T.C
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YENİ ZELANDA TAVŞANLARINDA MİDE ve BAĞIRSAKLARIN BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ GÖRÜNTÜLERİNDEN ÜÇ BOYUTLU GÖRÜNTÜ ELDE EDİLMESİ

Mustafa Orhun DAYAN

DOKTORA TEZİ

ANATOMİ (VET) ANABİLİM DALI

Danışman

Prof. Dr. Kamil BEŞOLUK

KONYA-2009

T.C
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YENİ ZELANDA TAVŞANLARINDA MİDE ve BAĞIRSAKLARIN BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ GÖRÜNTÜLERİNDEN ÜÇ BOYUTLU GÖRÜNTÜ ELDE EDİLMESİ

Mustafa Orhun DAYAN

DOKTORA TEZİ

ANATOMİ (VET) ANABİLİM DALI

Danışman

Prof. Dr. Kamil BEŞOLUK

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 08102003 proje numarası ile desteklenmiştir.

KONYA-2009

ii. ÖNSÖZ

Günümüzde medikal görüntüleme teknikleri hastalıkların tanısında sıklıkla kullanılmaktadır. Elde edilen görüntüler ise bilgisayar yazılım programları ile üç boyutlu olarak yapılandırılabilmektedir. Özellikle beşeri hekimlikte tanı ve eğitim alanında kullanılan üç boyutlu yapılandırmalar, veteriner hekimlikte de uygulanabilir durumdadır. Mevcut çalışmada Yeni Zelanda tavşanlarının gastro-intestinal sistemi bilgisayarlı tomografi ile görüntülenmiş ve MIMICS üç boyutlu görüntüleme yazılım programı ile yeniden yapılandırılarak tanı ve eğitimdeki yeri incelenmiştir.

Sunulan bu tez projesi Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (SUBAP, 08102003) tarafından desteklenmiştir.

Bu araştırmanın gerçekleştirilmesinde bilimsel yardım ve desteklerini esirgemeyen sayın Prof. Dr. Sadettin Tıpırdamaz, Prof. Dr. Memduh Gezici, Prof. Dr. Emrullah Eken, Prof. Dr. Hakan Yalçın, Doç. Dr. Sadullah Bahar, Prof. Dr. Enver Yazar, Doç. Dr. Vural Özdemir, Doç. Dr. Yahya Paksoy, Uzman Dr. Ayşe Er, Özel Vakıf Hastanesi Radyoloji personeli, 4C Medikal yazılım uzmanı Murat Eğri ve maddi olarak destek sağlayan Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederim.

iii. İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ **1**

1.1. Medikal Görüntüleme Teknikleri 2

1.1.1. Röntgen 2

1.1.2. Bilgisayarlı Tomografi (BT) 3

1.1.3. Manyetik Rezonans (MR) Görüntüleme 5

1.1.4. Ultrasonografi (US) 6

1.2. Radyasyonun Zararlı Etkileri 7

1.3. Rekonstrüksiyon 8

1.4. Tavşan 9

1.4.1. Tavşanlarda Sindirim Sistemi Anatomisi ve Fizyolojisi 10

1.4.2. Tavşanlarda Sindirim Sistemi Hastalıkları 12

2. GEREÇ VE YÖNTEM **14**

2.1. Gereç 14

2.2. Yöntem 14

3. BULGULAR **18**

4. TARTIŞMA **41**

5. SONUÇ ve ÖNERİLER **44**

6. ÖZET **46**

7. SUMMARY **47**

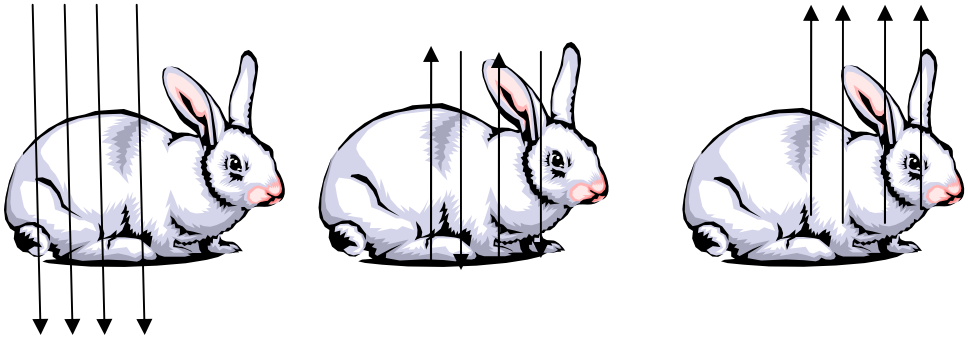
8. KAYNAKLAR **48**

10. ÖZGEÇMİŞ **52**

1. GİRİŞ

Radyoloji terim olarak radyo (radio) ve loji (logy) kelimelerinin birleşmesinden oluşur ve ışın bilimi anlamına gelir (Kumaş 1996). Bu bilim dalı radyasyonu (radyan enerji) hastalıkların tanısında ve girişimsel işlemlerde kullanır. Radyolojide kullanılan enerji türleri ise x- ışınları (röntgen, bilgisayarlı tomografi), radyo dalgaları (manyetik rezonans) ve gamma ışınları (nükleer tıp)'dır. Ultrases enerjisi ise ultrasonografi ile görüntülemede kullanılır (Anonim 2009a).

Radyoloji'nin tarihi Alman fizik profesörü Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923)'in x- ışınlarını keşfiyle başlamıştır. 1895'te W.C. Röntgen karısının el kemiklerinin röntgenini çekerek dünyada ilk röntgeni çekmiş oldu. Ülkemizde ise bundan birkaç yıl sonra Dr. Esat Feyzi tarafından kullanıldı ve Dr. Esat Feyzi tarihimizin ilk röntgen uzmanı oldu (Üstün 1972, Kaya 1996a, Kumaş 1996, Elliott 2005). X- ışınlarının keşfinden sonra görüntüleme yöntemleri çok hızlı bir şekilde gelişmiştir. Görüntüleme teknikleri üç farklı prensibe dayanmaktadır. Bunlar; emisyon, transmisyon ve refleksiyon'dur. Emisyonda, enerji kaynağı canlının kendisidir ve görüntünün oluşabilmesi için bu enerjinin işlenmesi gerekmektedir. Bu prensip ile çalışan manyetik rezonans (MR) görüntülemede radyo frekans dalgaları ile dokular uyarılarak görüntü elde edilir. Transmisyonda, enerji kaynağı ve alıcı farklıdır. Enerji canlının vücudunu geçerek görüntünün oluşacağı alıcıya ulaşır. Röntgen ve bilgisayarlı tomografi (BT) bu prensibe dayanarak çalışır. Refleksiyonda ise enerji kaynağı ve alıcı aynı taraftadır. Enerji canlıya gönderildikten sonra yansıması yeniden geriye toplanarak görüntü elde edilir. Ultrasonografi (US)'nin temeli de bu prensibe dayanır (Kaya 1996b, Elliott 2005, Anonim 2009a).



Transmisyon Refleksiyon Emisyon

1.1. Medikal Görüntüleme Teknikleri

Pet hayvanlarda kullanılan görüntüleme teknikleri diğer hayvanlarda kullanılan tekniklerle aynıdır. Bu hayvanlarda kırık ve çıkıklar, karın boşluğundaki yabancı cisimler, tümör, apse, organ hipertrofi/atrofileri ve gebelik tanısında kullanılır. Kontrast maddeler verilerek de sindirim ve üriner sistemin görüntülenmesi sağlanabilir (Girling 2002).

1.1.1. Röntgen

X- ışınları kullanılarak görüntülemenin sağlandığı en eski tekniktir (Kaya 1996a). X- ışınları canlının vücudunu geçtikten sonra film tabakasının üzerine düşer ve film üzerinde ışınların fazla miktarda düştüğü yerler siyah (yumuşak doku), ışınların az düştüğü yerler ise beyaz (sert doku) olarak görülür (Anonim 2009a).

Röntgenden sonra birçok yeni görüntüleme tekniği geliştirilmesine rağmen günümüzde röntgen klinik önemini hala korumaktadır. Özellikle kemik kırıklarında ve akciğer hastalıklarının tanısında kullanılabilecek en basit, ucuz ve kolay görüntüleme tekniğidir. Röntgen görüntüsünün çok iyi yorumlanabilmesi için

hekimin ve/veya radyoloğun yeterince anatomi, patoloji ve röntgen fiziği bilgisine sahip olması gerekir (Anonim 2009a).

Röntgen tavşanlarda özellikle kemik yapıda olan değişimleri incelemek amacı ile kullanılmaktadır (Alberius ve Isberg 1987, Alberius ve ark 1990). Ayrıca kontrast madde uygulanarak radyografi ile tavşanlarda sıklıkla görülen ileus'un tanısı yapılabilmektedir (Anonim 2009b).

1.1.2. Bilgisayarlı Tomografi (BT)

Tomografi terimi Yunanca kesmek anlamına gelen "tomos" ve görüntü anlamına gelen "grama" kelimelerinin birleşmesinden oluşur (Capello ve Cauduro 2008). BT ise tomografik görüntüleme tekniğinin bilgisayar hesaplamaları yardımıyla elde edildiği ilk tekniktir (Ohlerth ve Scharf 2007). Ülkemizde ilk olarak 1976 yılında Hacettepe Üniversitesi'nde uygulamaya giren BT, canlıya uygulanan x-ışınlarının dokularda tutulmayan kısımlarının bir dedektör vasıtasıyla bilgisayar ortamına aktarılarak görüntü elde edilmesi esasına dayanır. BT ile organizmanın kesitsel görüntüleri elde edilir böylece elde edilen görüntülerin süperpozisyonu engellenmiş olur. BT'nin en büyük avantajları boşluklu yapılarda kullanılması, kesitsel görüntülerde yüksek derecede detay vermesidir (Alkan 1999).

BT, veteriner hekimliği alanında nörolojik, onkolojik ve ortopedik bozuklukların tespitinde küçük hayvan kliniğinde kullanılmaktadır. İlk olarak 1980-1981 yıllarında köpeklerde gözlenen neoplasma vakalarının teşhisinde kullanılmıştır. Günümüzde ise karaciğer, dalak, pankreas, böbreküstü bezi ve üriner sistem hastalıklarının tanısında rutin olarak kullanılmaktadır (Ohlerth ve Scharf 2007). Tavşanlarda ise daha çok kanser (Liang ve ark 2009), emboli (Kim ve ark 2009),

iskelet anomalileri (Winkelmann ve Wise 2009) ve doku reaksiyonlarının (Shinbo ve ark 2009) tanısının yapıldığı deneysel araştırmalarda kullanılmaktadır.

BT, canlı vücudundan kesitler alınarak elde edilen görüntüleme yöntemidir (Adapınar 1996c). X- ışınının çok farklı olarak inceltilerek çizgisel şekilde düşürülmesiyle görüntü elde edilir. Bu teknikte kesitsel görüntünün alınabilmesi için röntgen tüpü ve dedektörün canlının etrafında döndürülmesi gerekir. Döndürülme sayesinde üç boyutlu kesitsel görüntüler elde edilebilmektedir. BT'de görüntünün yoğunluğu maddenin x- ışını absorbe etme özelliğine bağlıdır. Kemik gibi x- ışınını fazla absorbe eden dokular beyaz olarak; daha az absorbe eden diğer dokular gri ve tonları şeklinde gözlenirken, x- ışınını absorbe etmeyen hava ise siyah görülür. BT'de incelenmek istenen doku veya organın görüntüsü kesitler halinde elde edilir ve bu görüntünün hassasiyeti alınan kesitlerin inceliğiyle doğru orantılıdır. İnce kesitli görüntüler incelenecek olan doku veya organ hakkında daha detaylı anatomik bilgi verir. Transversal ve longitudinal olarak alınan kesitler daha sonra üç boyutlu hale getirilebilmektedir. Bu işleme ise "rekonstrüksiyon" veya "reformasyon" adı verilir (Anonim 2009a).

BT'de röntgen ile görüntülenmesi mümkün olmayan yumuşak dokuların ayrımı yapılabilir. Ancak kemiğe komşu dokuların görüntülenmesinde MR, BT'den daha üstündür. Özellikle vertebra, pelvis, omuz kemeri, kafatası tabanı kemikleri, abdominal bölge ve akciğer gibi yapılarda BT daha geniş bir kullanım alanı bulur (Anonim 2009a). Pet hayvanlarının görüntülenmesinde de BT hızlı bir şekilde kullanıma girmiştir (Girling 2002).

1.1.3. Manyetik Rezonans (MR) Görüntüleme

Tavşanlarda MR görüntüleme tekniği özellikle model hastalık oluşturulan tavşanların takibinde oldukça fazla kullanılmaktadır (Wolf ve ark 1992, Steen ve ark 2007, Bierry ve ark 2008, Takao ve ark 2009).

Bu teknik ilk olarak 1940'lı yıllarda keşfedilmesine rağmen ancak 1970-1980'li yıllarda kullanıma girebilmiştir. MR görüntüleme tekniği, BT'de olduğu gibi kesitsel bir görüntüleme yöntemidir. MR cihazı da BT'ye benzemekle birlikte fiziksel temelleri BT'den farklıdır. Yöntem, manyetik alan içerisinde canlıya radyo dalgası gönderilerek dokularda manyetik etkiyi değiştirme sonucunda dokulardan gelen sinyalleri geriye alarak görüntüyü oluşturma prensibine dayanır (Adapınar 1996a, Anonim 2009a). MR; özellikle merkezi sinir sistemi, kas-iskelet sistemi ve yumuşak doku incelenmesinde başarıyla kullanılan bir görüntüleme tekniğidir. Mide-bağırsak gibi organların incelenmesinde ise rutin olarak kullanılmayıp yalnızca kolon kanseri teşhisinde kısmi olarak kullanılmaktadır (Adapınar 1996b, Debatin ve Patak 1999). Özellikle colorectal polyp ve neoplasmaların teşhisinde BT daha geniş bir kullanım alanı bulmuştur (Gluecker ve Fletcher 2002, Mang ve ark 2007). Kemik yapılara komşu olan dokuların görüntülenmesinde BT kullanımında zorluklarla karşılaşılmasına rağmen bu alanda MR oldukça başarılıdır. MR anjiografisi, kalp damar sistemini görüntülemede kullanılan diğer bir tekniktir (Anonim 2009a). Pet hayvanların görüntülenmesinde MR diagnostik yöntemler de hızla kullanıma girmiştir (Girling 2002, Lewis ve ark 2002).

1.1.4. Ultrasonografi (US)

Ultrasonografi (US), tavşanlarda karın içi organ (Takeda ve ark 2007) ve damarları (Lv ve ark 2007) ile üreme organlarında (Aksoy ve ark 2009) oluşan değişikliklerin tanısında kullanılmakla birlikte, bu hayvan türünde sık gözlenen deri apselerinin teşhisinde de kullanılmaktadır (Ward 2006).

Söz konusu olan görüntüleme tekniği, yumuşak doku ve parankimal organların incelenmesinde rutin olarak kullanılır (Adapınar 1996e). Bu teknikte diğer görüntüleme yöntemlerinden farklı olarak mekanik bir enerji olan ses enerjisi kullanılır. Kullanılan ses frekansı ise insan kulağının duyabileceği frekansın çok daha üzerindedir. US cihazı; elektrik enerjisini sese, sesi de elektrik enerjisine dönüştürerek prob cihazı vasıtasıyla sesin eko yapmasından faydalanarak görüntü oluşturur. Dokuların sese karşı verdikleri yansıma, dokunun yoğunluğuna göre farklılık gösterdiği için elde edilen görüntüde dokular farklı renk tonlarında (siyah-beyaz arası) gözlenir (Adapınar 1996e, Anonim 2009a). Bu yöntemle kas, tendo, karaciğer, dalak, böbrek, pankreas, ürogenital sistem ve kalp (ekokardiyografi) gibi organlar muayene edilir (Adapınar 1996f). Ayrıca US ile tavşanlarda sıklıkla görülen ileus'un tanısı yapılabilmektedir (Anonim 2009b).

Pet hayvanlarının görüntülenmesinde en sık kullanılan görüntüleme yöntemi US'dir (Girling 2002). Bu teknik pratik ve ucuz bir yöntemdir. Abdominal bölge başta olmak üzere kas ve tendo incelemelerinde kullanılır (Elliott 2005, Anonim 2009a). US, veteriner hekimlikte özellikle reprodüktif alanda yoğun bir kullanım alanı bulmuş ve bu alanda çeşitli kitaplar yazılmıştır (Dinç 2008).

1.2. Radyasyonun Zararlı Etkileri

Radyasyonun canlılar üzerindeki etkilerini inceleyen bilim dalına radyobiyoloji denir (Kaya 1996c). X- ışınları, organizmada hafif ve geçici rahatsızlıklardan sakatlık ve ölüme kadar gidebilen zararlı etkilere neden olabilir (Kumaş 1996). Hayvan deneylerinde yapılan gözlemlerde radyasyonun neden olduğu zararların radyasyonun dozuyla ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Tanı ya da tedavi amacıyla kullanılan radyasyonun radyo-dermatit, katarakt, kısırlık ve kansere neden olduğu gözlenmiştir (Kaya 1996c). Vücuttaki genç, bölünme ve çoğalması fazla olan hücrelerin radyasyona duyarlılığı daha fazladır. Örneğin çocuklar erişkinlerden, ince bağırsak mukozası, kemik iliği ve üreme organları hücreleri ise kas, sinir ve olgun kemik hücrelerinden daha duyarlıdır. Fazla radyasyona maruz kalan hücrelerin sitoplazmik membranı, hücre içi organelleri ve çekirdeğinde hasarlar meydana gelir. Çekirdekte meydana gelen hasar sonrasında ise DNA ve RNA sentezinde aksaklıklar ortaya çıkar (Kumaş 1996). Radyasyonun DNA'da yaptığı mutasyonlar sonucunda canlının kendinde doğrudan bozukluklara neden olabileceği gibi bir sonraki nesilde de etkilerini gösterebilir. Radyasyonun enzim veya proteinlerde oluşturduğu hasarlar hücre tarafından onarılabilirken DNA'da yaptığı hasarlar ise onarılamaz. Radyasyonun akut etkileri hematolojik yıkım, deri eritemi, kromozomal bozukluklar, gonadlarda fonksiyon bozukluğu, teratojenite ve ölüm şeklinde gözlenir. Uzun vadede etkilerini ise katarakt, kan yapıcı organlarda hasar ve kanser şeklinde gösterir (Kaya 1996c, Akar 2002).

Radyasyonun zararlarından korunmak için gebelik durumundaki canlıların radyasyon ortamından uzak durması gerekir. Özellikle gebeliğin ilk trimesteri dönemindeki canlıların radyasyona tabi tutulmaması gerekir (Kaya 1996c).

Radyasyondan korunmak için yapılacak en basit yöntem uygulayıcının kurşun önlükler kullanmasıdır. Hasta ise mümkün olan en düşük radyan enerjisi kullanılarak görüntülenmelidir (Adapınar 1996d).

1.3. Rekonstrüksiyon

Doku ve/veya organlardan çeşitli görüntüleme teknikleri ile elde edilen veriler üç boyutlu hale getirilebilmektedir. Bu işleme rekonstrüksiyon veya reformasyon adı verilir. Rekonstrüksiyon özellikle anatomi, fizyoloji ve klinik tedavide kabul edilen bir yöntemdir. Bu yöntem sayesinde düzensiz olan yüzey görüntüleri anlaşılabilir ve üzerinde çeşitli uygulamalar yapılabilir hale getirilebilmektedir (Elad ve Einav 1990, Mitchell 1995). Beşeri hekimlikte tıp eğitiminin anatomi anabilim dallarında eğitim amaçlı kullanılan üç boyutlu yapılandırmaların veteriner anatomi alanında da faydalı olabileceği bildirilmiştir (Bottcher ve ark 1999, Bottcher ve Maierl 1999). Üç boyutlu yapılandırmaların özellikle bazı cerrahi vakalarda protez yapımında çok önemli olduğu ifade edilmiştir (Roberts ve ark 1991, Rozing ve Oberman 1999). Kemik gibi sert dokularda doğrudan rekonstrüksiyon yapılabilirken; vasküler ve içi boşluklu organların üç boyutlu hale getirilmesinde ise kontrast madde verildikten sonra bu işlem gerçekleştirilebilmektedir (Anonim 2009a). Rekonstrüksiyon yapılacak doku veya organın kesitlerinin eşit kalınlıkta ve aralıksız olması gerekir. Görüntü kalitesinin arttırılabilmesi için kesit kalınlığının mümkün olan minimum düzeyde yapılması gerekir (Adapınar 1996c). Fotogrametrik yöntemlerle rekonstrüksiyon yapılmasına rağmen (Karabörk 2009), son yıllarda bu amaca yönelik üretilen bilgisayar programları sayesinde üç boyutlu (3D; three dimensional) yapılandırmalar

(Büyükkurt ve ark 2008, Kalaycı 2008, Eken ve ark 2009) çok daha hızlı ve kaliteli hale gelmiştir. Bu amaçla kullanılan programlardan birisi olan Mimics 12.1 (The Materialise Group, Leuven, Belçika) son yıllarda yaygın bir kullanım alanı bulmakla birlikte (Guan ve ark 2006, Henry ve ark 2007, Gittard ve ark 2009, Lu ve ark 2009) bu programın veteriner hekimliği alanında da başarıyla uygulanabileceği bildirilmiştir (Kimura ve ark 2005).

1.4. Tavşan

Deney hayvanı ve gıda kaynağı olarak kullanılan birçok tavşan ırkından giyim sanayisinde de faydalanılmaktadır. Son yıllarda tavşan diğer pet hayvanlara kıyasla uzun ömrü (10 yıl) ve sevimliliği sayesinde pet hayvanı olarak çok ilgi görmektedir. Herbivor hayvan olan tavşanlar gıdalarını çok hızlı bir şekilde fermente ederler ve içeriğin mide bağırsak sistemini terk etmesi çok kısa sürer. Bu nedenle de kaprofaji yaparlar (Richardson 2000, Meredith ve Crossley 2002).

Tavşanlara ait bazı fizyolojik değerler şunlardır (Meredith ve Crossley 2002, Huerkamp 2003);

- Yaşam süresi: 5-7 yıl (15 yıla kadar çıkabilir)
- Canlı ağırlık: 1-10 kg (türe göre farklılık arz eder)
- Diş formülü: İ 2/1 C 0/0 P 3/2 M 3/3
- Solunum hızı: 30-60/dk.
- Kalp atım hızı: 180-300/dk.
- Rektal ısı: 38,5-40 ^{0}C
- Günlük su tüketimi: 50-150 ml/kg
- Günlük yem tüketimi: 50 g/kg

- Seksüel olgunluk: 4-8 ay
- Gebelik süresi: 31-32 gün

1.4.1. Tavşanlarda Sindirim Sistemi Anatomisi ve Fizyolojisi

Tavşanların sindirim sistemi anatomisi birçok pet hayvanından oldukça farklıdır (Davies ve Davies 2003, Huerkamp 2003). Tavşanların üst çenesinin her bir yarımında biri büyük biri küçük olmak üzere iki adet incisiv diş bulunurken üçer adet de molar ve premolar diş bulunur. Alt çenelerinde ise bir adet büyük incisiv diş, iki adet premolar ve üç adet molar diş bulunur. Dişleriyle yanakları arasında oldukça geniş bir boşluk vardır. Dilin uç kısmı uzundur ve gövde kısmında torus linguae'ya sahiptir (Smallwood 1992).

Kemirgenler sınıfından olan tavşanların midesi, sindirim sistemi kapasitesinin %15'ini oluşturur ve "J" harfi şeklinde olup median hattın soluna doğru uzanır (Anonim 2009b). Makroskobik olarak iki bölümden oluşur. Esophagus'un açıldığı yerin solunda kalan ve esophagus'un devamı niteliğinde olan bölümüne "pars fundica" denir ve duvarı kutan mukozadan oluşur. Esophagus'un açıldığı yerin sağında kalan bölüm ise "pars pylorica" olarak adlandırılır ve glandular mukoza ile kaplıdır (McLaughlin ve Chiasson 1990). Ostium cardiacum'un çevresinde yer alan ve çok iyi gelişmiş olan "m. sphincter cardia" (Anonim 2009b) ile birlikte mide çeperleri ince duvarlı olduğu için tavşanların kusma yetenekleri yoktur. Mide pH'sı yaklaşık 1-2 civarındadır ve sürekli gıda depolar. Sağlıklı hayvanların midesinde her zaman gıda ve tüy bulunur (Richardson 2000, Anonim 2009b).

İnce bağırsaklar sindirim sistemi kapasitesinin %12'sini oluşturur (Anonim 2009b), birçok canlı türünde olduğu gibi asit nötralizasyonu, protein ve

karbonhidratların sindirimi, yağların ve besinlerin emiliminde rol alır (Huerkamp 2003). Safra ve pankreas'ın akıtıcı kanalları ince bağırsakların ilk bölümü olan duodenum'un proximal kısmına açılır (Anonim 2009b). Duodenum'u oldukça uzun olan jejunum takip eder. Jejunum; appendix vermiformis'in ucunun da bağlı olduğu plica ileocecale'ye kadar devam eder ve bundan sonra ileum başlar. İleum, son kısmında ileum'a göre daha hacimli ve lenfatik bir yapı olan sacculus rotundus ile cecum'a açılır (McLaughlin ve Chiasson 1990, Smallwood 1992, Beşoluk ve ark 2006). Kalın bağırsak bölümü cecum, colon ve rectum'dan oluşur ve memeli hayvan türleri içerisinde vücuduna oranla en büyük cecum'u olan hayvan tavşandır (Anonim 2009a). Karın boşluğunun sağ tarafında bulunan cecum'un pH'sı yaklaşık 6-7 civarındadır ve mide bağırsak kapasitesinin %40'ını içerir (Richardson 2000, Huerkamp 2003, Durgut ve Yarsan 2007). Atlarda olduğu gibi gıdaların bakteriyel fermentasyonu ise ince duvarlı ve boğumlu (haustra) olan cecum'da gerçekleşir**.** Cecum'da bulunan bakteriler, gıdaları fermente ederek B kompleks vitaminler ve uçucu yağ asitleri üretirler (Richardson 2000). Cecum tıpkı insanlarda olduğu gibi lenfatik dokudan zengin appendix vermiformis ile sonlanır. Cecum karın boşluğunun sağ kısmında bulunur ve yarı katı gıdaları içerir (Meredith ve Crossley 2002). Oldukça uzun olan colon; haustra ve spiralli bir yapıya sahip olan colon ascendens, colon transversum ve colon descendens bölümlerinden oluşur. Colon'dan sonra gelen kalın bağırsak bölümü olan rectum kısa bir seyirden sonra anüs ile dışarı açılarak sindirim kanalı sonlanır (Smallwood 1992). Tavşanlar, gıda alımından yaklaşık 3-8 saat sonra sıklıkla geceleri olmak üzere yumuşak ve mukus kaplı dışkılarını doğrudan anüslerinden alarak yeniden yerler. Bu işleme "kaprofaji" adı verilir (Meredith ve Crossley 2002).

1.4.2. Tavşanlarda Sindirim Sistemi Hastalıkları

Sindirim sistemi hastalıkları hasta olan tavşanların klinik belirtilerini tam olarak göstermemeleri ve/veya hastalığın ilerleyen safhalarında göstermeleri nedeni ile veteriner hekimlikte yıllarca ihmal edilmiştir (Fraser 2004). Tavşanlarda görülen sindirim sistemi hastalıkları genellikle yeterli oranda lifli gıdalarla beslenilmemesinden kaynaklanır (Davies ve Davies 2003, Anonim 2009b). Tavşanlarda gözlenen sindirim sistemi hastalıkları ise anormal kesici diş uzamaları (hatalı beslemeden kaynaklanan), oral ülserasyonlar, ileus, trikobezoarlar, mide bağırsak tıkanıklığı, antibiyotiğe (linkomisin, ampisilin vs) bağlı enterotoksemi, bakteriyel enterit (E. Coli, Salmonella spp., Clostridium piliforme), hepatic koksidiyoz (Eimeria spp), cecal tympani, mukoid enteropathy sendromu (Lawsonia intracellularis) ve helmint enfestasyonu'dur (Passalurus ambiguus) (Krempels ve ark 2000, Richardson 2000, Meredith ve Crossley 2002, Huerkamp 2003).

Yapılan kaynak taramalarında üç boyutlu görüntüleme sistemleri ile beşeri hekimlikte doku ve/veya organların düzensiz olan yüzey görüntüleri anlaşılabilir ve üzerinde çeşitli uygulamalar yapılabilir hale getirilebildiği gözlenmiştir. Beşeri hekimlikte bu sistem özellikle anatomi, fizyoloji ve cerrahide klinik tanı ve tedavide kullanım alanı bulmaktadır. İçi boşluklu organlar ise kontrast madde verildikten sonra üç boyutlu şekle getirilebilmektedir. Tavşanlarda en fazla sağlık probleminin sindirim sisteminde gözlendiği düşünüldüğünde, beşeri hekimlikte kullanılan bu yöntemin veteriner hekimlik alanında ve özellikle klinik tanıya yardım amaçlı uygulanabileceği düşünülmektedir. Yapılan literatür taramalarında ise tavşanların sindirim sisteminin üç boyutlu yapılandırılması ile ilgili herhangi bir bilgiye ulaşılamamıştır.

Mevcut araştırmanın amacı tavşanlarda kontrast madde verilmesini takiben BT ile elde edilen mide-bağırsak sistemi görüntülerinin Mimics 12.1 bilgisayar programı yardımı ile üç boyutlu hale getirilmesini sağlamaktır.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Gereç

Araştırmada 16 adet erişkin Yeni Zelanda tavşanı (8-10 ay, 2100-2400 g, 8 adet erkek, 8 adet dişi, Ç.Ü. TIPDAM, Adana) kullanıldı. Araştırma Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Etik Kurulu tarafından onaylandı.

2.2. Yöntem

Tavşanlar BT çekimlerinden bir gün önce aç bırakıldı ve uygulanacak olan kontrast maddenin bağırsakları daha iyi doldurabilmesi için oral olarak sürgüt (0.45 g, PO, Sürsil® toz, Ceva-DİF Veteriner İlaç San., İstanbul) uygulandı (Huerkamp 2003). Hayvanlara BT görüntülemesinden 3 saat öncesinden başlayarak çekim anına kadar 30 dakika aralıklarla oral sonda yardımı ile kontrast madde (Urografin® %76, Schering Alman İlaç ve Ecza Tic., Ltd., Şti., İstanbul) 1/4 oranında sulandırılarak toplam 300 ml olarak uygulandı (Resim 2.2). Bu uygulamalar esnasında hayvanların dişleri ile sondayı koparmasını önlemek için özel yapılmış bir padan kullanıldı (Resim 2.1). Colon görüntüsünün daha iyi elde edilebilmesi için 50-60 ml kontrast madde yine sonda ile rectum yoluyla da uygulandı (Alkan 1999). Xylazine (5 mg/kg, IM, Rompun® enj, Bayer Veteriner İlaç San., İstanbul) + ketamine (40 mg/kg, IM, Ketasol® Enj, İnterhas Veteriner İlaçları, Ankara) uygulaması ile derin sedasyona (Hernandez-Divers 2004) alınan hayvanların prone pozisyonda (Resim 2.3) iken 64 kesitli "Multislice BT " cihazı (Somatom Sensation, Siemens Medical Solutions, Forchheim, Germany) ile görüntüleri çekildi.

Tomografisi çekilen hayvanlardan elde edilen görüntüler; DICOM formatında stoklandıktan sonra CD ortamına aktarıldı ve üç boyutlu modelleme programı

MIMICS® 12.1 (The Materialise Group, Leuven, Belgium) kullanılarak rekonstrüksiyon işlemi yapıldı. Rekonstrüksiyon incelemeleriyle en iyi görüntü elde edilen 8 adet tavşanın (4 erkek, 4 dişi) sonuçları değerlendirildi.

MIMICS (Materialise's Interactive Medical Image Control System- İnteraktif Tibbi Görüntü Kontrol Sistemi) bilgisayar destekli tasarım yazılımında Belçika Leuven Üniversitesi ile birlikte Materialise'ın geliştirdiği bir medikal görüntüleme ve kontrol sistemidir. MIMICS, iki boyutlu BT ve MR verilerini üç boyutlu hale getiren, en ince detayları kolayca görüntüleyebilen, bir çok medikal uygulamaya öncülük eden interaktif bir bilgisayar programıdır. MIMICS'in en önemli özelliği, Hounsfield değerlerini kullanarak segmentasyon yapan bir program oluşudur. MIMICS medikal sektörde, sorunlu bölgenin üç boyutlu modeli oluşturularak teşhis, operasyon planlaması ve protez tasarımında kullanılmaktadır. Yazılım, hekim ve radyologlara BT ve MR görüntülerini tüm detaylarıyla kontrol edebilme ve tüm dokuların segmentasyonunu yapabilme imkanı vermekle birlikte üç boyutlu görüntü elde etmek için fazla bir zamana ihtiyaç duymamaktadır (Anonim 2009c). MIMICS programının değişik modülleri olmakla birlikte bu çalışma "temel modül" kullanılarak gerçekleştirildi.

Araştırma sonunda 8 adet (4 erkek, 4 dişi) tavşan ötenazi edilerek diseksiyonu yapıldıktan sonra fotoğrafları çekildi. Bu hayvanların mide ve bağırsak bölümleri üzerinde gerekli ölçümleri yapmak için bu organlar dışarıya alınarak bağırsak kıvrımları düzleştirildi. Mide ve bağırsakların uzunluk ölçümleri yapılırken 1/100 cm. taksimatlı şeritmetre kullanıldı. Bu ölçümler esnasında appendix vermiformis'in uzunluğu cecum'dan ayrı olarak ölçüldü. Colon ve rectum sınırı tam olarak belirgin olmadığı için rectum'un uzunluğu colon'a dahil edilerek ölçümler gerçekleştirildi.

Mide bağırsak sistemi organlarının yüzey alanları ve hacimleri, Mimics programı tarafından üç boyutlu olarak rekonstrükte edilen görüntüler üzerinden otomatik olarak hesaplandı. Bağırsakların hesaplamaları esnasında ince ve kalın bağırsaklar; cecum ve cecum haricindeki bağırsaklar olarak düşünüldü.

Araştırmanın verilerinin istatistiki analizi ANOVA ve Tukey testi kullanılarak değerlendirildi (SPSS 10.0 for windows). $P<0.05$ değeri istatistiki açıdan önemli kabul edildi.



Resim 2.1. Sonda ile kontrast madde içirilmesinden önce kullanılan padan ve uygulanışı



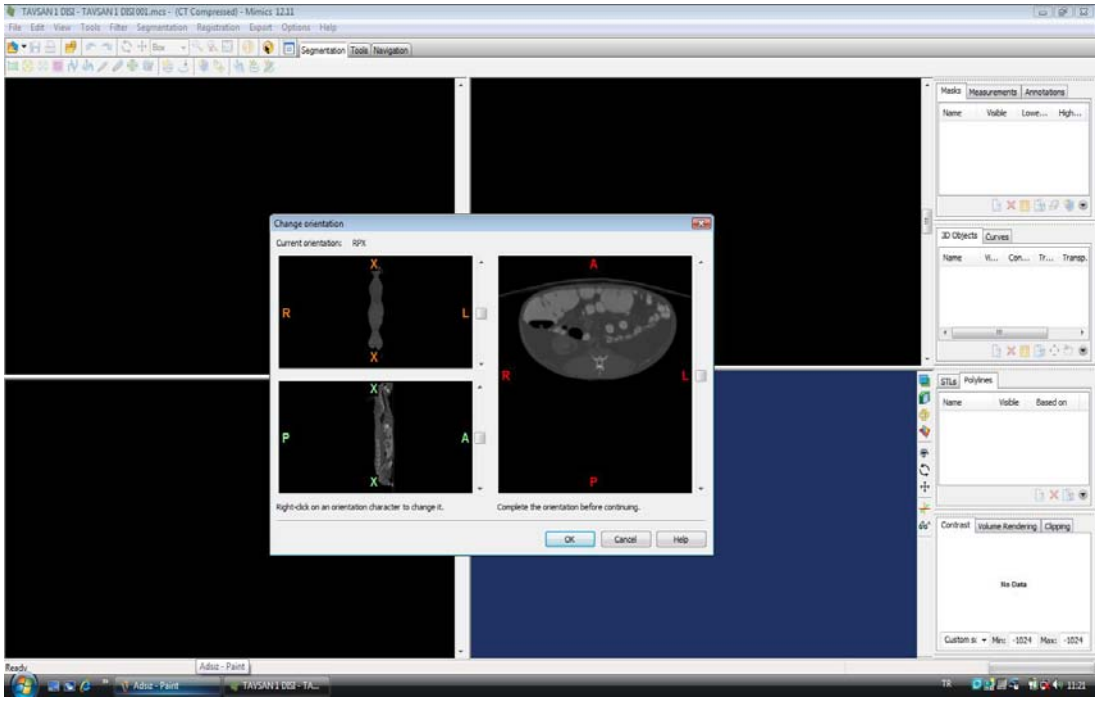
Resim 2.2. Oral olarak padan ve sonda yardımı ile kontrast maddenin içirilmesi



Resim 2.3. Tavşanın prone pozisyonuna getirilerek BT çekimi için hazırlanması

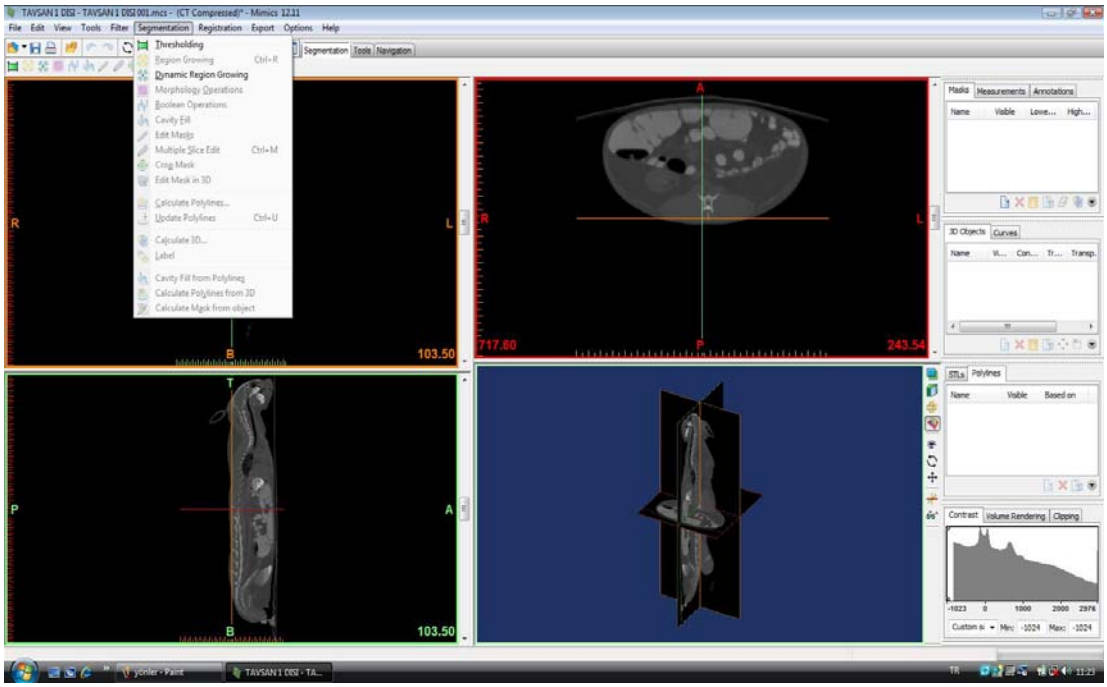
3. BULGULAR

Bilgisayar ortamında üç boyutlu modelleme programına aktarılan BT görüntüleri üzerinde; öncelikle ortaya çıkarılacak olan üç boyutlu model üzerindeki anatomik unsurların lokalizasyonunun tarifini kolaylaştıracak olan hayvanın yön bilgileri (top, bottom, anterior, posterior, left, right) programa girildi (Resim 3.1).

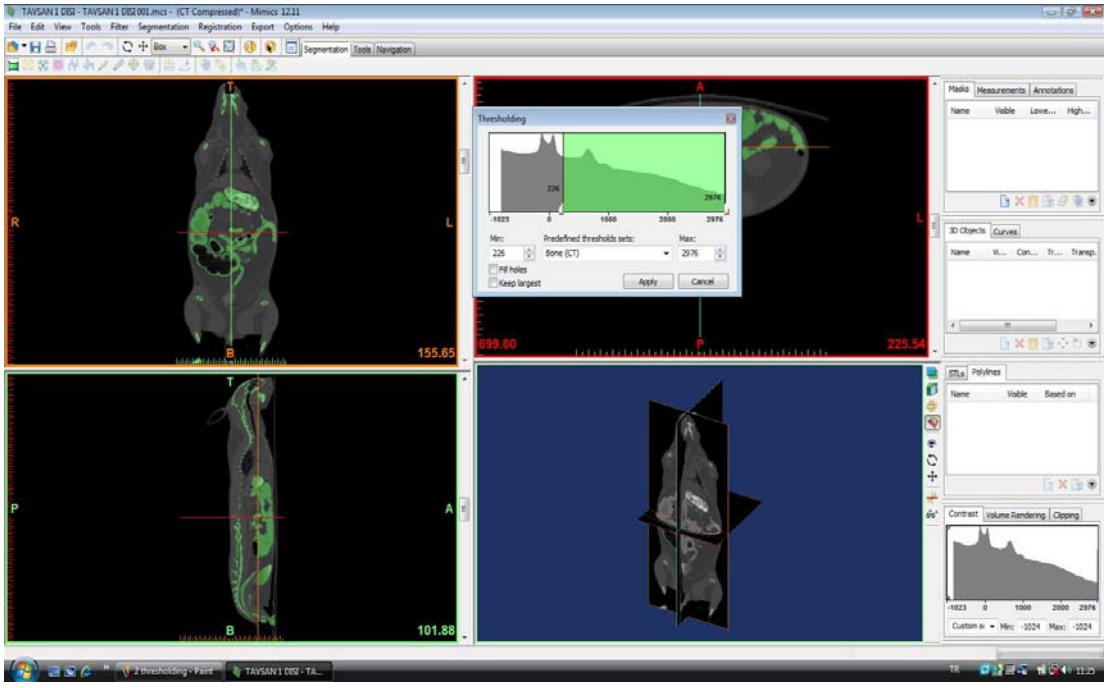


Resim 3.1. Program üzerinde hayvanın yönlerinin kayıt edilmesi

Kullanılan programda istenilen bölgeyi ön plana çıkarmak için gerekli olan segmentasyon maskelerini oluşturabilmek için; programın "segmentasyon" menüsündeki "tresholding" komutu verildi. Bu işlemin ardından istenilen doku yoğunluğu kontrast madde verilerek arttırıldığı ve kemik dokunun değerlerine yaklaştığı için "bone CT" komutu seçilerek üç boyutlu hale getirilmesi düşünülen doku yoğunluk farkına dayanılarak belirlendi (Resim 3.2, 3.3).

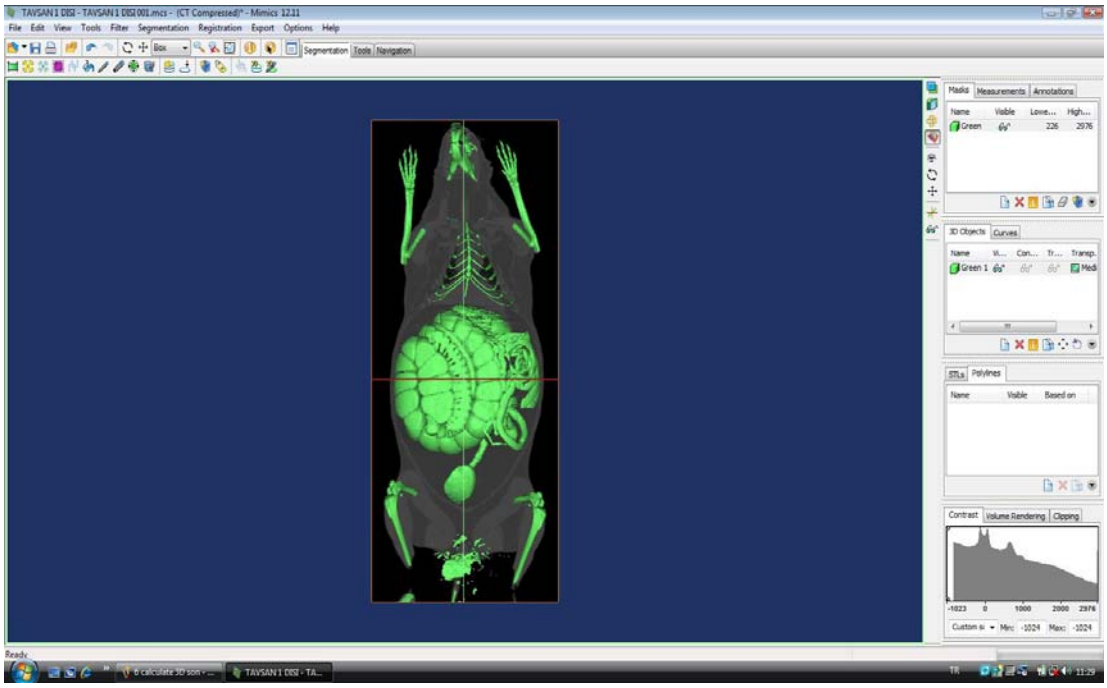


Resim 3.2. Segmentasyon menüsünden tresholding komutunun verilmesi



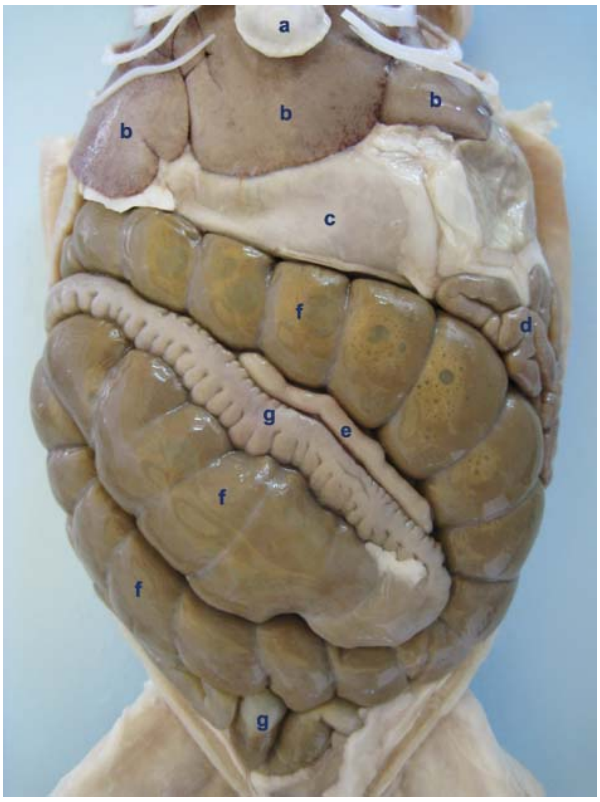
Resim 3.3. İncelenecek olan doku bölümünün (Bone CT) seçilmesi

Son olarak seçilen doku “region growing” komutuyla renkli maskeler oluşturulduktan sonra “calculate 3 D” komutuyla üç boyutlu hale getirildi (Resim 3.4).



Resim 3.4. Tavşanın mide bağırsak sisteminin üç boyutlu görüntüsünün oluşturulmuş hali

Yeni Zelanda tavşanının mide bağırsak sisteminin üç boyutlu görüntüleri ile diseksiyon sonucu ventral’den görünümü (Resim 3.5) ve bu sistemin organları karın boşluğundan çıkarıldıktan sonraki görünümü (Resim 3.6) arasındaki benzerlik durumu incelendi. Bu incelemeler sonucunda oluşturulan üç boyutlu model ile gerçek kadavra görüntüleri arasında gerek boyut ve gerekse şekil açısından herhangi bir farklılık gözlenmedi. Buna ilaveten mide bağırsak sisteminin cecum ve colon’un geniş olarak kapladığı alan altında kalan ve karın boşluğunun dorsal’ine yakın kısmına yerleşen bölümlerinin de herhangi bir ekarte işlemine gerek kalmadan model üzerinden rahatlıkla incelenme imkanı sağlanmış oldu.

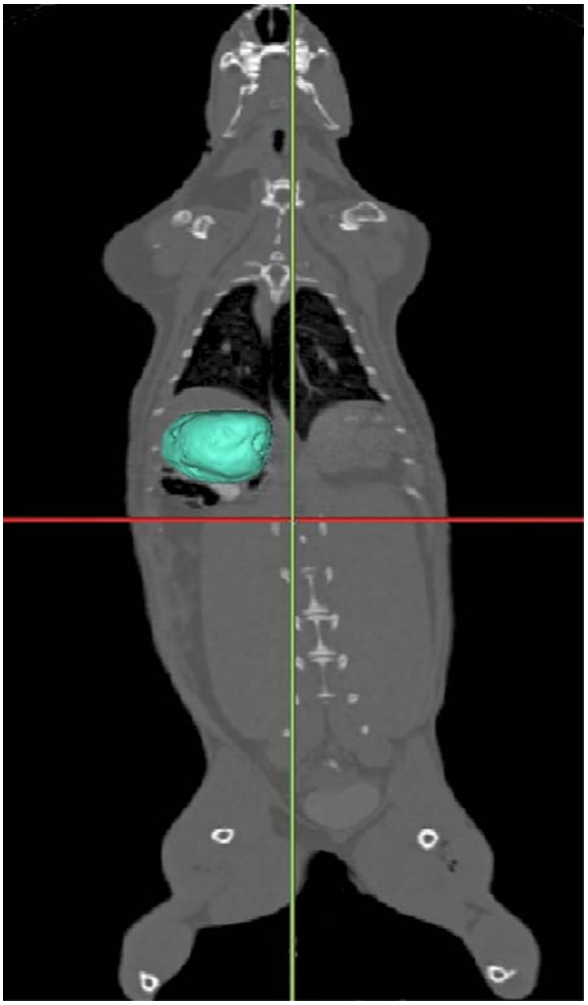


Resim 3.5. Yeni Zelanda tavşanının mide bağırsak sisteminin ventral'den görünümü
a. proc. xiphoideus b. hepar c. fundus ventriculi d. jejunum e. ileum f. cecum
g. colon

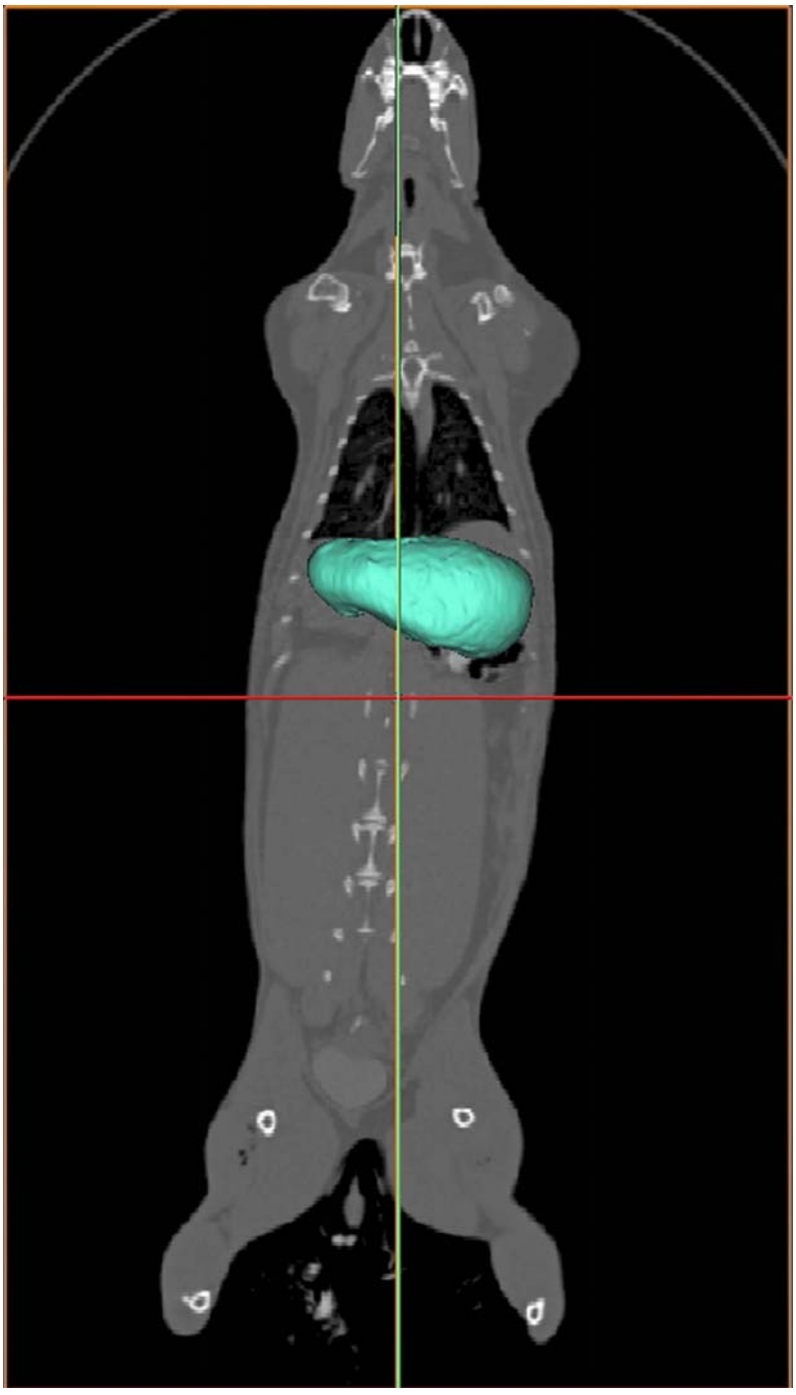


Resim 3.6. Yeni Zelanda tavşanının mide bağırsak sistemi
a. ventriculus b. duodenum c. jejunum d. ileum e. ampulla ilei f. cecum
g. appendix vermiformis h. colon ı. rectum

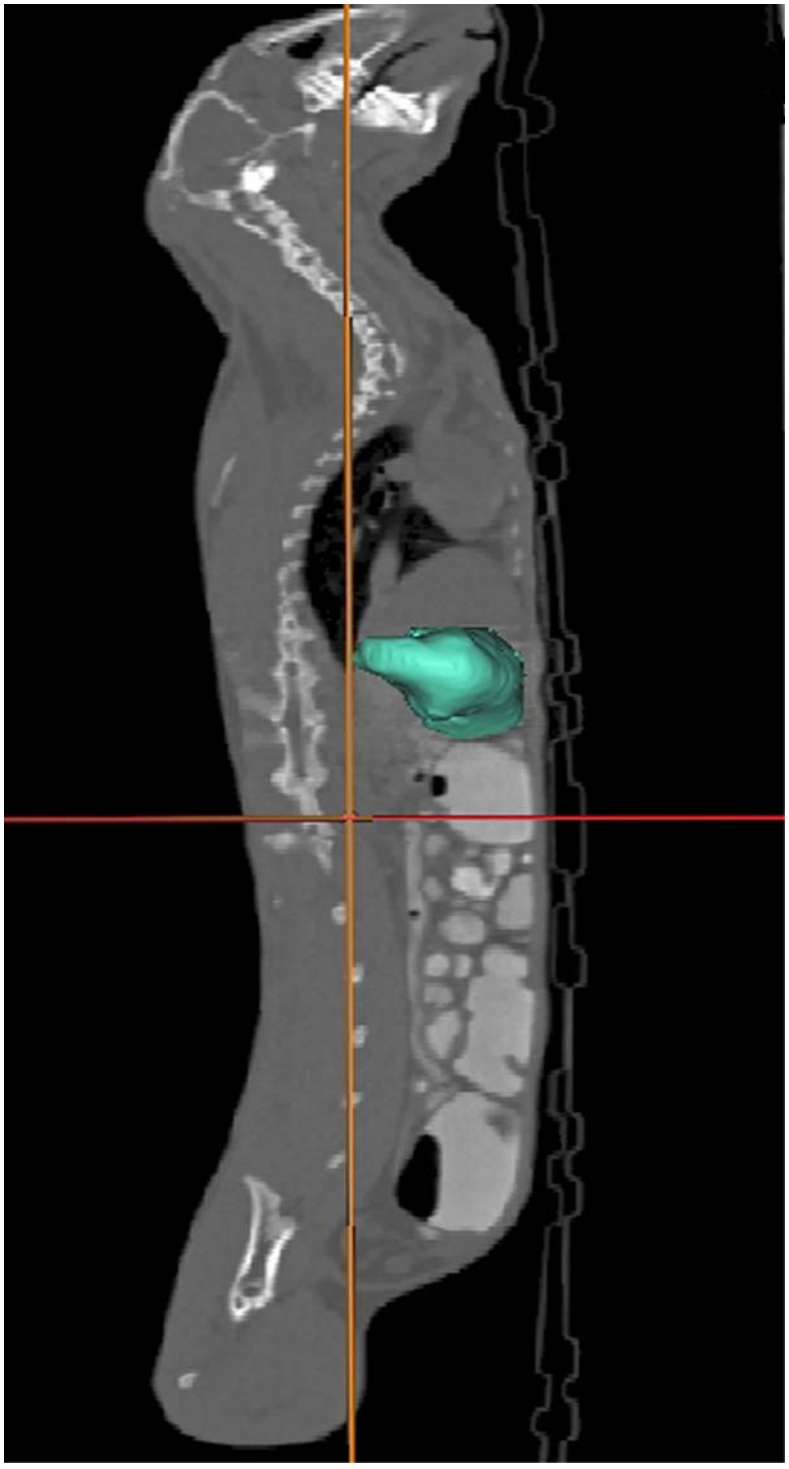
Diseksiyon işlemi sonucunda karın boşluğunun ventral görünümünde mide bağırsak sistemi organlarına ait olarak; fundus ventriculi (Resim 3.5/c), jejunum (Resim 3.5/d) ve ileum'un küçük bir bölümü (Resim 3.5/e), cecum'un appendix vermiformis haricindeki kısmı (Resim 3.5/f), colon'un başlangıçtaki kısa bir parçasıyla birlikte son bölümü (Resim 3.5/f) göze çarpmaktaydı. Ventral görünümde yer alan bu sınırlı görüntünün altında kalan organların *in situ* pozisyonundaki görüntülerine ulaşmak için oluşturulan üç boyutlu model üzerindeki bulgulardan faydalanıldı. Aşağıdaki resimlerde Yeni Zelanda tavşanının mide bağırsak sisteminin elde edilmiş üç boyutlu görüntüleri bulunmaktadır.



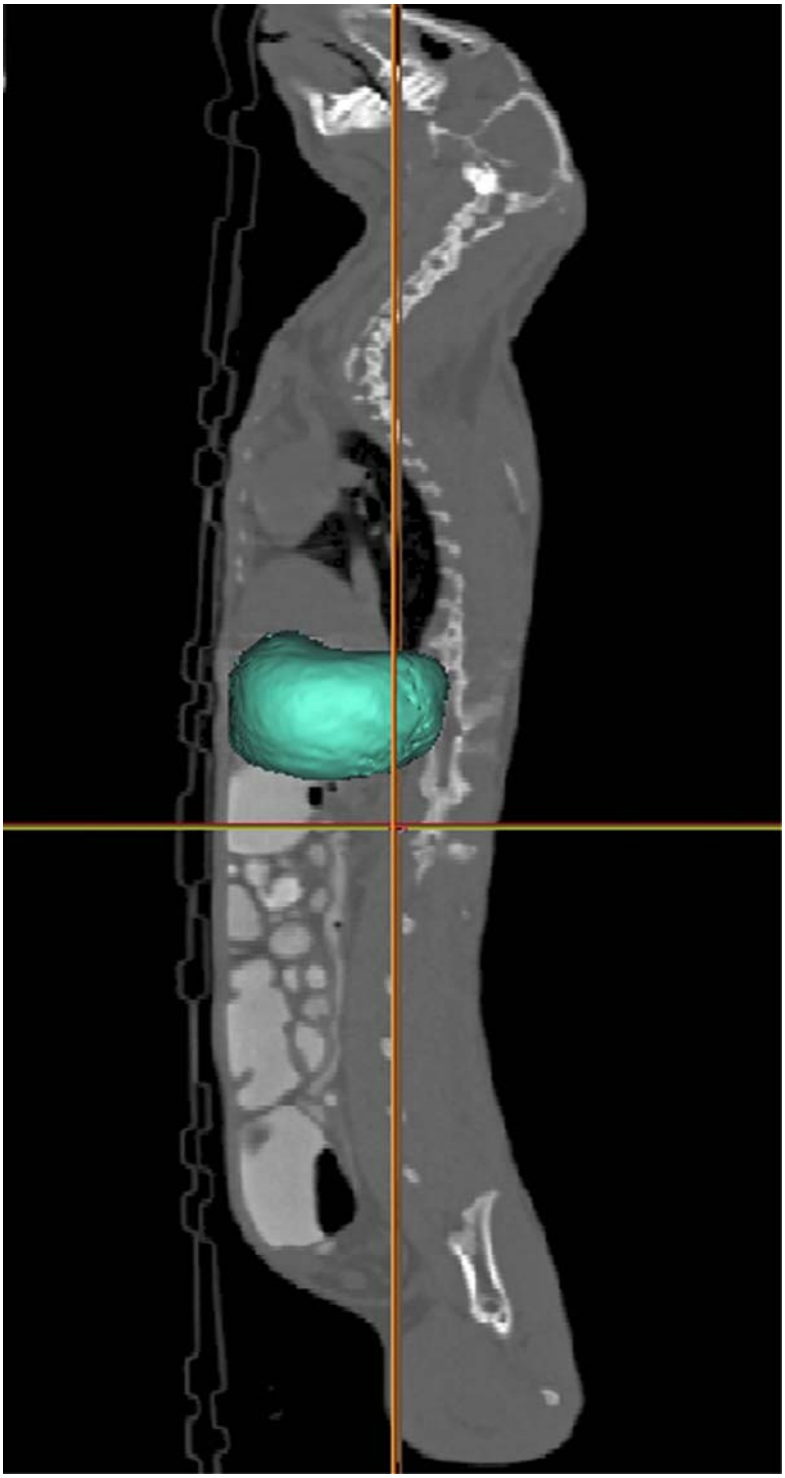
Resim 3.7. Midenin üç boyutlu rekonstrükte görüntüsünün karın boşluğundaki lokalizasyonu (dorsal görünüm)



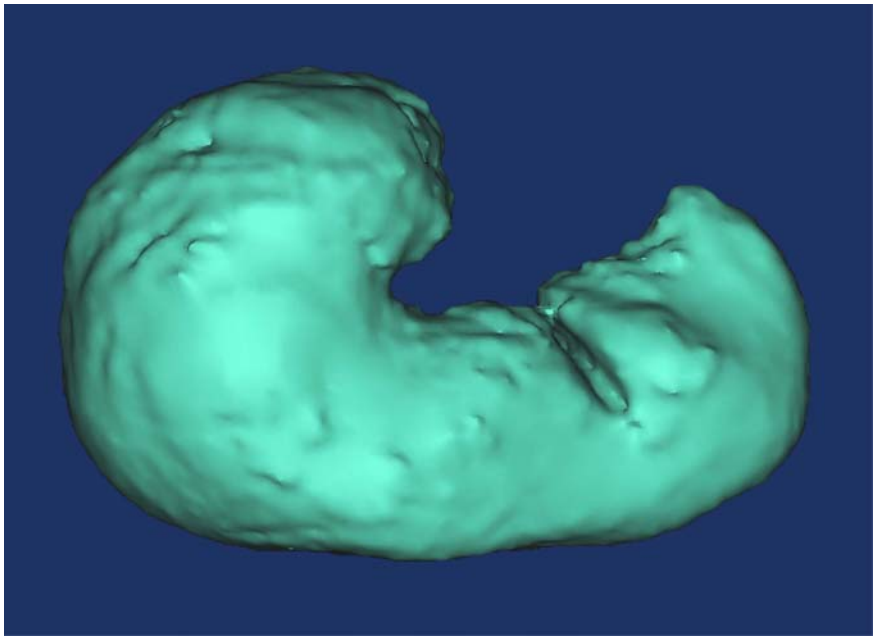
Resim 3.8. Midenin üç boyutlu rekonstrükte görüntüsünün karın boşluğundaki lokalizasyonu (ventral görünüm)



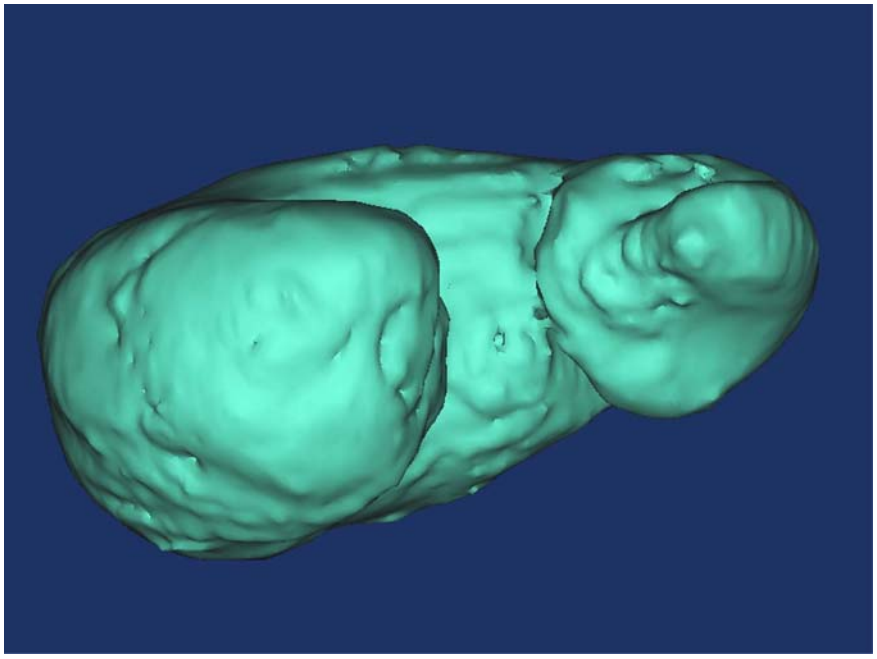
Resim 3.9. Midenin üç boyutlu rekonstrükte görüntüsünün karın boşluğundaki lokalizasyonu (sağdan görünüm)



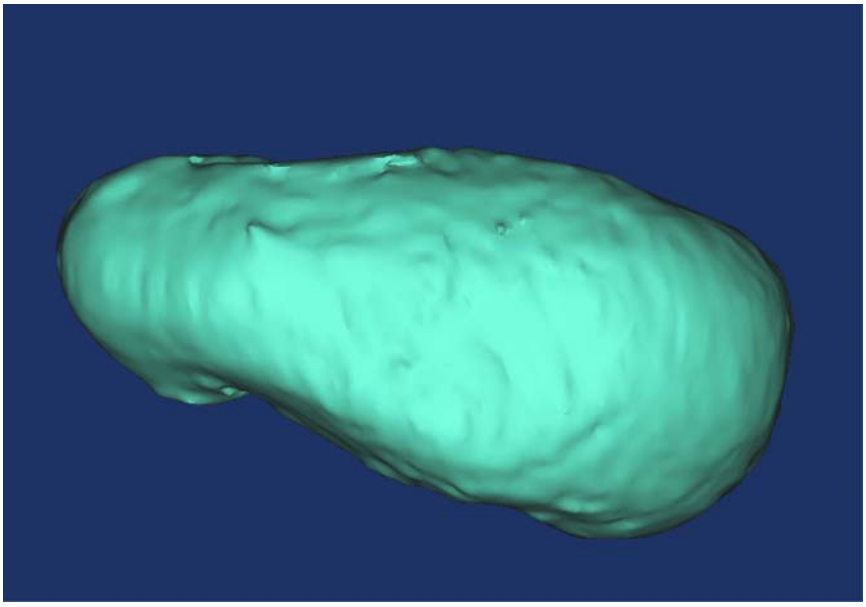
Resim 3.10. Midenin üç boyutlu rekonstrükte görüntüsünün karın boşluğundaki lokalizasyonu (soldan görünüm)



Resim 3.11. Midenin üç boyutlu rekonstrükte görüntüsü (caudal görünüm)



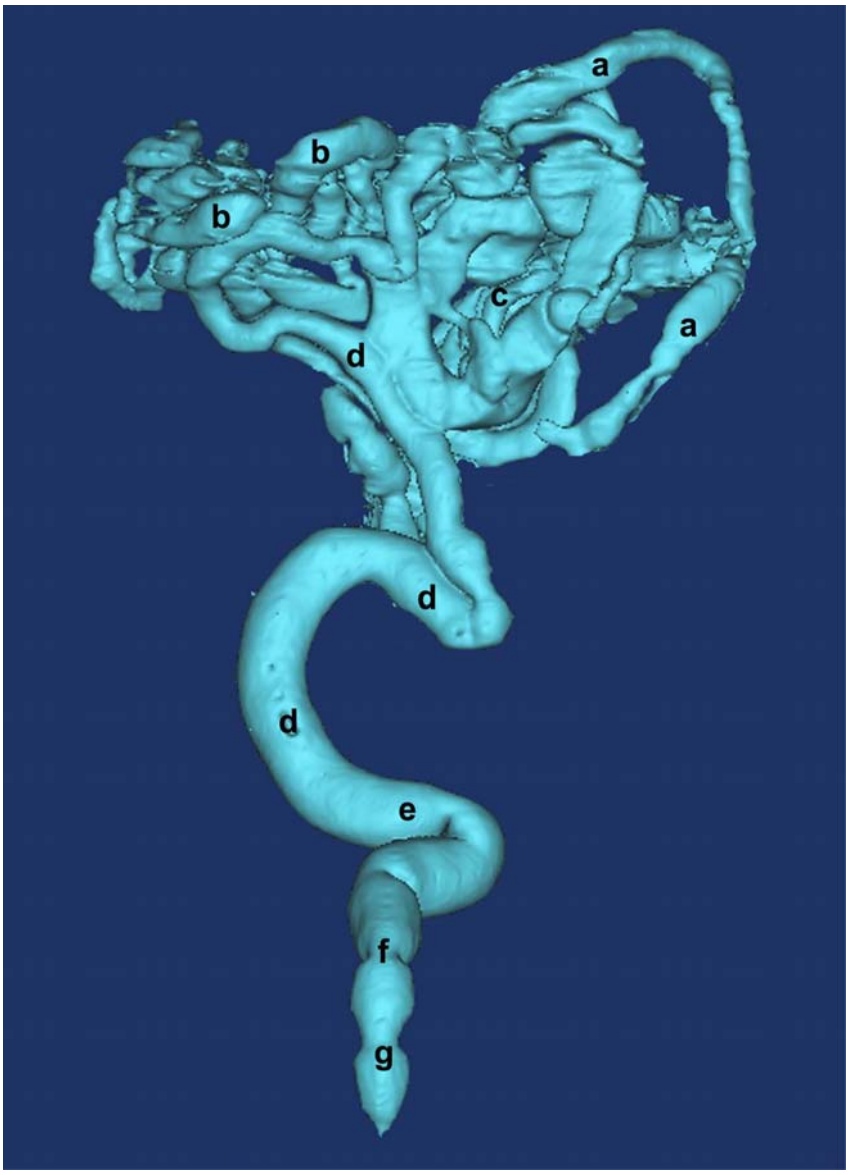
Resim 3.12. Midenin üç boyutlu rekonstrükte görüntüsü (dorsal görünüm)



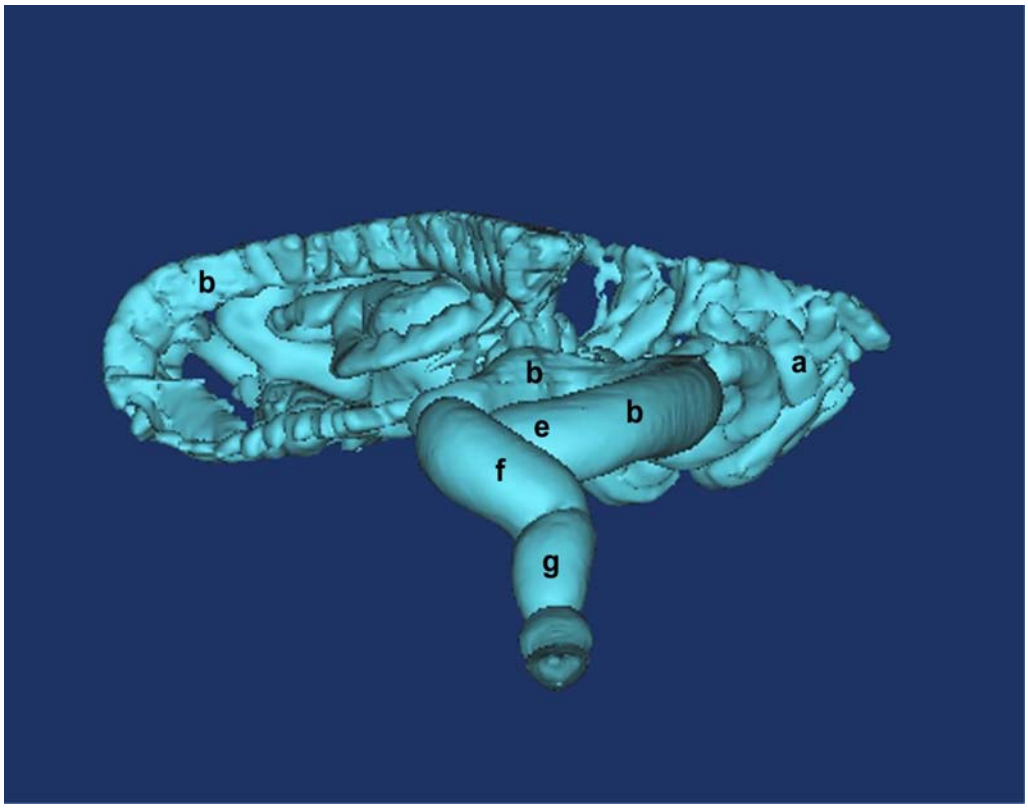
Resim 3.13. Midenin üç boyutlu rekonstrükte görüntüsü (ventral görünüm)



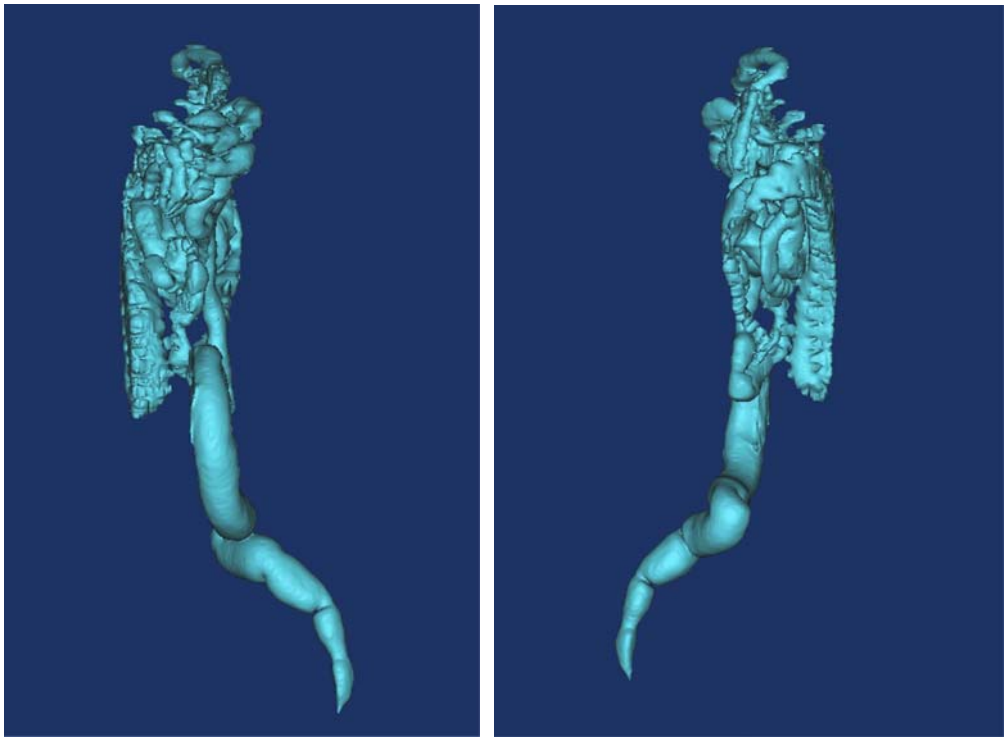
Resim 3.14. İnce ve kalın bağırsakların üç boyutlu rekonstrükte görüntüsünün karın boşluğundaki lokalizasyonu (soldan görünüm)



Resim 3.15. Cecum haricindeki ince ve kalın bağırsakların üç boyutlu rekonstrükte görüntüsü (dorsal görünüm)
a. duodenum b. jejunum c. ileum d. colon ascendens e. colon transversum f. colon descendens g. rectum



Resim 3.16. Cecum haricindeki ince ve kalın bağırsakların üç boyutlu rekonstrükte görüntüsü (caudal görünüm)
a. jejunum b. colon ascendens e. colon transversum f. colon descendens g. rectum

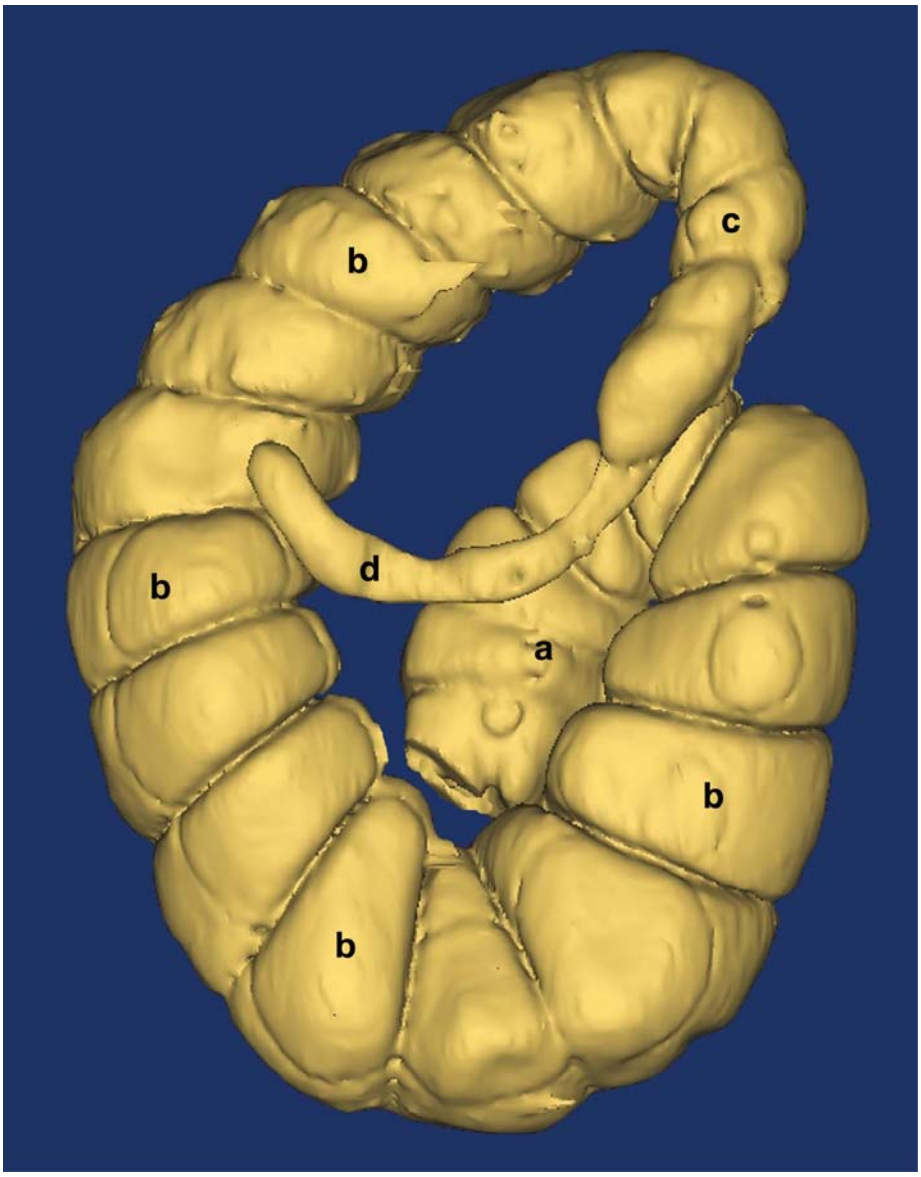


(soldan görünüm) (sağdan görünüm)

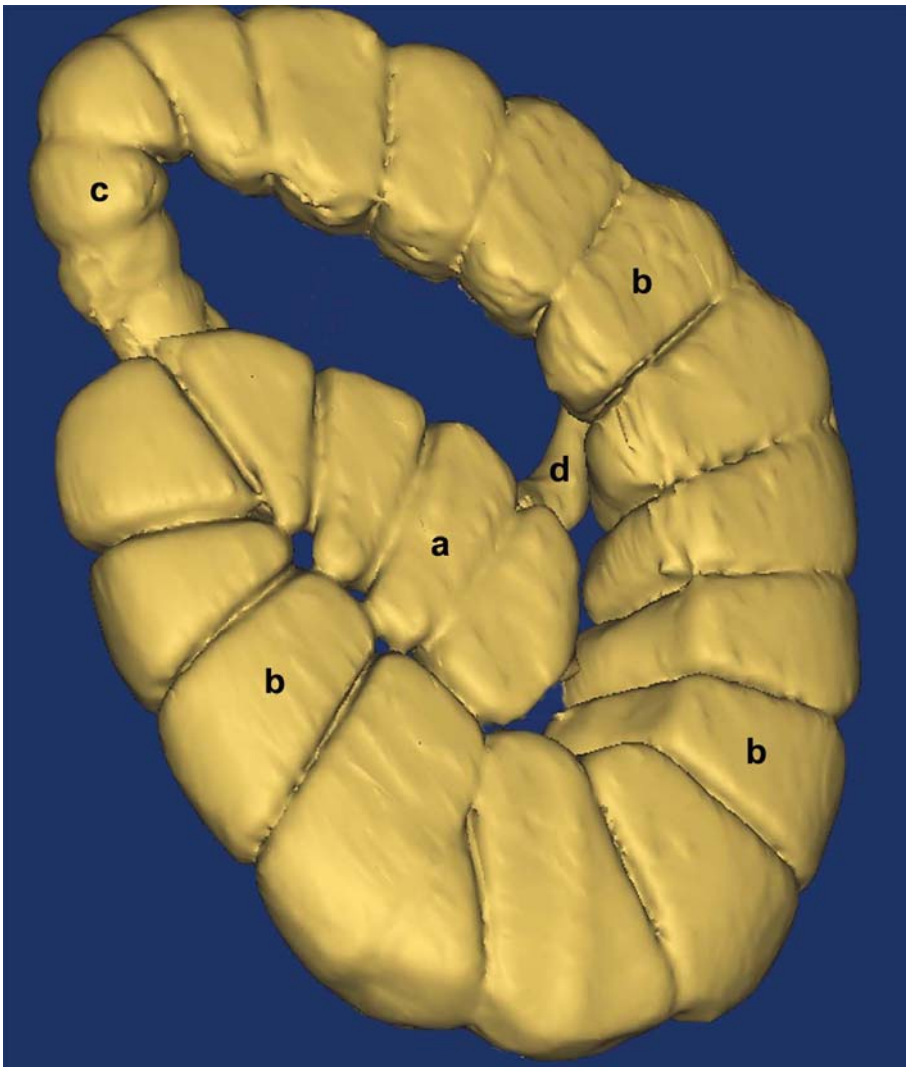
Resim 3.17. Cecum haricindeki ince ve kalın bağırsakların üç boyutlu rekonstrükte görüntüsü



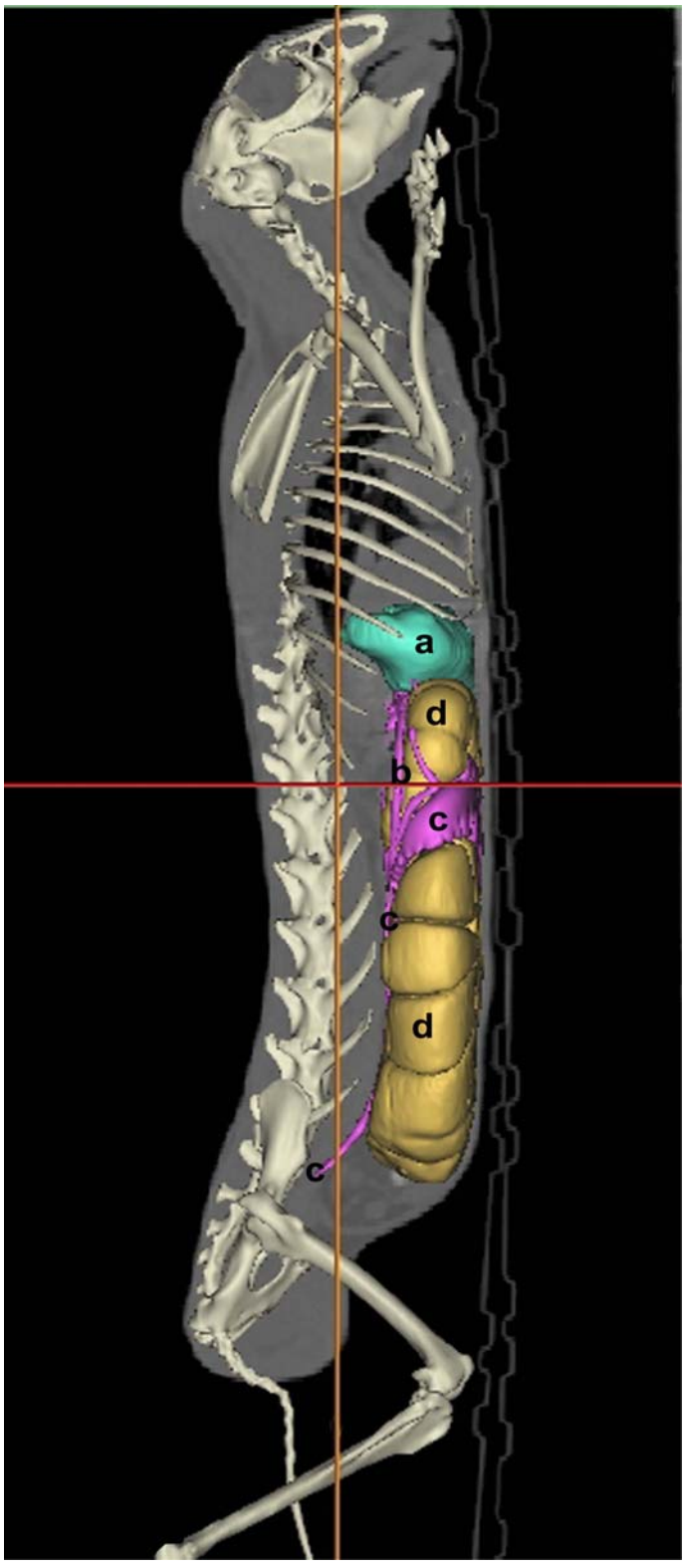
Resim 3.18. Cecum'un üç boyutlu rekonstrükte görüntüsünün karın boşluğundaki lokalizasyonu (ventral görünüm)



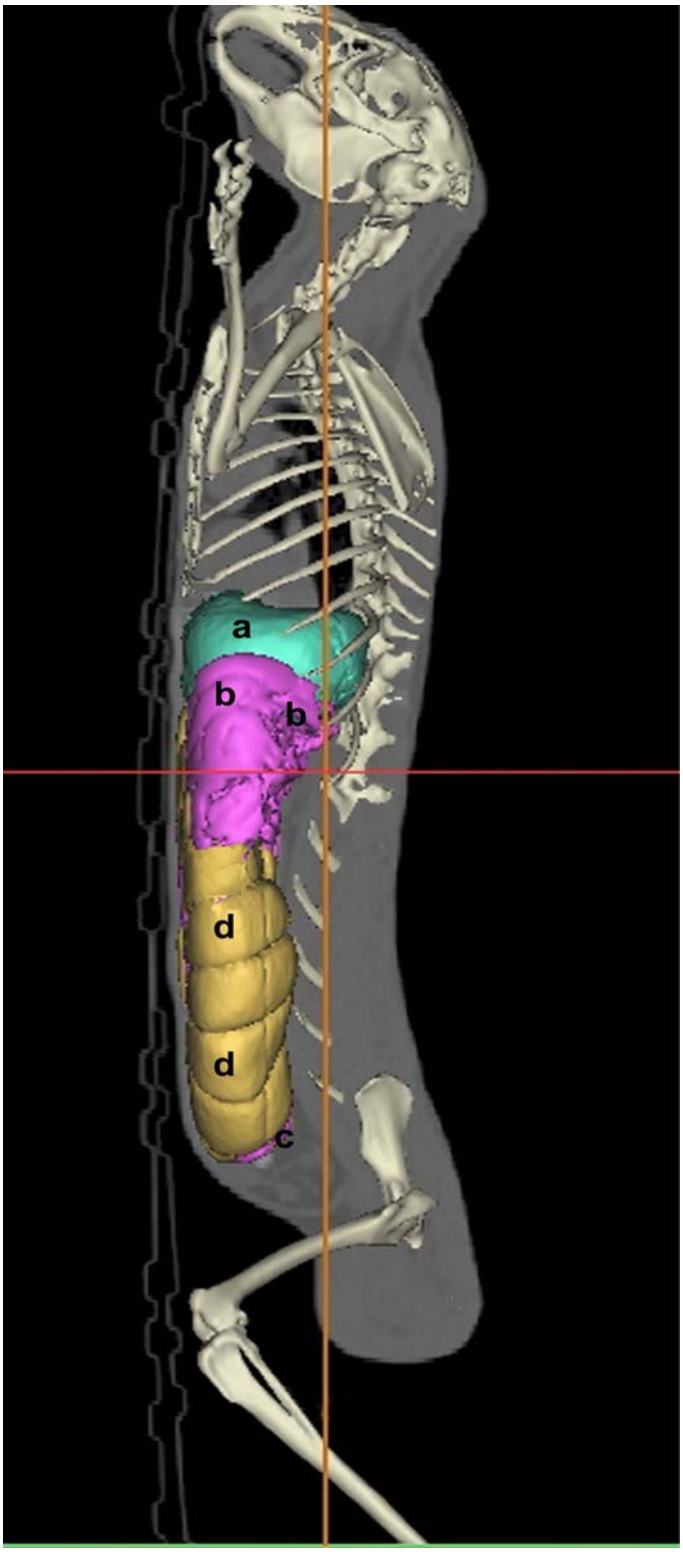
Resim 3.19. Cecum'un üç boyutlu rekonstrükte görüntüsü (dorsal görünüm)
a. basis ceci b. corpus ceci c. apex ceci d. appendix vermiformis



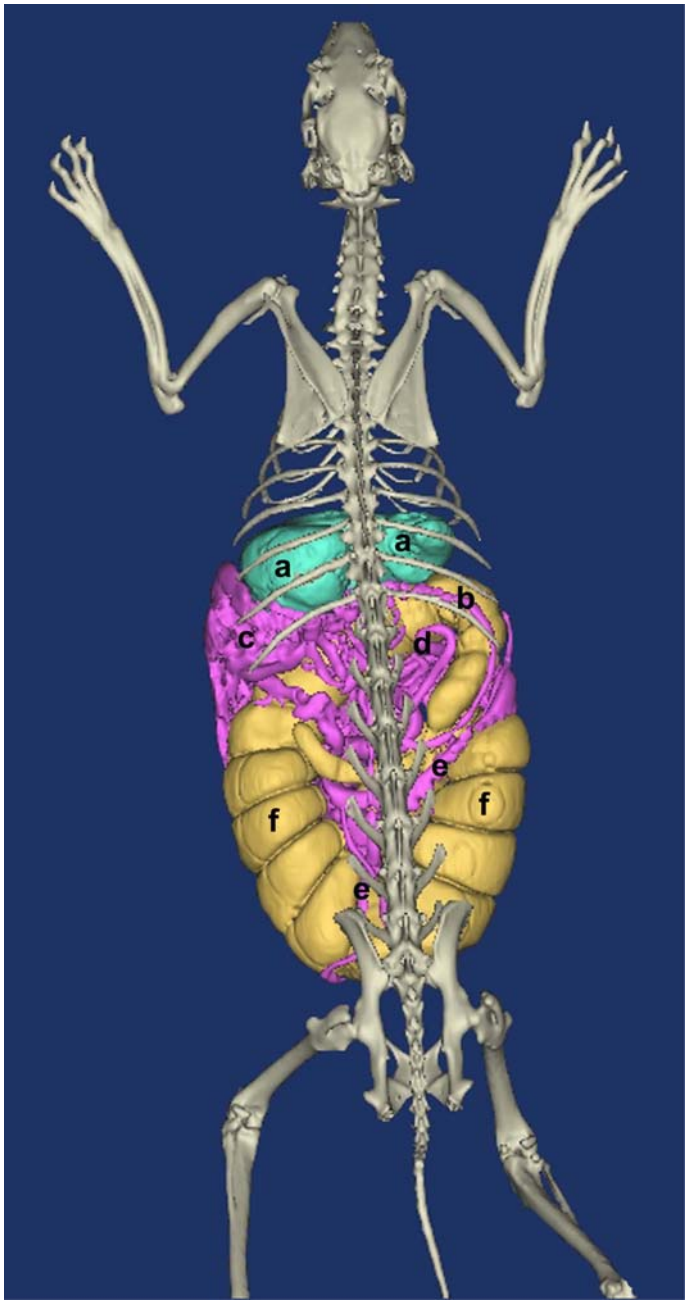
Resim 3.20. Cecum'un üç boyutlu rekonstrükte görüntüsü (ventral görünüm)
a. basis ceci b. corpus ceci c. apex ceci d. appendix vermiformis



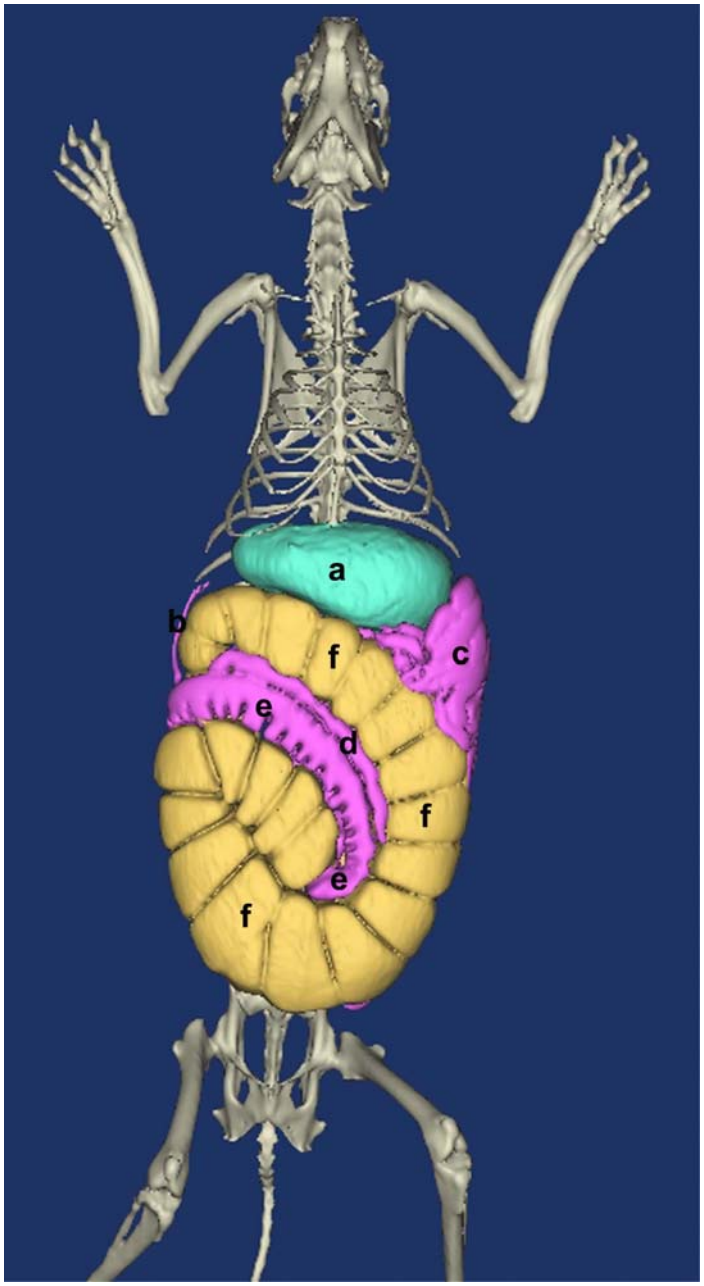
Resim 3.21. Tüm mide bağırsak sisteminin üç boyutlu rekonstrükte görüntüsünün karın boşluğundaki lokalizasyonu (sağdan görünüm)
a. mide b. duodenum c. colon d. cecum



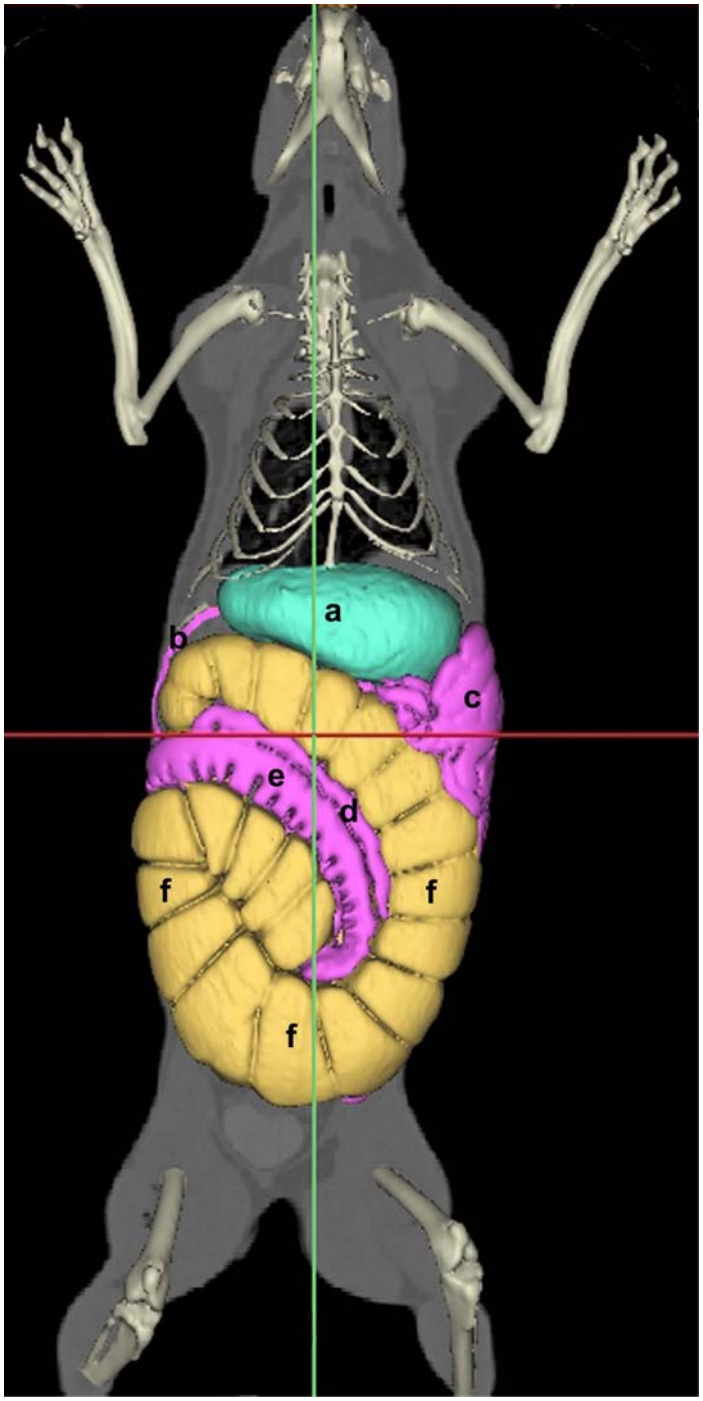
Resim 3.22. Tüm mide bağırsak sisteminin üç boyutlu rekonstrükte görüntüsünün karın boşluğundaki lokalizasyonu (soldan görünüm)
a. mide b. jejunum c. colon d. cecum



Resim 3.23. Tüm mide bağırsak sisteminin üç boyutlu rekonstrükte görüntüsünün karın boşluğundaki lokalizasyonu (dorsal görünüm)
a. mide b. duodenum c. jejunum d. ileum e. colon f. cecum



Resim 3.24. Tüm mide bağırsak sisteminin üç boyutlu rekonstrükte görüntüsünün karın boşluğundaki lokalizasyonu (ventral görünüm)
a. mide b. duodenum c. jejunum d. ileum e. colon f. cecum



Resim 3.25. Tüm mide bağırsak sisteminin üç boyutlu rekonstrükte görüntüsünün karın boşluğundaki lokalizasyonu (ventral görünüm)
a. mide b. duodenum c. jejunum d. ileum e. colon f. cecum

Esophagus'un diseksiyon sonucu karın boşluğunun ventral görünümünde yer almamasına rağmen üç boyutlu model görüntüsünde curvatura ventriculi minor bölgesinde ventriculus'a açıldığı belirlendi. Yine midenin ventral görünümde karaciğer ile cecum arasında kalan sadece fundus bölgesi gözlenebilirken üç boyutlu model görüntüsünde karın boşluğunu enine kat ettiği gözlendi.

Yeni Zelanda tavşanlarında mide-bağırsak sisteminin ölçümleri sonucunda en uzun bağırsak bölümünün jejunum olduğu ($p<0.05$) belirlendi. En kısa bölümlerin ise mide ve appendix vermiformis olduğu ($p<0.05$) tespit edildi (Çizelge 1).

İncelenen tavşanların mide-bağırsak sisteminin alanları değerlendirildiğinde en büyük alana cecum dışında kalan bağırsakların ($p<0.05$) ve daha sonra sırası ile cecum ve midenin ($p<0.05$) sahip olduğu görüldü (Çizelge 2). Mide, cecum ve cecum haricindeki bağırsakların yüzey alanlarının bütün incelenen sisteme % oranları hesaplandığında sırası ile %11, %39 ve %48 olarak tespit edildi.

Söz konusu tavşanların mide-bağırsak sisteminin hacimleri değerlendirildiğinde en büyük hacim cecum'da ($p<0.05$) tespit edilirken mide ve bağırsak hacminin benzer olduğu ($p>0.05$) gözlendi (Çizelge 3). Mide, cecum ve bağırsakların hacimlerinin bütün sisteme % oranları hesaplandığında sırası ile %17, %59 ve %23 olarak tespit edildi.

Çizelge 1. Mide-bağırsak sisteminin uzunluk ölçüleri (cm, n:8, mean±SE).

Mide	Duodenum	Jejunum	İleum	Cecum	Appendix	Colon
6.62±0.25^{e}	41.7±1.74^{c}	154±5.44^{a}	27.9±1.01^{d}	34.1±0.72^{cd}	11.8±0.56^{e}	95.4±3.94^{b}

a, b, c, d, e; aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan önem arz eder ($p<0.05$, Tukey testi).

Çizelge 2. Mide-bağırsak sistemi organlarının yüzey alanları (cm^2, mean±SE).

Mide	Cecum	Cecum haricindeki ince ve kalın bağırsaklar	Mide/Mide bağırsak sisteminin kalanı	Cecum/Mide bağırsak sisteminin kalanı	Bağırsak/Mide bağırsak sisteminin kalanı
13145±1113^{c}	44021±2324^{b}	55226±5531^{a}	%11.7±0.84^{c}	%39.4±1.68^{b}	%48.7±2.12^{a}

a, b, c; aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan önem arz eder ($p<0.05$, Tukey testi).

Çizelge 3. Mide-bağırsak sistemi organlarının hacimleri (mm^3, mean±SE).

Mide	Cecum	Cecum haricindeki ince ve kalın bağırsaklar	Mide/Mide bağırsak sisteminin kalanı	Cecum/Mide bağırsak sisteminin kalanı	Bağırsak/Mide bağırsak sisteminin kalanı
78479±12059^{b}	274847±27509^{a}	110372±20859^{b}	%17.0±1.49^{c}	%59.7±1.77^{a}	%23.3±2.29^{b}

a, b, c; aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel açıdan önem arz eder ($p<0.05$, Tukey testi).

4. TARTIŞMA

Beşeri hekimlikte kullanılan röntgen ve US gibi klasik görüntüleme yöntemleri veteriner hekimlikte de sıklıkla kullanılmaktadır. Tavşanlarda radyolojik teknikler; dental hastalıklar, kırık ve çıkıklar, gebelik, pnömoni, karın boşluğundaki tümörler ve sindirim sisteminde bulunan trikobezoarların tanısında kullanılmaktadır (Huerkamp 2003, Durgut ve Yarsan 2007). Beşeri hekimlikte bağırsak duvarı patolojilerinin tanısında kullanılan BT (Plavsic ve Johnson 2002), tavşanlarda ise mide-bağırsak sisteminde oluşan rectum (Liang ve ark 2009) ve karaciğer kanseri (Jiang ve ark 2009) gibi patolojik olguların tanısında kullanılmaktadır. Pet hayvanlarında kontrast madde kullanılmadan birçok patolojik durum ve gebeliğin tanısı yapılabilirken, kontrast madde kullanılarak da sindirim sisteminin görüntülenmesi sağlanabilmektedir. US en fazla tercih edilen görüntüleme yöntemi olmasına rağmen günümüzde artık BT de kullanıma girmiştir (Girling 2002). Mevcut araştırmamızda her 1 ml'de 0.1 g Sodyum amidotrizoat + 0.66 g Meglumin amidotrizoat içeren ticari üründen (Urografin® %76, Schering Alman İlaç ve Ecza Tic. Ltd. Şti., İstanbul) oral olarak 300-330 ml ve rectal olarak da 50-60 ml sonda yardımıyla uygulandı. Hayvan denemelerinde uygulanacak kontrast madde türü ve miktarının sağlıklı bir şekilde üç boyutlu görüntü elde edilmesinde önemli olduğu bildirilmiştir (Bluemke ve ark 1995). Özellikle BT'den elde edilen görüntüler bazı ticari bilgisayar programları kullanılarak iki boyutlu halden üç boyutlu hale getirilebilmektedir (Gittard ve ark 2009; Lu ve ark, 2009). Elde edilen 3 boyutlu görüntüler özellikle anatomi, fizyoloji ve klinik tedavide kullanım alanı bulmaktadır (Elad ve Einav 1990, Mitchell 1995, Eken ve ark 2009). Tavşanlarda özellikle sindirim sistemi hastalıklarının (trikobezoar, ileus vs) tanısında kontrast madde

kullanılarak görüntüleme elde edilebilmektedir. Kaynaklarda kontrast madde olarak baryum sülfat önerilmesine (Alkan 1999, Girling 2002) rağmen, mevcut araştırmada sindirim sisteminin görüntülenmesinde hem baryum sülfat hem de ürografin kullanılmıştır. Ancak en iyi görüntü ürografin ile elde edildiği için tercih edilmiştir. Mevcut çalışmada özellikle cecum'da hava boşlukları tespit edilmiştir. Memeli hayvan türleri içerisinde en büyük cecum'a sahip tavşanların (Richardson 2000), karın boşluğunun büyük bir kısmının cecum ve kalın bağırsaklarca kaplandığı, midenin trikobezoar ya da gıda içeriğiyle dolu olduğu ve özellikle cecum'da gaz bulunmasının normal olduğu bildirilmiştir (Girling 2002). Araştırmada görüntüsü alınan hayvanların aç bırakılması ve bu hayvanlara sürgüt verilmesine rağmen üç boyutlu görüntülerde gaz birikmesinden dolayı cecum'da oluşan küçük boşluklar bu bilgiyi desteklemektedir.

Mevcut araştırmamızda üç boyutlu yeniden yapılandırma programı olarak kullanılan MIMICS 12.1 programı, beşeri hekimlikte lumbosacral spine (Guan ve ark 2006), vertebra lumbalis (Lu ve ark 2009), os scaphoideum ile os lunatum kemikleri (Gittard ve ark 2009) ve midenin (Henry ve ark 2007) rekonstrüksiyonunda kullanılmıştır. Ayrıca BT ile elde edilen görüntülerin üç boyutlu hale getirilmesi özellikle colon polyplerinin teşhisinde kullanılmaktadır (Plavsic ve Johnson 2002). Beşeri hekimlik alanında kullanılan bu programlar özellikle protez yapımında model oluşturulması amacıyla (Gittard ve ark 2009) kullanılmasına rağmen yapılan kaynak taramalarında veteriner hekimlik alanında teşhise yönelik kullanımıyla ilgili kaynağa ulaşılamamıştır.

Hristov ve ark (2006) tavşanların bazı karın organları üzerinde yapmış oldukları topografik çalışmada midenin corpus'unun karaciğer ile vesica fellea'nın

arasında kalarak karın duvarına temas etmediğini bildirmesine rağmen gerek diseksiyon gerekse de üç boyutlu model görüntüleri bu bilgiyle ters düşmektedir.

Yıldız ve ark (2001) Yeni Zelanda tavşanlarında midenin caudal yüzünün colon ile temas halinde olduğunu belirtmesine karşın yapılan bu çalışmada bu bölgede midenin cecum ile komşuluk yaptığı gözlendi.

Jejunum'un oldukça uzun olduğu (Smallwood 1992) bildirimine paralel olarak mevcut araştırmada ince bağırsakların en uzun kısmının jejunum ve en kısa bölümünün ileum olduğunun belirlenmesi Yıldız ve ark (2001)'nın verilerini desteklemektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Mevcut araştırmanın sonuçları değerlendirildiğinde;

- Beşeri hekimlik alanında kullanılan yüksek teknolojili görüntüleme tekniklerinin veteriner sahada da kullanılabileceği,
- Mide-bağırsak sistemi gibi içi boşluklu organların kontrast madde uygulanarak özellikle pet hayvanlarda görüntülenebileceği,
- Üç boyutlu yapılandırmanın uygulama yeri en zor olan mide-bağırsak sisteminde de başarıyla uygulanabileceği,
- Organ veya sistemlerin üç boyutlu yapılandırmalarının özellikle anatomi, cerrahi ve klinik tanıda oldukça faydalı olabileceği,
- Pet kliniğinde üç boyutlu yapılandırmaların elde edilmesi gerektiğinde hastanın hazırlanması ve sonuçların değerlendirilmesinde kişisel tecrübenin çok önemli olduğu,
- Özellikle hekim yetiştiren fakültelerde üç boyutlu dijital modellerin anatomi ve cerrahi gibi derslerde görsel eğitim materyali olarak kullanılabileceği,
- Üç boyutlu dijital modellerin insanlarda ve hayvanlarda görülen bazı hastalıkların laboratuar hayvanlarında yapılan çalışmaları sırasında organlarda meydana gelen değişiklikleri tanımlamada oldukça faydalı olabileceği,
- Anatomi eğitiminde organ veya sistemlerin üç boyutlu dijital modellerinin eğitim ve araştırma amaçlı kullanılmasının, formaldehit gibi zararlı kimyasallardan optimum düzeyde uzak kalınmasını sağlayabileceği sonucuna varılmıştır.

- Geliştirilen metodun en büyük avantajları arasında modelleme süresinin oldukça kısaltılmış olması ve ortaya çıkarılan üç boyutlu modelin gerçek organı birebir yansıtması sonucu alınan ölçümlerde hata oranının en aza indirilmiş olmasıdır.

6. ÖZET

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Yeni Zelanda Tavşanlarında Mide ve Bağırsakların Bilgisayarlı Tomografi Görüntülerinden Üç Boyutlu Görüntü Elde Edilmesi

Mustafa Orhun DAYAN

Danışman: Prof. Dr. Kamil BEŞOLUK

Anatomi (Vet.) Anabilim Dalı

DOKTORA TEZİ / KONYA-2009

Bu çalışma, Yeni Zelanda tavşanlarında mide bağırsak sistemini oluşturan anatomik yapıların bilgisayarlı tomografi (BT) görüntülerinin üç boyutlu modellerini ve bu model üzerinden organların biyometrik özelliklerini ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla her iki cinsiyetten (8 erkek, 8 dişi) toplam 16 adet ergin Yeni Zelanda tavşanı kullanıldı. Tavşanlar BT çekimlerinden bir gün önce aç bırakılarak sürgüt ilaç uygulandı. Hayvanlara hem BT görüntülemesinden 3 saat öncesinden başlayarak çekim anına kadar oral olarak, hem de çekim öncesinde rectal olarak kontrast madde verildi. Genel anesteziye alınan hayvanların prone pozisyonda iken BT görüntüleri çekildi. Tomografisi çekilen hayvanlardan elde edilen axial görüntüler; DICOM formatında stoklandıktan sonra CD ortamına aktarıldı ve üç boyutlu modelleme programı olan MIMICS® kullanılarak rekonstrüksiyon işlemi yapıldı. Mide bağırsak sistemi organlarının yüzey alanları ve hacimleri, bu program tarafından üç boyutlu olarak rekonstrükte edilen görüntüler üzerinden otomatik olarak hesaplandı. Mide, cecum ve cecum haricindeki bağırsakların yüzey alanlarının bütün incelenen sisteme oranları hesaplandığında sırası ile %11, %39 ve %48 olarak tespit edildi. Mide, cecum ve bağırsakların hacimlerinin bütün sisteme oranları hesaplandığında sırası ile %17, %59 ve %23 olarak tespit edildi. Araştırma sonunda 8 adet (4 erkek, 4 dişi) tavşan ötenazi edildikten sonra diseksiyonu yapılarak bu hayvanların mide ve bağırsak bölümleri üzerinde gerekli uzunluk ölçümleri gerçekleştirildi. Tavşanlarda mide-bağırsak sisteminin ölçümleri sonucunda en uzun bağırsak bölümünün jejunum olduğu belirlendi.

Sonuç olarak teknoloji kullanılarak farklı bir metot ile elde edilen bulguların mide bağırsak sistemi üzerinde gerçekleştirilecek çalışmalara zemin teşkil etmesinin yanı sıra anatomi alanına da yeni bir açılım sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Bilgisayarlı tomografi; üç boyutlu rekonstrüksiyon; mide-bağırsak sistemi; tavşan

7. SUMMARY

Three-Dimensional Reconstruction from Computerized Tomography Images of Stomach and Intestine in New Zealand Rabbits

The aim of this study was to reveal three dimensional reconstructions of organs of gastro-intestinal system obtained from computed tomography images, and also to show biometric parameters of the related organs. Total 16 New Zealand white rabbit (n:8 female, n:8 male) were used as animal material. One day before the imagining computed tomography, oral laxative was administered and no diet was given. Contrast solution was administered both orally and rectally route before 3 hours. Computed tomography imagining was done under the general anesthesia at prone position. Axial images obtained from computed tomography were stocked at DICOM formats and transferred to CD. Three dimensional reconstructions were made by MIMICS computer software. Volume and surface area of gastro-intestinal system organs were calculated by automatically with computer software. Surface areas of stomach, cecum and intestines except for cecum were 11%, 39% and 48% of total gastro-intestinal system, respectively. Volumes of stomach, cecum and intestines except for cecum were 17%, 59% and 23% of total gastro-intestinal system, respectively. Total 8 rabbits (n:4 female, n:8 male) were euthanasied and dissected. Lengths of stomach and intestines were measured. Jejunum was determined to be the longest portion of gastro-intestinal system.

As a consequence, gastro-intestinal results obtained from actual technology used in this study may be a key to future investigations and to the new approach in the anatomy science.

Key Words: Computed tomography; three dimensional reconstruction; gastro-intestinal system; rabbit

8. KAYNAKLAR

1. Adapınar B. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG). In: Kaya T, editör. Temel Radyoloji Tekniği. İstanbul. Güneş& Nobel Yayınevi. 1996a. p: 355-93.

2. Adapınar B. Manyetik Rezonans İnceleme Yöntemleri. In: Kaya T, editör. Temel Radyoloji Tekniği. İstanbul. Güneş& Nobel Yayınevi. 1996b. p. 397-414.

3. Adapınar B. BT Fiziği. In: Kaya T, editör. Temel Radyoloji Tekniği. İstanbul. Güneş& Nobel Yayınevi. 1996c. p. 315-32.

4. Adapınar B. BT İnceleme Yöntemleri. In: Kaya T, editör. Temel Radyoloji Tekniği. İstanbul. Güneş& Nobel Yayınevi. 1996d. P. 333-53.

5. Adapınar B. Ultaronografi Fiziği. In: Kaya T, editör. Temel Radyoloji Tekniği. İstanbul. Güneş& Nobel Yayınevi. 1996e. P. 415-27.

6. Adapınar B. Ultaronografi İnceleme Yöntemleri. In: Kaya T, editör. Temel Radyoloji Tekniği. İstanbul. Güneş& Nobel Yayınevi. 1996f. p. 429-43.

7. Akar F. Radyoetkin maddeler. In: Kaya S, Pirinçci İ, Bilgili A. Veteriner Hekimliğinde Toksikoloji. 2. Baskı. Ankara. Medisan Yayın Serisi. 2002. p: 246-50.

8. Aksoy M, Erdem H, Hatipoğlu F, Lehimcioğlu NC, Akman O, Ozkan K. Ultrasonographic examination of the scrotal content in the rabbit. Reprod Domest Anim. 2009;44:156-60.

9. Alberius P, Isberg PE. Relationships between growth at the sutures of the rabbit calvarium. Am J Phys Anthropol. 1987;72:431-5.

10. Alberius P, Malmberg M, Persson S, Selvik G. Variability of measurements of cranial growth in the rabbit. Am J Anat. 1990;188:393-400.

11. Alkan Z. Bilgisayarlı Tomografi. Veteriner Radyoloji. Ankara. Mina Ajans Baskı. 1999. p. 94-105.

12. Anonim 2009a. http://radyoloji.blogcu.com/temel-radyoloji-fizigi_722957.html. Erişim tarihi: 16-09-2009.

13. Anonim 2009b.http://www.aemv.org/Documents/2006_AEMV_proceedings_2.pdf. Erişim tarihi: 02-11-2009.

14. Anonim 2009c. http://www.4cmedikal.com.tr/mimics.asp. Erişim tarihi: 12-11-2009.

15. Beşoluk K, Eken E, Sur E. A morphological and morphometrical study on the sacculus rotundus and ileum of the Angora rabbit. Veterinarni Medicina. 2006;51:60–5.

16. Bierry G, Jehl F, Prévost G, Mohr M, Meyer N, Dietemann JL, Kremer S. Percutaneous inoculated rabbit model of intervertebral disc space infection: magnetic resonance imaging features with pathological correlation. Joint Bone Spine. 2008;75:465-70.

17. Bluemke DA, Fishman EK, Anderson JH. Effect of contrast concentration on abdominal enhancement in the rabbit-spiral computed-tomography evaluation. Acad Radiol. 1995;2:226-31.

18. Bottcher P, Maierl J. Macroscopic cryosectioning: A simple new method for producing digital, three-dimensional databases in veterinary anatomy. Anat Histol Embryol 1999;28:97-102.

19. Bottcher P, Maierl J, Schiemann T, Glaser C, Weller R, Hoehne KH, Reiser M, Liebich HG. The visible animal Project: A three-dimensional, digital database for high quality three-dimensional reconstructions. Vet Radiol Ultrasoun. 1999;40:611-16.

20. Büyükkurt MC, Yavuz MS, Tozoğlu S, Dayı E. Sinus tabanı yükseltmesi için gerekli greft hacminin üç boyutlu bilgisayarlı tomografi yöntemi ile değerlendirilmesi. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg. 2008;18: 85-9.

21. Capello V, Cauduro A. Clinical technique: Application of computed tomography for diagnosis of dental disease in the rabbit, guinea pig, and chinchilla. J Exot Pet Med. 2008;17:93-101.

22. Davies RR, Davies JA. Rabbit gastrointestinal physiology. Vet Clin North Am Exot Anim Pratct 2003;6:139-153.

23. Debatin JF, Patak MA. MRI of the small and large bowel. Eur Radiol. 1999;9:1523-34.

24. Dinç DA. Ultrason Fiziği ve İneklerde Reprodüktif Ultrasonografi. Konya. Pozitif Matbaacılık Ltd. Şti. 2008.

25. Durgut R, Yarsan E. Laboratuvar Hayvanları Hastalıkları ve Sağaltımı. Ankara. Medisan. 2007.

26. Eken E, Çorumluoğlu Ö, Paksoy Y, Beşoluk K, Kalaycı İ. A study on evaluation of 3D virtual rabbit kidney models by multidedector computed tomography images. Int J Exp Clin Anat. 2009; 3: 40-44.

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

28. Elliott A. Medical imaging. Nucl Instrum Meth A. 2005;546: 1-13.

29. Fraser M. Rabbits. In; Gosden C, editor. Exotic and Wildlife: A Manual of Veterinary Nursing Care. London, England. Butterworth-Heinemann. 2004. p: 5-14.

30. Girling SJ. Mammalian imaging and anatomy. In: Meredith A, Redrobe S editors. Manual of Exotic Pets. 4th edition. Hampshire, UK. BSAVA. 2002. p: 1-12.

31. 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. Biotechnol J. 2009;4:129-34.

32. Gluecker TM, Fletcher JG. CT colonography (virtual colonoscopy) for the detection of colorectal polyps and neoplasms: current status and future developments. Eur J Cancer. 2002;38:2070-8.

33. 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. Med Bio Eng Comput. 2006;44: 633-41.

34. Henry JA, O'Sullivan G, Pandit AS.. Using computed tomography scans to develop an *ex-vivo* gastric model. World J Gastroenterol. 2007;13:1372-7.

35. Hernandez-Divers SJ. Rabbit. In: Carpenter JW, editor. Exotic Animal Formulary. London UK. Elsevier Saunders,. 2004. p. 419-24.

36. Hristov H, Kostov D, Vladova D. Topographical anatomy of the some abdominal organs in rabbits. Trakia Journal of Sciences. 2006;4:7-10.

37. Huerkamp MJ. The Rabbit. In: Ballard B, Cheek R, editors. Exotic Animal Medicine fort he Veterinary Technician. Iowa, USA. Iowa State Press. 2003. p. 191-226.

38. Jiang HJ, Zhang ZR, Shen BZ, Wan Y, Guo H, Li JP. Quantification of angiogenesis by CT perfusion imaging in liver tumor of rabbit. Hepatobiliary Pancreat Dis Int. 2009;8:168-73.

39. Kalaycı İ. 3D Reconstruction of phalangeal and metacarpal bones of male judo players and sedentary men by MDCT images. J Sport Scı Med. 2008;7:544-8.

40. Karabörk H. Three-Dimensional measurements of glenohumeral joint surfaces in sheep, cat and rabbit by photogrammetry. JAVA 2009;8:1248-51.

41. Kaya T. Radyoloji Tarihi. In: Kaya T, editör. Temel Radyoloji Tekniği. İstanbul. Güneş& Nobel Yayınevi.1996a. p. 1-6.

42. Kaya T. Radyolojik görüntüleme yöntemleri ve ana prensipleri. In: Kaya T, editör. Temel Radyoloji Tekniği. İstanbul. Güneş& Nobel Yayınevi. 1996b. p. 7-10.

43. Kaya T. Radyasyon Sağlığı ve Radyasyondan Korunma. In: Kaya T, editör. Temel Radyoloji Tekniği. İstanbul. Güneş& Nobel Yayınevi. 1996c. p. 117-37.

44. Kim HJ, Shin JH, Kim TH, Kim EY, Park YS, Park CS, Song HY. Efficacy of transarterial embolization with arsenic trioxide oil emulsion in a rabbit VX2 liver tumor model. J Vasc Interv Radiol. 2009;20:1365-70.

45. Kimura J, Hirano Y, Takemoto S, Nambo Y, Ishınazaka T, Himeno R, Mishima T, Tsumagari S, Yokota H. Three-dimensional reconstruction of the equine ovary. Anat Histol Embryol. 2005;34:48-51.

46. Krempels D, Cotter M, Stanzione G. Ileus in domestic rabbits. Exotic DVM. 2000;2-4:19-21.

47. Kumaş K. Radyoloji. 1 Kitap. II. Baskı. Ankara. Tamer Matbaacılık Ltd. Şti. 1996.

48. Lewis JS, AchilefuS, Garbow JR, Laforest R, Welch MJ. Small animal imaging: current technology and perspectives for oncological imaging. Eur J Cancer. 2002;38:2173-88.

49. Liang XM, Tang GY, Cheng YS, Zhou B. Evaluation of a rabbit rectal VX2 carcinoma model using computed tomography and magnetic resonance imaging. World J Gastroenterol. 2009;15:2139-44.

50. 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 J Med Robotics Comput Assist Surg. 2009;5:184-91.

51. Lv FQ, Duan YY, Liu X, Cao TS, Wang W, Yuan LJ. Establishment of a rabbit model of superior vena cava obstruction. Exp Anim. 2007;56:111-7.

52. Mang T, Graser A, Schima W, Maier A. CT colonography: Techniques, indications, findings. Eur J Radıol. 2007;61:388-99.

53. Mc Laughlin CA, Chiasson RB. The Digestive System. In: Kane K, editor. Laboratory Anatomy of the Rabbit. Third edition. IA, USA. WCB Publishers, 1990. p. 59-64.

54. Meredith A, Crossley DA. Rabbits. In; Meredith A, Redrobe S. Manual of Exotic Pets, 4th edition. Hampshire, UK. BSAVA. 2002. p. 76-92.

55. Mitchell HL. Applications of digital photogrammetry to medical investigations. ISPRS J Photogramm. 1995;50:27-36.

56. Ohlerth S, Scharf G. Computed tomography in small animals-Basic principles and state of the art applications. Vet J. 2007;173:254-71.

57. Plavsic BM, Johnson DM. What is new in gastrointestinal radiology. Acta Clin Croat. 2002;41:37-40.

58. Richardson V. Rabbits. Blackwell Science Ltd, Oxford, UK. 2000.

59. Roberts SNJ, Foley APJ, Swallow HM, Wallace WA, Coughlan DP. The geometry of the humeral head and the design of protheses. J Bone Joint Surg. 1991;73:647-50.

60. Rozing PM, Oberman WR. Osteometry of the glenohumeral joint. J Shoulder Elbow Surg. 1999;8:838-42.

61. Shinbo J, Mainil-Varlet P, Watanabe A, Pippig S, Koener J, Anderson SE. Evaluation of early tissue reactions after lumbar intertransverse process fusion using CT in a rabbit. Skeletal Radiol. 2009 [in press].

62. Smallwood JE. A Guided Tour of Veterinary Anatomy, W. B. Saunders Company, London, UK. 1992.

63. Steen H, Lima JA, Chatterjee S, Kolmakova A, Gao F, Rodriguez ER, Stuber M. High-resolution three-dimensional aortic magnetic resonance angiography and quantitative vessel wall characterization of different atherosclerotic stages in a rabbit model. Invest Radiol. 2007;42:614-21.

64. Takao M, Sugano N, Nishii T, Sakai T, Nakamura N, Yoshikawa H. Different magnetic resonance imaging features in two types of nontraumatic rabbit osteonecrosis models. Magn Reson Imaging. 2009;27:233-9.

65. Takeda Y, Asaoka H, Ueno M, Jimma F, Hidaka M, Shibusawa H, Kaneda K, Saniabadi AR, Hiraishi K, Kashiwagi N. Assessment of rabbit spleen size using ultrasonography. Vet Med Sci. 2007;69:841-2.

66. Üstün EF. Radyolojide Bazı Temel Buluşlar ve Bunları Bulanlar. Bornova, İzmir. Ege Üniversitesi Matbaası 1972.

67. Ward ML. Diagnosis and management of a retrobulbar abscess of periapical origin in a domestic rabbit. Vet Clin North Am Exot Anim Pract. 2006;9:657-65.

68. Winkelmann CT, Wise LD. High-throughput micro-computed tomography imaging as a method to evaluate rat and rabbit fetal skeletal abnormalities for developmental toxicity studies. J Pharmacol Toxicol Methods. 2009;59:156-65.

69. Wolf RFE, Lam KH, Mooyaart EL, Bleichrodt RP, Nieuwenhuis P, Schakenraad JM. Magnetic resonance imaging using a clinical whole body system: an introduction to a useful technique in small animal experiments. Lab Anim. 1992;26:222-7.

70. Yıldız H, Yıldız B, Bahadır A, Serbest A, Özyiğit G. Ergenlik öncesi ve ergenlik döneminde beyaz Yeni Zelanda tavşanlarının bazı organlarının morfolojik ve morfometrik özellikleri. J Fac Vet Med. 2001;20:1-7.

10. ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Adana'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Adana'da tamamladı. 1998 yılında Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi'ni kazandı ve 2003 yılında mezun oldu. 2004 yılında Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalında araştırma görevlisi kadrosuna atandı. 2005 yılında Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Veteriner Anatomi alanında doktora eğitimine başladı. Halen aynı anabilim dalında araştırma görevlisi olarak görev yapmaktadır.