae completae spuriae adı verilir ([5]).

Costae vertebrales ve costae sternales'in birleştiği noktadaki ekleme syncondrosis intercostalis adı verilir. Costae vertebrales'lerin caudal uçlarından çıkarak bir sonraki costae'nın cranial'ine bağlanan ve iki costae'yı birbirine bağlayan kemik çıkıntıları ise processus uncinatus olarak isimlendirilir ([3], [4], [5]).

BT (Bilgisayarlı Tomografi), patolojik tanı yöntemleri arasında sıklıkla kullanılan yöntemlerden biridir. BT yöntemi ile elde edilen DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) formatındaki iki boyutlu görüntüler ise özel yazılımlar sayesinde üç boyutlu hale getirilerek, hekim için bölgenin anlaşılabilirliği artırılabilir ([9]). BT yöntemi ile incelenecek bölge küçük veya bölgedeki detay miktarı fazla olduğunda bu yöntemin kesit aralığı genellikle yeterli olmadığından bu yöntem yerine μ BT (Mikro bilgisayarlı tomografi) yöntemi tercih edilmektedir ([1]).

Üç boyutlu anatomik modellemede kullanılan yöntemlerden bir diğeri ise bulgulardan elde edilen görüntüler veya DICOM görüntülerinden elde edilen modeller üzerinden düzenlemeler yaparak dijital modellerin oluşturulmasını sağlayan “Maxon Zbrush” yazılımıdır ([7]).

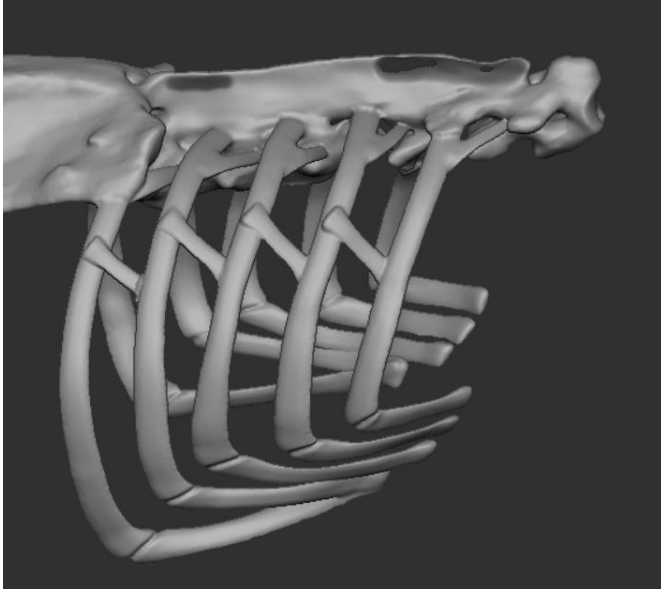
Bu çalışmada kemik yapıları ince ve boyutları küçük olan kanatlı costae'larının, anatomik olarak doğru, üç boyutlu modellemelerinin yapılması için bu detayları verebilen ancak zor bulunan μ BT

yöntemi yerine, BT yöntemi ve “Maxon Zbrush” yazılımı birlikte kullanılmıştır.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, kanatlı kadavrasından BT yöntemi ile ventrodorsal pozisyonda elde edilen DICOM görüntüleri kullanıldı. 2mm kesit aralığı ve 512x512 piksel çözünürlüğünde elde edilen DICOM görüntülerinde, BT cihazının parametreleri 80 Kv ve 249 mAs olarak seçildi. Görüntüler alındıktan sonra gövde bölgesindeki yumuşak dokular uzaklaştırıldı ve kemikler üzerindeki yapılar temizlendi. Temizlenen kemiklerin fotoğraflanması “İpad pro (3. Nesil)” ile yapıldıktan sonra fotoğrafların düzenlenmesi “Procreate 5.1.5” yazılımı ile yapıldı.

DICOM görüntüleri “Materialise Mimics Innovation Suite 23” yazılımına aktararak iki boyutlu görüntüler, üç boyutlu modeller haline dönüştürüldü ve gövde bölgesindeki kemikler diğerlerinden ayrı bir model olarak “stl” formatında kaydedildi. DICOM görüntülerinden direkt olarak elde edilen ham model üzerindeki eksikliklerin tamamlanabilmesi için, modeller “obj” formatına dönüştürüldükten sonra “Maxon Zbrush 2023” yazılımına aktarıldı. Ham model ve fotoğraflar kullanılarak kanatlının anatomik üç boyutlu modellemesi tamamlandı (Şekil 1.).

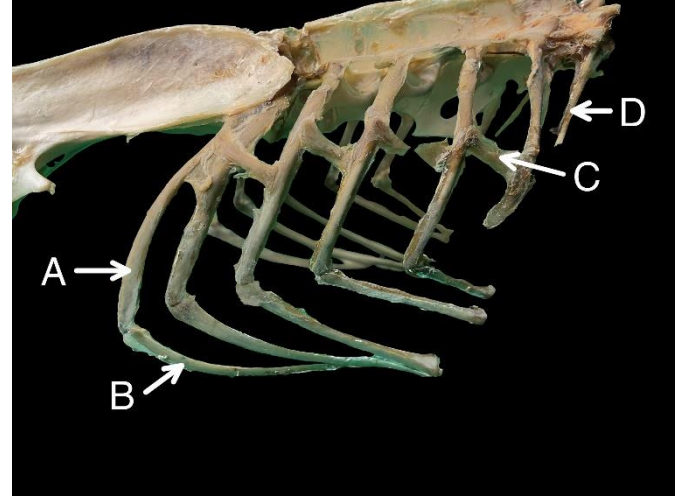


Şekil 1. Kanatlı gerçek kaburgalarının “Maxon Zbrush 2023” yazılımında tamamlanmış üç boyutlu modeli.

III. BULGULAR

İncelenen kanatlı costae’larından ilk dört costae’nın, costae incompletae olduğu belirlendi,

geri kalan on adet costae ise sternum’a bağlandığı için costae completae olarak isimlendirildi. Costae completae olarak isimlendirilen costae’ların, costae vertebrales ve costae sternaes olmak üzere iki kısımdan oluştuğu ve aralarında syncondrosis intercostalis bulunduğu belirlendi. Costae vertebrales’lerin caudal kenarından, bir sonraki costae vertebrales’in cranial kenarına uzanan processus uncinatus isimli kemik çıkıntısı bulunmaktaydı (Şekil 2.).



Şekil 2. Kanatlı kaburgalarının lateral’den görüntüsü. (A) Costa vertebralis; (B) Costa sternalis; (C) Processus uncinatus; (D) Costa incompletae.

Kanatlılardan BT yöntemi ile elde DICOM görüntüleri incelendiğinde özellikle oldukça ince olan costae’ların görüntülerde belli olmadığı görüldü. Bu durum görüntülerin “Materialise Mimics Innovation Suite 23” yazılımında oluşturulan “stl” formatındaki modellerinde de geçerliydi (Şekil 3.).



Şekil 3. DICOM görüntüleri ile “Materialise Mimics Innovation Suite 23” yazılımı kullanılarak elde edilen 3b iskelet modeli.

“stl” formatındaki ham modeller “Maxon Zbrush 2023” yazılımına aktarıldığında ise modellerin poligonlarında bozulmalar olduğu ve kanatlının anatomik olarak doğru pozisyonda durmadığı, gövdenin asimetrik olduğu görüldü. Direkt olarak DICOM görüntülerinden elde edilen 3b modeller kullanılmayacak haldeydi.

IV. TARTIŞMA

Çalışmamızda kullanılan kanatlının costae`larının genel özellikleri önceki birçok çalışmada bahsedilenle örtüşmekteydi ([3], [4], [5], [8]).

Yüksek çözünürlük gerektiren küçük kemik yapılarında μ BT yönteminin BT yöntemine göre daha avantajlı olduğu bildirilmiştir (Keleş ve Alçın, 2015). Bu çalışmada elde edilen BT görüntülerinde, ince birer kemik olan costae`ların görüntülenememesi yukarıdaki ifadeler ile örtüşmektedir. Ancak BT görüntülerinde kesit aralığı kalınlığının, modelin geneline yansyacağından ve 3b modeldeki poligon yapılarını tamamen bozacağından bahsedilmemiştir. Çalışmamızda BT görüntülerindeki detay eksikliğinin, bu görüntülerden elde edilen 3b modellerde yalnızca eksik yapılara neden olmadığı, model genelinde de bozulmalara sebep olduğu tespit edilmiştir.

Kas, iç organlar gibi yumuşak dokuların belirlenmesinde BT yönteminin verimli olmadığı ifade edilmektedir ([6]). Çalışmamızda BT yöntemi ile elde edilen DICOM görüntülerinden 3b modeller oluşturulmaya çalışıldığında kas, iç organlar ve ligamentler gibi yapıların ayırt edilmesindeki zorluk Deruddere vd. (2014)'nin ifadeleri ile paralellik göstermektedir.

Anatomik 3b modellemede sıklıkla kullanılan yöntemlerden bir diğeri ise 3b tarama yapabilen cihazlardır. Bu tarayıcılar istenilen anatomik yapının detaylı 3b modellerini dijital ortama aktarabilmektedir ([2]). Ancak detaylı 3b model oluşturabilecek kadar iyi tarama yapabilen cihazların pahalı olması bu cihazların kullanılabilirliğini kısıtladığı için, çalışmamızda kullanılan yöntem 3b tarayıcılara bir alternatif olarak düşünülebilir.

V. SONUÇLAR

Geçtiğimiz yıllarda yaşadığımız COVID-19 pandemisi ve ülkemizde yaşanan doğal afetler gibi nedenler, uzaktan eğitim seçeneğinin daha sık kullanılmasına neden olmuştur. Anatomi gibi

uygulamalı eğitimi gerektiren anabilim dallarında ise uzaktan eğitimin iki boyutlu görseller üzerinden öğrenciye öğretilmesi, konunun anlaşılabilirliğini azaltmaktadır. Uzaktan eğitimde kullanılan iki boyutlu fotoğraflar yerine, üç boyutlu modellerin kullanımının, öğrencinin konuyu anlamasına ve öğretmenin anlatmak istediği yeri daha detaylı bir şekilde gösterebilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

3b modeller oluşturulurken sıklıkla kullanılan 3b tarayıcı ve μ BT yöntemleri ise ulaşılması zor ve pahalı yöntemlerdir. Çalışmamızda ise küçük anatomik yapıların detaylı modellerinin yalnızca BT görüntüleri kullanılarak oluşturulabilmesi, hatta BT görüntüleri olmasa bile yalnızca fotoğraflardan modellenebilmesi, eğitimde kullanılan materyallerin maliyetini oldukça düşürecek etkenlerdir.

Ayrıca çalışmamızda oluşturduğumuz modellerin internet ortamında kolayca paylaşılabilir olması, eğitim materyaline erişilebilirliği arttıracaktır. Böylelikle yanında yalnızca akıllı telefon taşıyan bir öğrenci istediği her an ve her yerde detaylı bir anatomik eğitim materyaline erişimi olacağı düşünülmektedir.

Sonuç olarak çalışmamızda oluşturulan modellerin maliyetinin düşük ve kolay erişilebilir olmalarının hem anatomi eğitimine hem de anatomik yapılar hakkında bilgi sahibi olmak isteyen hekimlere katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya verdiği destekler için Prof. Dr. Murat Erdem GÜLTİKEN ve Dr. Öğr. Üyesi Beste DEMİRCİ'ye teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- [1] F. Bribiesca-Contreras, and W. I. Sellers, “Three-dimensional visualisation of the internal anatomy of the sparrowhawk (*Accipiter nisus*) forelimb using contrast-enhanced micro-computed tomography,” *PeerJ*, vol. 5, e3039, 2017.
- [2] F. Li, C. Liu, X. Song, Y. Huan, S. Gao, and Z. Jiang, “Production of accurate skeletal models of domestic animals using three-dimensional scanning and printing technology,” *Anatomical sciences education*, vol. 11(1), pp. 73-80, Sep. 2018.
- [3] G. E. Lo Coco, M. J. Motta, F. L. Agnolín, and F. E. Novas, “Wing osteology, myology, and function of *Rhea americana* (Aves, Rheidae),” *Journal of Morphology*, vol. 283(8), pp. 1015-1047, Dec. 2022.

- [4] H. E. König, R. Korbel, H. G. Liebich, and C. Klupiec, *Avian anatomy: Textbook and colour atlas*, Essex, England: 5m Books Ltd., 2016.
- [5] J. J. Baumel, *Handbook of avian anatomy: nomina anatomica avium*, Massachusetts, USA: Publications of the Nuttall Ornithological Club, 1993.
- [6] K. J. Deruddere, M. E. Milne, K. M. Wilson, and S. R. Snelling, "Magnetic resonance imaging, computed tomography, and gross anatomy of the canine tarsus," *Veterinary Surgery*, vol. 43(8), pp. 912-919, Apr. 2014.
- [7] R. Christ, J. Guevar, M. Poyade, and P. M. Rea, "Proof of concept of a workflow methodology for the creation of basic canine head anatomy veterinary education tool using augmented reality," *PloS one*, vol. 13(4), e0195866, Apr. 2018.
- [8] S. Mehta, S. Rupam, and K. K. Singh, "Gross morphometric studies on sternum and ribs of emu (*Dromaius novaehollandiae*)," *Veterinary Science Research Journal*, vol. 8(1/2), pp. 47-49, Oct. 2017.
- [9] S. Özkadif, and E. Eken, "Contribution of virtual anatomic models to medical education," *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, vol. 10(1), pp. 47-54, 2015.