

## Üç Boyutlu Rekonstrüksiyon Kullanılarak Yapılan Bazı Veteriner Anatomik Çalışmalar

Sema ÖZKADİF

*Batman Üniversitesi, Sağlık Yüksekokulu, Hemşirelik Bölümü, BATMAN*  
[semaerten80@gmail.com](mailto:semaerten80@gmail.com)

### ÖZET

Bu çalışmada 3 boyutlu rekonstrüksiyon tekniği ile gerçekleştirilen bazı veteriner anatomik çalışmalardan örnekler verilmiştir. Teknolojik gelişmeler veteriner anatomi çalışmalarında kullanılan yöntemlerin gelişmesine neden olmuştur. Klasik diseksiyon yöntemi yerini bilgisayar teknolojisinin kullanıldığı üç boyutlu (3b) rekonstrüksiyon çalışmalarına bırakmaya başlamıştır. Çalışmak istenilen anatomik bölgeye ait bilgisayarlı tomografi (BT) veya magnetik rezonans (MR)'dan elde edilen 2 boyutlu (2b) görüntülerden, çeşitli bilgisayar programları kullanılarak, 3b rekonstrüksiyon yapılmaktadır. Ayrıca fotoğraf ve bilgisayar teknolojinin birleşmesiyle oluşan fotogrametri de anatomik çalışmalarda yaygınlaşmaktadır. Birçok avantajı bulunan ve dikkat çeken bu yöntemler birçok sistemle ilgili anatomik ve morfometrik çalışmada kullanılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Veteriner, Anatomi, Rekonstrüksiyon

### Some veterinary anatomic studies fulfilled using three dimensional reconstruction

#### ABSTRACT

Technological developments lead to develop the methods that are used in the studies of veterinary anatomy. The method of classic dissection gives its place to the studies of three-dimensional (3d) reconstruction which takes part in computer technologies. By using various computer programs, 3d reconstruction is achieved on the anatomic area which is studied from the two-dimensional (2d) images that are obtained from magnetic rezonans (MR) or computed tomography (CT). Besides, fotogrametry – the union of photograhny and computer technology- becomes widespread among the anatomic studies. These advantageous and salient methods are used in anatomic and morphometric studies connected with several systems.

**Key words:** Veterinary, Anatomy, Reconstruction

## GİRİŞ

Son zamanlarda gelişen teknolojiyle birlikte, anatomik çalışmalarda oldukça yaygın olarak kullanılan diseksiyon, yerini farklı şekillerde elde edilen ve bilgisayar teknolojilerinden faydalanılarak oluşturulan 3b rekonstrüksiyon çalışmalarına bırakmaya başlamıştır.

Rönesans'tan beri anatomik çalışmalarda kullanılan diseksiyon yöntemi, anatomik yapıların 3b incelenmesine olanak vermekle birlikte [1], birçok hayvanın ölümüne neden olması [2], kadavranın saklandığı formaldehitin toksik bir etkiye sahip olması [3] ve bazen çok küçük anatomik yapıların incelenmesine olanak vermemesi nedenleriyle [4] anatomik çalışmalarda 3b model oluşturmaya yönelmiştir. Ayrıca 3b modeller hayvana zarar vermemesi ve öğrenciler için etkili ve zevkli bir öğretim aracı olması açısından da önemlidir [5].

Anatomik çalışmalarda hayvanların öldürülmeden genel anestezi altındayken BT veya MR görüntülerinin alınıp, uyandıktan sonra hayatlarına devam etmesi etik olarak oldukça önemlidir. BT görüntülerinden elde edilen 3b model istediğimiz yönde çevrilebildiğinden dolayı anatomik kısımların tam olarak anlaşılmasına imkan sağlamaktadır. Bilgisayar teknolojisi kullanılarak yapılan anatomik çalışmalardaki biometrik ölçüm değerlerinin doğruluğu ispatlanmıştır [6].

### 1. Görüntüleme Yöntemlerinden Faydalanarak Anatomik Yapıların Üç Boyutlu Rekonstrüksiyonunun Elde Edilmesi

Veteriner hekimliğinde BT ve MR önemli yapıların boyutsal ilişkisini göstermede en çok kullanılan invaziv yöntemlerdir. [7]. BT ve MR'dan elde edilen aksiyal, sagittal ve koronal kesitler birçok anatomik yapının daha iyi değerlendirilmesine imkan sunar [8]. Bunlardan elde edilen 2b görüntüler DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) formatında kaydedilmekte ve bu veriler kullanılarak çalışılmak istenilen bölgenin 3b rekonstrüksiyonu yapılmaktadır. Böylece anatomik yapılar açık bir şekilde gösterilebilmekte, ölçülebilmekte, vurgulanabilmekte ve bölümleri ayrı ayrı veya bir bütün olarak gösterilebilmektedir [7].

#### 1.1. İskelet Sistemi Üzerinde 3d Rekonstrüksiyon Çalışmaları

MR görüntüleri kullanılarak atın metacarpophalangeal eklemine 3b rekonstrüksiyonu yapılarak incelenmiş ve anatomik özellikleri ortaya konulmuştur [9]. Hareket sistemi ilgi çeken dev karınca yiyen (*Myrmecophaga tridactyla*)'lerin thoracic

ve lomber vertebra'larının BT görüntüleri çekildikten sonra, 3b rekonstrüksiyonları yapılmıştır [10]. Morfometrik özellikleri cinsiyetler arasında farklılık arz eden pelvis iskeleti Yeni Zelanda tavşanlarında 2b multidetektör bilgisayarlı tomografi (MDBT) görüntülerinden 3b model oluşturularak, üzerinden ölçümlerin alındığı bir çalışma gerçekleştirilmiştir [11]. Yine Yeni Zelanda tavşanının antebrachium'unun da 3b modellenmesi yapılarak erkek ve dişiler arasındaki farklılıklar gerçekleştirilen ölçümler üzerinden ortaya konulmuştur [12]. Devonyen dönemde yaşamış olan *Acanthostega gunnari*'nin kafatasının BT görüntülerinden 3b bilgisayar modeli oluşturulduktan sonra, kafatasını oluşturan kemiklerin morfometrik ve anatomik özellikleri belirtilmiştir [13].

### *1.2. Dolaşım Sistemi Üzerinde 3d Rekonstrüksiyon Çalışmaları*

2b bilgisayarlı tomografi anjiyografi (BTA) geleneksel anjiyografinin yerini almaya başlamış olsa da, hepatik vaskülaziyonun 3b anatomisini tam olarak ortaya koyamaz. Köpekte hepatik vaskülaziyon 3b BTA kullanılarak oluşturulmuştur ve anatomik lokalizasyonu gösterilmiştir [14]. Magnetik rezonans anjiyografi (MRA) ile vasküler sistemin araştırılmasında önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. MRA'dan elde edilen köpeğin kalbine ait görüntülerden 3b rekonstrüksiyonu elde edilerek, kalp ve buna bağlı damarların yapısı ortaya çıkarılmıştır [15].

### *1.3. Solunum Sistemi Üzerinde 3d Rekonstrüksiyon Çalışmaları*

Domuzun kafatasının BT görüntülerinden elde edilen model ile sinus maxillaris'in hacmi hesaplanmıştır [16]. Yeni Zelanda tavşanlarının solunum sistemi organlarının BT görüntülerinden 3b görüntü ve biyometrik değerler elde edilmiştir [17]. Yine Yeni Zelanda tavşanlarında sinus paranasales'in MDBT görüntülerinden 3b rekonstrüksiyonu yapılarak, cinsiyetler arasındaki farklılıklar elde edilen ölçüm değerleri üzerinden gösterilmiştir [18]. Sinus paranasales'in 3b rekonstrüksiyonu Arap atlarında da yapılarak sinus ve konkaların morfometrik özellikleri ortaya konulmuştur [19]. Kaplumbağa (*Testudo kleinmanni*)'da solunum sistemi organlarının lokalizasyonları BT görüntülerinden elde edilen 3b rekonstrüksiyon ve digital kamera ile tespit edilmiştir. BT solunum sisteminin yerleşimi hakkında daha detaylı bilgi almamızı sağlamaktadır [20]. Yine kaplumbağa (*Emys orbicularis*)'nın başka bir türünde BT görüntülerinden solunum sisteminin 3b rekonstrüksiyonu gerçekleştirilerek, alt solunum sistemini oluşturan organların morfometrik özellikleri ortaya konulmuştur [21].

#### *1.4. Sindirim Sistemi Üzerinde 3d Rekonstrüksiyon Çalışmaları*

Yeni Zelanda tavşanının sindirim sisteminin 2b BT görüntülerinden bilgisayar programı ile oluşturulan 3b rekonstrüksiyonu oluşturulmuş ve sindirim sistemini oluşturan her bir organın hacmi ve yüzey alanı hesaplanmıştır [22].

#### *1.5. Üriner Sistem Üzerinde 3d Rekonstrüksiyon Çalışmaları*

Dişi köpek ve kadına ait uretranın 3b rekonstrüksiyonları incelenerek karşılaştırılmıştır [23]. Tavşan böbreğinin MDBT görüntülerinden 3b model oluşturularak, böbreklerin vücut içindeki lokalizasyonları ve morfolometrik özellikleri ortaya konulmuştur [24].

#### *1.6. Duyu Organları Üzerinde 3d Rekonstrüksiyon Çalışmaları*

Kulağı oluşturan anatomik yapıların oldukça küçük olması ve kafatasının içinde olmasından dolayı diseksiyon yöntemi ile incelenmesi uygun olmadığından dolayı, 3b model oluşturularak incelenmiştir [4].

## **2. Fotogrametrik Yöntemlerle Anatomik Yapıların Rekonstrüksiyonunun Elde Edilmesi**

Fotogrametri diğer yöntemlerle ölçüm alınması zor olan anatomik yapılarda, morfolometrik verilerin elde edilmesinde kullanışlı bir araçtır. Ayrıca BT veya MR görüntüleri elde edilmesi oldukça güç olan büyük cüsseli hayvanların anatomi ve morfolometrilerinin araştırılmasında kullanılabilir [25].

Fotogrametrik yöntemler; maliyetinin düşük olması, hastaların radyasyona maruz kalmaması ve oluşturulan model üzerinden istenilen ölçüm değerlerinin alınabilmesi açısından oldukça avantajlıdır [26].

Fotogrametri, cisimler ve oluşturdukları çevreden yayılan ışınların şekillendirdiği fotografik görüntülerin ve yaydıkları elektromanyetik enerjinin kayıt, ölçme ve yorumlama işlemleri sonunda bu cisimler ve çevre hakkında güvenilir bilgilerin elde edildiği bir teknoloji ve bilim dalıdır. Bu yöntem canlı veya cansız varlıkların biçim ve karakteristik özelliklerini saptamak, ölçmek ve yorumlamakta yüksek doğruluklu olarak kullanılmaktadır. Fotogrametrinin diğer ölçme yöntemlerine göre en büyük avantajı ölçmelerin doğrudan doğruya cisim üzerinde yapılması yerine cismin fotografik

izdüşümü üzerinde yapılmasıdır. Bu dolaylı ölçme özelliği fotogrametriye değişik alanlarda uygulama olanağı vermektedir [27].

İnsan veya hayvan kemiklerinin özellikle düzgün olmayan yüzeylerinin analizi ve morfometrisi oldukça güçtür. Farklı şekil ve özelliklere sahip nesnelerin 3b modellerini oluşturmak için farklı yaklaşımlar mevcuttur. 3b model oluşturmak için hem doğruluk hem de maliyet açısından uygun bir yöntem olan fotogrametri kemiklerin inceleme ve değerlendirilmesinde tercih edilebilecek güvenilir bir yöntem olarak görülmektedir [28].

Koyun, kedi ve tavşanın omuz eklemine oluşturan kemiklerin eklem yüzeylerinin fotogrametrik yöntemlerle oluşturulan üç boyutlu modeli üzerinden çeşitli ölçümler alınarak, cinsiyet ayırımına bakılmaksızın türler arasındaki farklılıklar ortaya konulmuştur [29]. At toynaklarının fotoğrafları çekilerek, fotogrametrik yöntemlerle rekonstrüksiyonları yapılmış ve hacimleri hesaplanmıştır [30]. Deniz aslanlarının da fotogrametrik yöntemlerle oluşturulan modeli üzerinden vücuduna ait morfometrik ölçümler alınmıştır [25].

## SONUÇ

3b rekonstrüksiyon yöntemleri hayvanların acı çekmesinin ve ölümlerinin önüne geçilmesi, kadavranın saklandığı kimyasal maddelerin toksik etkisinden araştırmacıların uzak kalmasının sağlanması, anatomik yapıları kompleks ve morfometrik ölçüm değerlerinin alınmasının oldukça güç olduğu bölgelerin anatomi ve morfolojilerinin ortaya konulmasında, cinsiyetler ve türler arasındaki farklılıkların belirtilmesinde kullanılabilen güvenilirliği kanıtlanmış yöntemlerdir. Gelişen teknolojiyle birlikte de 3b rekonstrüksiyon çalışmaları veteriner anatomi alanında yaygınlaşmaktadır.

## KAYNAKÇA

- [1]. Pereira J.A., Meri A., Molina-Ros A., Molina-Andreu O., 2003. Web-based course for teaching human anatomy. The UPF experience, *European Journal of Anatomy*, 7: 19-22.
- [2]. Balcombe J.P., 2000. The use of animals in higher education: Problems, alternatives and recommendations. Washington, DC: Humane Society Press.
- [3]. Nacher V., Liombart C., Carretero A., Navarro M., Ysern P., Calero S., Figols E., Ruberte J., 2007. A new system to reduce formaldehyde levels improves safety conditions during gross veterinary anatomy learning, *Journal of Veterinary Medical Education*, 34: 168-171.
- [4]. Nicholson D.T., Chalk C., Funnell W.R.J., Daniel S.J., 2006. Can virtual reality improve anatomy education? A randomised controlled study of a computer-generated three-dimensional anatomical ear model, *Medical Education*, 40: 1081-1087.
- [5]. Balcombe J.D., 2001. The scientific case for alternatives, *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 4: 117-126.
- [6]. Kim M., Huh K.H., Yi W.J., Heo M.S., Lee S.S., Choi S.C., 2012. Evaluation of accuracy of 3D reconstruction images using multi-detector CT and con-beam CT, *Imaging Science in Denriarey*, 42: 25-33.
- [7]. Freitas E.P., Noritomi P.Y., Silva J.V.L., 2011. Use of rapid prototyping and 3d reconstruction in veterinary medicine, advanced applications of rapid prototyping technology in modern engineering, Dr. M Haque (Ed.), ISBN: 978-953-307-698-0, In Tech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/advanced-applications-of-rapid-prototyping-technology-in-modern-engineering/use-of-rapid-prototyping-and-3d-reconstruction-in-veterinary-medicine>
- [8]. Fernandez J.M.S., Escuredo J.A.A., Rey A.S.D., Montoya F.S.M., 2000. Morphometric study of the paranasal sinuses in normal and pathological conditions, *Acta Oto-Laryngologica*, 120: 273-278.
- [9]. Martinelli M.J., Kuriashkin I.V., Carragher B.O., Clarkson R.B., Baker G.J., 1997. Magnetic resonance imaging of the equine metacarpophalangeal joint: three-dimensional reconstruction and anatomic analysis, *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 38: 193-199.

- [10]. Endo H., Komiya T., Kawada S., Hayashida A., Kimura J., Itou T., Koie H., Sakai T., 2009. Three-dimensional reconstruction of the xenarthrous process of the thoracic and lumbar vertebrae in the giant anteater, *Mammal Study*, 34: 1-6.
- [11]. Özkadif S., Eken E., Kalaycı İ., 2014. A three-dimensional reconstructive study of pelvic cavity in the New Zealand rabbit (*Oryctolagus cuniculus*), *The Scientific World Journal*, doi:10.1155/2014/489854.
- [12]. Özkadif S., Eken E., Beşoluk K., Dayan M.O., 2015. Three-dimensional reconstruction of New Zealand rabbit antebrachium by multidetector computed tomography, *Iranian Journal of Veterinary Research*, 16: 205-209.
- [13]. Porro L.B., Rayfield E.J., Clack J.A., 2015. Descriptive anatomy and three-dimensional reconstruction of the skull of the early tetrapod *Acanthostega junnari* Jarvik, 1952, *Plos One*, 10(3):e0118882. doi: 10.1371/journal.pone.0118882.
- [14]. Jeong Y., Lim C., Oh S., Jung J., Chang J., Yoon J., Choi M., 2008. Three-dimensional CT angiography of the canine hepatic vasculature, *Journal of Veterinary Science*, 9: 407-413.
- [15]. Contrera S., Vazquez J.M., Miguel A.D., Morales M., Gil F., Lopez O., Arencibia A., 2008. Magnetic resonance angiography of the normal canine heart and associated blood vessels, *The Veterinary Journal*. 178: 130-132.
- [16]. Stelzle F., Benner K.U., 2010. An animal model for sinus floor elevation with great elevation heights. Macroscopic, microscopic, radiological and micro-CT analysis: *ex vivo*, *Clinical Oral Implants Research*, 21: 1370-1378.
- [17]. Dayan M.O., Beşoluk K., 2011. Three-dimensional reconstruction from computed tomography images of respiratory system in New Zealand rabbits, *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*, 27: 45-148.
- [18]. Özkadif S., Eken E., 2013. Three-dimensional reconstruction of multidetector computed tomography images of paranasal sinuses of New Zealand rabbits, *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 37: 675-681.
- [19]. Bahar S., Bolat D., Dayan M.O., Paksoy Y., 2014. Two- and Three- dimensional anatomy of paranasal sinuses in Arabian foals, *Journal of Veterinary Medical Science*, 76: 37-44.
- [20]. Saber A.S. and Kamal B.M., 2010. Computed tomography and 3d reconstruction of the respiratory organs of the Egyptian tortoise (*Testudo kleinmanni*), *Journal of Veterinary Anatomy*, 3: 1-15.

- [21]. Zehtabvar O., Tootian Z., Vajhi A., Shojaei B., Rostami A., Davudypoor S., Sadeghinezhad J., Ghaffari H., Memarian I., 2014. Computed tomographic anatomy and topography of the lower respiratory system of the European pond turtle (*Emys orbicularis*), *Iranian Journal of Veterinary Surgery*, 9: 9-16.
- [22]. Dayan M.O., Beşoluk K., 2011. Three- dimensional reconstruction of stomach and intestines in New Zealand rabbits from computerized tomography images, *Israel Journal of Veterinary Medicine*, 66: 108-113.
- [23]. Stolzenburg J.U., Dorschner W., Postenjak M., Salomon F.V., Jurina K., Do M., Neuhaus J., 2002. Sphincteric musculature of female canine urethra in comparison to woman including 3d reconstruction, *Cells Tissue Organs*, 170: 151- 161.
- [24]. Eken E., Çorumluoğlu Ö., Paksoy Y., Beşoluk K., Kalaycı İ., 2009. A study on evaluation of three-dimensional virtual rabbit kidney models by multidetector computed tomography images, *International Journal of Experimental and Clinical Anatomy*, 3: 40-44.
- [25]. Meise K., Mueller B., Zein B., Trillmich F., 2014. Applicability of single-camera photogrammetry to determine body dimensions of pinnipeds: Galapagos sea lions as an example. *Plos One*, 9: 1-7.
- [26]. Chang Y.C., 2008. A Photogrammetric system for 3D reconstruction of a scoliotic torso. Thesis of master program of biomedical engineering, university of Calgary, Alberta.
- [27]. Ege A., Şeker D.Z., Tuncay İ., Duran Z., 2002. Radius distal eklem yüzünün digital fotogrametrik yöntemle ölçme değerlendirmesi, VIII. Congress Book of the Turkish Society for Surgery of the hand and upper extremity, 21/10: 128- 132, Adana
- [28]. Şeker D.Z., Duran Z., Ege A., 2002. Digital fotogrametrinin tıp alanında uygulanmasına bir örnek. 30. Yıl Sempozyumu, Konya.
- [29]. Karabork H., 2009. Three- dimensional measurements of glenohumeral joint surfaces in sheep, cat and rabbit by photogrammetry, *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8 (7): 1248- 1251.
- [30]. Labens R., Redding W.R., Desai K.K., Orde K.V., Mansmann R.A., Blikslager A.T., 2013. Validation of photogrammetric technique for computing equine hoof volume, *The Veterinary Journal*, 197: 625-630.